GOBIERNO DE ESPAÑA

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL DUERO

CLAVE

452-A.611.11.06/ 2013

TIPO:

PROYECTO

REF. CRONOLÓGICA

JULIO DE 2013

CLASE

PROYECTO

TÍTULO BÁSICO:

PROYECTO DE MEJORAS DE LAS INSTALACIONES ACTUALES Y ELIMINACIÓN DE NUTRIENTES DE LAS ESTACIONES DE AGUAS RESIDUALES DE MEDINA DEL CAMPO, ISCAR, TORDESILLAS, TUDELA DE DUERO, BENAVENTE Y TORO

PRESUPUESTO BASE DE LICITACIÓN SIN IVA:

4.994.831,14 €

IVA 21%:

1.048.914,54 €

PRESUPUESTO TOTAL CON IVA:

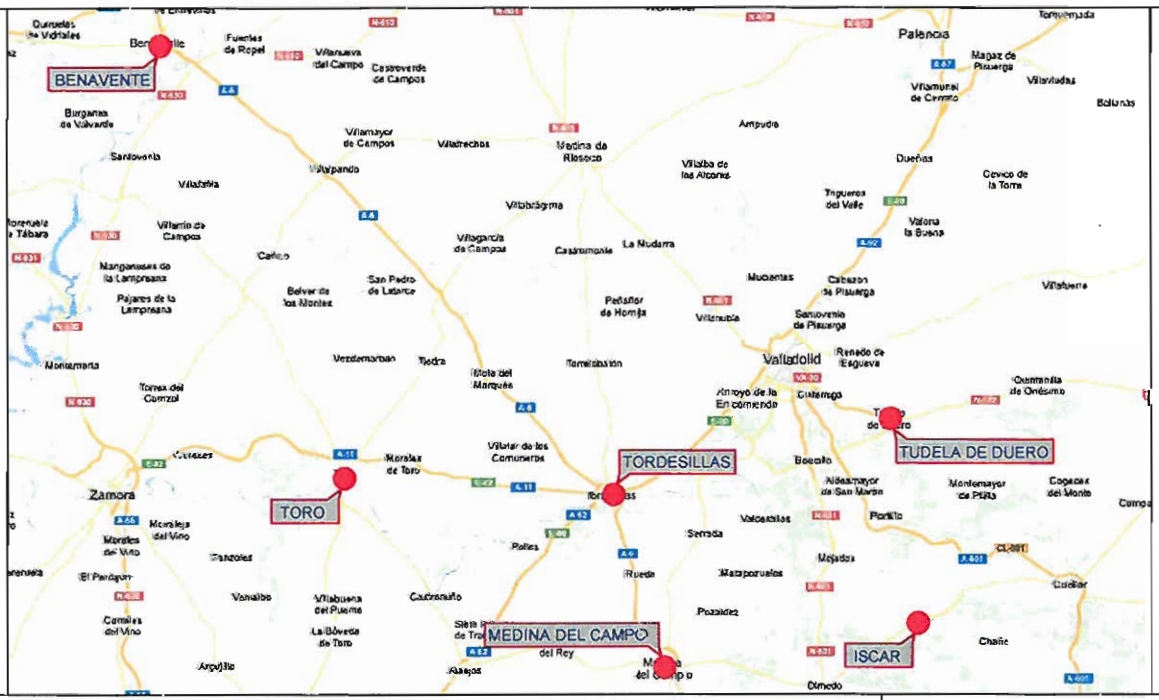
6.043.745,68 €

EL INGENIERO AUTOR DEL PROYECTO:

D. JULIO PAJARES ALONSO

EL INGENIERO DIRECTOR DEL PROYECTO:

D. JULIO PAJARES ALONSO



TOMO 4

DOCUMENTO Nº 1: MEMORIA Y ANEJOS

ANEJO 8

CONSULTORAS U.T.E.:

INCISA
INGENIERÍA CIVIL INTERNACIONAL, S.A.

ECOSISTEMAS 2.000 S.L.
INGENIERÍA DEL AGUA Y DEL MEDIO AMBIENTE

INDICE

- Tomo 1.- **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Memoria

Anejo nº1: Ficha Técnica

Anejo nº2: Descripción de la situación Actual

Anejo nº3: Cálculos de las nuevas incorporaciones a la EDAR

- Tomo 2. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº4: Funcionamiento del proceso actual

Anejo nº5: Estudio de Alternativas

- Tomo 3. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº6: Estudio de Caracterización de Vertidos

Anejo nº7: Topografia

- Tomo 4. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº8: Geologia y Geotecnia

- Tomo 5. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº9: Descripción y cálculos de la Solución Adoptada

Anejo nº10: Cálculos hidráulicos

- Tomo 6. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº11: Cálculos Estructurales

- Tomo 7. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº12: Electricidad

- Tomo 8. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº13: Control y Automatización

Anejo nº14: Instrumentación

Anejo nº15: Operación y Mantenimiento

- Tomo 9. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº16: Documentación Ambiental

Anejo nº17: Estudio de Inundabilidad

Anejo nº18: Expropiaciones y Servicios Afectados

- Tomo 10. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº19: Estudio de Seguridad y Salud

Anejo nº20: Control de Calidad

Anejo nº21: Gestión de Residuos

- Tomo 11. **Doc.nº1: Memoria y Anejos**

Anejo nº22: Plan de Obra

Anejo nº23: Justificación de Precios

Anejo nº24: Presupuesto para cocimiento de la Administración

- **Tomo 12.** **Doc.nº2: Planos**

  Planos de Medina del Campo, Iscar y Tordesillas

- **Tomo 13.** **Doc.nº2: Planos**

  Planos de Tudela de Duero, Benavente y Toro

- **Tomo 14.** **Doc.nº3: Pliego de Prescripciones Técnicas**

- **Tomo 15.** **Doc.nº3: Pliego de Prescripciones Técnicas**

  Especificaciones Técnicas Particulares

- **Tomo 16.** **Doc.nº4: Presupuesto**

  Mediciones

- **Tomo 17.** **Doc.nº4: Presupuesto**

  Cuadro de Precios

  Presupuesto

ANEJO Nº 8

GEOLOGIA Y GEOTECNIA

ANEJO 8: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

1. INTRODUCCIÓN. 3
2. MEDINA DEL CAMPO. 4
3. ISCAR. 7
4. TORDESILLAS. 9
5. TUDELA DE DUERO. 11
   5.1. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA EN LA EDAR. 11
   5.2. RESUMEN GEOLOGÍA Y GEOTECNIA EMISARIO PRINCIPAL. 11
6. BENAVENTE. 19
7. TORO. 20

APÉNDICE 1. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE LA EDAR DE MEDINA DEL CAMPO. MARZO 1998

APÉNDICE 2. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE LA EDAR DE ISCAR. AGOSTO 2002

APÉNDICE 3. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE LA EDAR DE TORDESILLAS. MAYO 2002

APÉNDICE 4. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE TUDELA DE DUERO. MAYO 2012

APÉNDICE 5. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE TORO. DICIEMBRE 2001

1. INTRODUCCIÓN.

Para proyectar las actuaciones en las EDAR y en las redes de saneamiento de Medina del Campo, Iscar, Tordesillas, Tudela de Duero, Benavente y Toro, es necesario conocer las características del terreno, tanto dentro de la planta como en la zona donde se ejecuten los nuevos colectores.

Conocer las características del terreno y los condicionantes constructivos: métodos de excavación, capacidad portante, asientos previsibles, nivel de agua subterránea, impermeabilización, tipo y características de cimentación, etc. es imprescindible para un buen proyecto constructivo.

El estudio de geología y geotecnia se va a dividir en los municipios que abarca este apartado: Medina del Campo, Iscar, Tordesillas, Tudela de Duero, Benavente y Toro.

Para cada uno de los estudios se emplearán como base los estudios geológico y geotécnico incluidos en los proyectos originales de cada una de las EDAR y de cada uno de los colectores.

2. MEDINA DEL CAMPO.

Se empleará como base del estudio geológico y geotécnico, el incluido en el Anejo nº3 del proyecto *"Concurso de proyecto y obra de ampliación de emisario y estación depuradora de aguas residuales de Medina del Campo (Valladolid)"* de Marzo de 1998 (incluido como Apéndice 1 en el presente documento).

Datos de partida: el estudio geológico y geotécnico se realizó sobre el terreno donde se proyectaba la ampliación de la depuradora de Medina del Campo, ubicado en la margen derecha del río Zapardiel, a unos 2,5km al oeste de la población de Medina del Campo.

Los estudios fueron realizados en Marzo de 1998 por CESECO, S.A. a petición de ZARZUELA EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A.

Geología: la zona de estudio se encuentra situada en el sector central de la cuenca terciaria continental del Duero, modelada posteriormente por la red fluvial cuaternaria.

Geomorfología: la zona de estudio se encuentra en una región conocida con el nombre local de "campiñas", debido a que está formada por llanuras suavemente alomadas en donde se encaja la red fluvial principal.

Litología: la región estudiada está constituida por un conjunto de fangos arcósicos rojizos, ocres y gris verdosos (arenas, limos y arcillas) con intercalaciones de canales de arcosas (arenas). Este conjunto se conoce como "Unidad Pedraja de Portillo", es de edad Mioceno (Terciario) y se dispone en capas subhorizontales de 2 a 4m de espesor. Su potencia total oscila entre 50 y 80m.

Nivel freático: se encuentra situado a una profundidad de 4,0m y se trata de un acuífero subterráneo de pequeña entidad y extensión. Este nivel de agua se podrá rebajar sin dificultad mediante bombas de achique convencionales en el caso de que afecte a alguna de las actuaciones que está previsto se realicen.

Agresividad: los materiales presentes en el subsuelo de la parcela, al igual que las aguas subterráneas, no son agresivos con el hormigón.

Estratigrafía y características geotécnicas de los materiales: el subsuelo de la zona se puede esquematizar con arreglo al siguiente perfil litológico:

De 0,0m a 1,0m	SUELO VEGETAL de arenas, arcillas y cantos, con algo de materia orgánica.
De 1,0m a 3,0m	ARENAS con gravas cuarcíticas y algo de limo y arcilla, bastante compactas de color rojizo.
A partir de 3,0m	ARENAS cementadas (areniscas) muy compactas y de color marrón rojizo.

Geotecnia del terreno: de la capa de arenas cementadas.

- Resistencia a compresión (roca cementada): 22-38 Kp/cm^2
- Resistencia a compresión (roca no cementada): 1 Kp/cm^2
- Cohesión: 1,04-1,27 Kp/cm^2
- Ángulo de rozamiento interno Ø: 32-34°
- Densidad seca: 1,72-1,98 g/cm^3

Capacidad portante: la capacidad portante del terreno para profundidades comprendidas entre 1 y 3m (arenas con gravas) es de 2,5 Kp/cm^2.

Para una profundidad mayor a los 3m (arenas cementadas) la capacidad portante del terreno es de 4,5 Kp/cm^2. Debido a la distribución irregular de los niveles

cementados de las arenas arcillosas, se recomendó que, para el cálculo de las cimentaciones, se adoptara una capacidad portante del terreno a 3m de profundidad de 3,5 Kp/cm^2.

Asientos: el asiento determinado en el estudio, utilizando el método elástico y una carga admisible de 3,5 Kp/cm^2, fue de 12mm.

3. ISCAR.

Se empleará como base del estudio geológico y geotécnico, el incluido en el Anejo nº5 del proyecto *"Iscar. Emisario y EDAR"* del año 2002 (incluido como Apéndice 2 en el presente documento).

Datos de partida: el estudio geológico y geotécnico se realizó sobre el terreno donde se construyó a posteriori la EDAR de Iscar, junto al Molino Rodero, a 2km al noreste de la localidad.

Los estudios fueron realizados en Agosto de 2002 por CESECO a petición de CONCALSA.

Geología: la zona de estudio se encuentra situada en la Submeseta Septentrional, al sur del centro geométrico de la Cuenca Terciaria Continental del Duero, modelada posteriormente por la red fluvial cuaternaria.

Geomorfología: la zona estudiada está asentada en el valle aluvial del río Pirón, que tiene un modelado de relieve en graderío resultante de un sistema de terrazas escalonadas (típico de los valles fluviales de esta zona).

Litología: la parcela se asienta sobre un conjunto de arcillas arenosas y limos arcillosos de color verdoso y marrón, materiales muy compactos, cuya potencia es mayor a 60m, por lo que no se consideraron otros tipos de materiales.

Nivel freático: se detectó un nivel de agua subterráneo a 13,0m de profundidad aproximadamente, que no afectará a ninguna de las acciones que se llevarán a cabo.

Agresividad: los materiales presentes tienen un contenido en sulfatos relativamente bajo, por lo que no se consideraron agresivos para el hormigón.

Estratigrafía y características geotécnicas de los materiales: la estratigrafía típica es la siguiente:

De 0,0m a 1,0m	ARCILLAS de color blanquecino muy compactas.
De 1,0m a 20,0m	ARCILLAS ARENOSAS, de color verdoso y rojizo, bastante compactas.

Geotecnia del terreno:

- Cohesión: 0,3 Kp/cm^2
- Angulo de fricción interno Ø: 27º

Capacidad portante: la presión admisible del terreno establecida para cimentación superficial mediante losa armada a partir de 2,5m de profundidad sobre la capa B de limos arcillosos fue de 4,0 Kp/cm^2.

Asientos: el asiento determinado en el estudio, utilizando el método elástico y una carga admisible de 4,0 Kp/cm^2, para un ancho de zapata de 1,5m, fue de 13mm.

4. TORDESILLAS.

Se empleará como base del estudio geológico y geotécnico en la EDAR de Tordesillas el estudio incluido en el proyecto de 2002 de cuando se ejecutó la EDAR, que se incluye como apéndice 3. Del mismo se extraen las siguientes conclusiones:

Datos de partida: el estudio geológico y geotécnico se realizó en una parcela situada entre el camino de Tordesillas a Torrecilla y el canal de Tordesillas, muy próxima a la autovía.

Los estudios fueron realizados en Febrero de 2002 por la empresa Investigación y control de calidad S.A. (INCOSA).

Geología: todo el entorno de la zona de estudio está dominado por materiales cuaternarios de edad reciente, correspondientes a depósitos aluviales asociados al río Duero.

Nivel freático: no se detectó la presencia de agua en las calicatas realizadas. Es de resaltar, que en una de ellas se observó humedad en el fondo, de lo que se sugirió la presencia muy próxima del nivel freático. Por ello, se prevé que cualquier excavación realizada a profundidades mayores a 4,5m podría verse afectada por el nivel freático.

Agresividad: no se detectó la presencia de sulfatos ni de materia orgánica en los ensayos realizados. Por lo que, de acuerdo con los parámetros de la EHE, los suelos encontrados no son agresivos para los hormigones.

Clasificación del terreno:

Nivel A: Arena arcillosa y arcilla arenosa de color marrón:

Este nivel, con un espesor comprendido entre 1,5m y 3m, está compuesto por una mezcla de materiales de diferentes granulometrías, predominando generalmente la fracción arenosa, aunque en ocasiones puede dominar la fracción arcillosa. Presenta una compacidad de suelta a moderadamente densa (según la clasificación que aparece en Crespo, 2000).

Nivel B: Arena limosa con bolos, gravas y gravillas:

Este nivel, con una potencia de hasta 2,55m, presenta una fracción de gravas muy variable. La compacidad va desde de suelta a moderadamente densa (según la clasificación que aparece en Crespo, 2000). Presenta un color beige con un ligero tono ocre.

Nivel C: Gravas, gravillas y ocasionales bolos redondeados de cuarzo en matriz arenolimosa:

Este nivel solo fue detectado en alguna de las calicatas realizadas a una profundidad comprendida entre 3,20m y 3,90m. Según la clasificación de Casagrande este suelo presenta gravas arenolimosas sin plasticidad mal graduadas (GP-GM). Tiene un color beige grisáceo y está constituido por los materiales cuaternarios dejados por la evolución del río Duero.

Geotecnia del terreno: en el estudio realizado en el año 2002 se estimaron unos parámetros geotécnicos, en base a los ensayos de penetración DPSH, que se resumen en los siguientes:

- Cohesión: 0 KPa
- Angulo de fricción interno Ø: 27,5°
- Peso específico aparente: 2,1-2,3 t/m^3

5. TUDELA DE DUERO.

El estudio geológico-geotécnico de Tudela de Duero se va a dividir en dos: por un lado el estudio geológico-geotécnico de la parcela sobre la que se ubica la EDAR de Tudela de Duero y por otro lado el estudio sobre la zona por la que discurrirá el Emisario Principal que recogerá los caudales generados en la margen izquierda del municipio.

5.1. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA EN LA EDAR.

Dada la escasa relevancia de las estructuras a acometer en la EDAR y, debido al conocimiento geotécnico que se tiene como consecuencia de la reciente ejecución de las instalaciones, no se cree preciso realizar una campaña geotécnica específica en la parcela de la EDAR

Destacar que las cargas transmitidas por las estructuras proyectadas son menores a 0,6Kg/cm², cargas muy inferiores que las que en la actualidad transmiten las cimentaciones directas de los edificios existentes y que en ningún caso han supuesto ningún problema de rotura de terrenos ni asentamientos diferenciales.

Por otro lado, las características de los suelos presentes en esta zona se pueden asemejar a los existentes en la zona de la margen derecha bajo la que discurre el Emisario Principal, zona en la que se he realizado una completa campaña geotécnica.

5.2. RESUMEN GEOLOGÍA Y GEOTECNIA EMISARIO PRINCIPAL.

La empresa CESECO, S.A., a petición de la UTE INCISA-ECOSISTEMAS 2.000, ha realizado un estudio del terreno sobre el que se proyecta ejecutar el emisario en la margen izquierda del río Duero en Tudela de Duero (Valladolid).

Para la realización del estudio se han llevado a cabo los siguientes trabajos: recopilación de la información existente sobre proyectos anteriores realizados en la zona, ejecución de las prospecciones de campo (sondeos y ensayos de penetración dinámica tipo DPSH) y ensayos de laboratorio para completar el reconocimiento de las características litológicas de los diferentes terrenos presentes en la zona de

estudio (estructura, disposición, potencia, edad,...) y de sus características geotécnicas (granulometría, plasticidad, resistencia a compresión,...).

A continuación se hace un resumen con las principales conclusiones del estudio.

Geomorfología: la zona de estudio está asentada en el valle aluvial del río Duero, el cual presenta un modelo de relieve en graderío resultado de un sistema de terrazas escalonadas (típico de los valles fluviales de esta región). El terreno tiene una cota absoluta comprendida entre las cotas 708m y 694m, y una cota relativa de 10-20m sobre el cauce actual del río Duero.

Geología: la localidad de Tudela de Duero se encuentra enmarcada en el sector central de la Cuenta Terciaria Continental del Duero, la cual forma una depresión de origen tectónico que se rellenó durante el Terciario con sedimentos de origen continental. Sobre ellos existen recubrimientos cuaternarios, principalmente de origen fluvial y aluvial.

Hidrogeología: la existencia de depósitos granulares (que aparecen a lo largo de todo el trazado, bien bajo el nivel superior de suelo vegetal o bien bajo el nivel de arenas limosas) con mayor permeabilidad que el sustrato inferior (de naturaleza fundamentalmente limosa y arcillosa), origina la aparición en estos depósitos de un acuífero aluvial de carácter superficial y libre. Los detríticos gruesos funcionan como acuíferos y los finos normalmente como acuitardos.

Desde el punto de vista hidráulico, el acuífero superior normalmente se comporta como acuífero libre y, más abajo, la mayoría de los acuíferos se comportan como semiconfinados, utilizando el inmenso almacenamiento de agua de los limos y otros materiales de baja permeabilidad, que se comportan como acuitardos.

Nivel freático: durante la realización de las investigaciones de campo se ha detectado en algunos puntos la presencia de un nivel freático, el cual en principio no afectará a la mayor parte del trazado.

En la zona donde se ubicará la estación de bombeo nº1 se estima la presencia de agua a una profundidad de 4,5m bajo la cota del terreno, conectando con la lámina de agua del río Duero.

En la zona del Paseo de Requejada se ha localizado un nivel de agua a una profundidad de 3,20m.

En la Plaza El Plantío (donde se ubicará la segunda estación de bombeo) se ha localizado la presencia de nivel freático a una profundidad de 5,7m.

En la zona de la Calle Herrera no se ha detectado presencia de agua, mientras que en la zona en torno a la pasarela si se ha hecho a una profundidad de 3,9m.

Finalmente en la margen derecha no se ha detectado nivel freático.

Agresividad: los materiales presentes en la zona no son agresivos frente al hormigón (contenido en sulfato menor a 0,06 mg/kg). En cambio, el agua del nivel freático es débilmente agresiva (Q_a), por lo que los elementos estructurales en contacto con el agua del nivel freático deberán estar confeccionados con hormigón resistente a los agentes químicos.

Estratigrafía y características geotécnicas de los materiales: a grandes rasgos se puede definir la siguiente secuencia litológica, por tramos:

Desde el PB-1 hasta P.K.0+040 (Llanura de inundación del río Duero)

De 0,0m a 0,3–0,5m	SUELO VEGETAL arenoso con alguna grava dispersa.
De 0,0–3,0m a 6,0–7,0m	ARENAS LIMOSAS, de color ocre, poco compactas.
A partir de 6,0–7,0m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Desde el P.K.0+040 hasta P.K.0+080 (Escarpe del valle fluvial)

A partir de 0,0m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas bajo un nivel superior de suelo vegetal de poca entidad.

Desde el P.K.0+080 hasta P.K.0+430 (Terraza fluvial)

De 0,0m a 0,3–0,5m	SUELO VEGETAL, arenoso de color marrón oscuro. Nivel de rellenos en zonas urbanizadas (el cual puede alcanzar mayor potencia).
De 0,3–0,5m a 3,0–4,5m	GRAVAS Y ARENAS cuarcíticas de color ocre y blanquecino.
A partir de 3,0–4,5m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Desde el P.K.0+430 hasta P.K.0+510 (Vaguada vertiente del río Duero)

De 0,0m a 0,3–2,0m	SUELO VEGETAL arenoso de color oscuro y RELLENOS, materiales removilizados por la acción humana para la urbanización y nivelación de la zona.
De 0,3–2,0m a 2,0–3,0m	GRAVAS Y ARENAS, ARENAS LIMOSAS de color ocre, pocos compactos.
De 2,0–3,0m a 2,0–5,0m	ARENAS LIMOSAS, de color ocre, poco compactas.
A partir de 2,0–5,0m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Desde el P.K.0+510 hasta P.K.1+255 (Terraza fluvial)

De 0,0m a 0,3–1,0m	SUELO VEGETAL arenoso de color marrón y nivel de rellenos en zonas urbanizadas.
De 0,3-1,0m a 3,0–4,0m	GRAVAS Y ARENAS cuarcíticas, bastante densas.

A partir de 3,0–4,0m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Desde el P.K.1+255 hasta P.K.1+430 (Terraza fluvial)

De 0,0m a 0,5–3,5m	ARENAS LIMOSAS, de color ocre.
De 0,5–3,5m a 2,0–5,0m	GRAVAS Y ARENAS cuarcíticas, bastante densas.
A partir de 2,0–5,0m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Desde el P.K.1+570 hasta P.K.1+890 (Camino junto al cauce del río)

De 0,0m a 0,3-0,5m	RELLENOS, materiales removilizados para la reejecución de paseo peatonal e instalación de redes de servicio ya existentes.
A partir de 0,3–1,0m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Geotecnia:

CAPAS A) Y B) SUELO VEGETAL Y RELLENOS: este nivel deberá ser eliminado o recompactado convenientemente en su totalidad para la realización de los elementos de cimentación.

CAPA C) ARENAS LIMOSAS: podemos considerar como representativos para esta capa los siguientes parámetros geotécnicos:

- Plasticidad: LL=26,9 (no plástico); IP=9,8 (no plástico).
- Clasificación Casagrande: CL, SM.
- Resistencia a la penetración dinámica tipo DPSH: N_{20}=0-19
- Cohesión: 0,0-0,1 Kp/cm^2

- Angulo de fricción interno Ø: 20º-25º
- Modulo de deformación (E): 10-150 Kp/cm^2
- Coeficiente de Poisson (μ): 0,30

CAPA D) GRAVAS Y ARENAS: son representativos para esta capa los siguientes parámetros geotécnicos:

- Plasticidad: LL = (no plástico); IP = (no plástico).
- Clasificación Casagrande: SP.
- Resistencia a la penetración dinámica tipo DPSH: N_{20} = 9-30
- Cohesión: 0,0 Kp/cm^2
- Angulo de fricción interno Ø: 35º-40º
- Resistencia a la penetración dinámica tipo DPSH: N_{20}>20
- Modulo de deformación (E): ≥ 400 Kp/cm^2
- Coeficiente de Poisson (μ): 0,30

CAPA E) ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS: son representativos para esta capa los siguientes parámetros geotécnicos:

- Plasticidad: LL = 23,0-38,1; IP = 8,7-21,5
- Clasificación Casagrande: CL y SC.
- Resistencia a la penetración dinámica tipo DPSH: N_{20} > 20
- Cohesión: 0,0-1,7 Kp/cm^2
- Angulo de fricción interno Ø: 22º-27º
- Resistencia a la penetración dinámica tipo DPSH: N_{20}>20
- Modulo de deformación (E): ≥ 250 Kp/cm^2
- Coeficiente de Poisson (μ): 0,30

Excavabilidad: a partir de los reconocimientos y prospecciones realizadas, todos los materiales existentes a lo largo del trazado estudiado, serán excavables mediante medios mecánicos convencionales.

Estabilidad de la zanja: en cuanto a la estabilidad de la zanja, podemos distinguir cuatro zonas diferenciadas a lo largo del trazado:

- En la *margen izquierda del río*, en el inicio del trazado, nos encontramos arenas limosas, poco compactas, estables para taludes 1H/2V.
- En el *escarpe del río Duero en margen izquierda y sobre el paseo peatonal*, la zanja se ejecutará sobre un nivel de suelo vegetal y materiales de relleno bajo el cual aparece otro nivel de arenas arcillosas y arcillas arenosas. En estos tramos la zanja es estable para taludes 1H/1V en el primer nivel, y para taludes subverticales en el segundo.
- En la *zona de la Plaza El Plantío*, el colector y el pozo de bombeo se ejecutarán sobre rellenos en el nivel superior y, en niveles inferiores, sobre gravas y arenas y arenas limosas. En el nivel superior la zanja se considera estable para taludes 1H/2V y, en el nivel inferior, para taludes 1H/1V.
- El *resto del trazado* del colector, se ejecutará sobre suelo vegetal y sobre gravas y arenas. En este caso la zanja se considerará estable para taludes 1H/1V en el de suelo vegetal, y 1H/2V en el segundo nivel.

Relleno de la zanja: los materiales del conjunto de gravas y arenas se clasifican como suelos seleccionados, mientras que por el contrario el resto de los materiales se pueden clasificar como suelos tolerables.

Capacidad portante: en el Apéndice 9 se establece la capacidad portante del terreno en las zonas en las que se ubicarán los pozos de bombeo, en función del tipo de cimentación y de la profundidad. De forma general se puede asegurar que la capacidad portante en la zona en la que se ubicará el pozo de bombeo 1, a una profundidad comprendida entre 3,5-4,0m (para una cimentación superficial de 6,0*6,0m), es de 0,5 Kp/cm^2. Mientras que la capacidad portante del terreno en la zona en la que se ubicará el segundo pozo de bombeo, a una profundidad comprendida entre 3,5-4,0m (para una cimentación superficial de 6,0*6,0m), es de 3,5 Kp/cm^2.

Asientos: de acuerdo con los parámetros geotécnicos descritos anteriormente y suponiendo una transmisión de cargas al terreno de 0,6 Kp/cm^2 sobre el nivel de arenas arcillosas y arcillas arenosas, se estima que el asiento producido en la zona de cada uno de los pozos de bombeo serán los siguientes:

- Pozo nº1 (módulo de compresibilidad = 250 Kp/cm^2): Asiento estimado 14mm.
- Pozo nº2 (módulo de compresibilidad = 400 Kp/cm^2): Asiento estimado 9mm.

6. BENAVENTE.

Dada la escasa relevancia de las estructuras a acometer en la EDAR y al conocimiento de la geotecnia de la zona (gracias a trabajos anteriormente realizados en la instalación que contemplaron un estudio geológico), no se cree preciso realizar una campaña geotécnica específica en la parcela de la EDAR.

Destacar que las cargas transmitidas por las estructuras proyectadas son menores a 0,6Kg/cm², cargas muy inferiores a las que en la actualidad transmiten las cimentaciones directas de los edificios existentes y que en ningún caso han supuesto ningún problema de rotura de terrenos ni asentamientos diferenciales.

7. TORO.

Se empleará como base del estudio geológico y geotécnico de la EDAR de Toro el estudio incluido en el proyecto de 2001 correspondiente a una anterior actuación en la misma (estudio realizado por Consultores Técnicos Asociados, S.A. a petición de D.H.A.), que se incluye como Apéndice 5. De él se extraen las siguientes conclusiones:

Datos de partida: el estudio geológico y geotécnico se realizó en el entorno más próximo del propio solar de la EDAR. Estos trabajos se basaron en la realización de seis calicatas y tres ensayos de penetración dinámica tipo Borros. Además se consideraron los resultados de prospecciones realizadas para otros trabajos próximos a la zona estudiada.

Geología: la zona de estudio se encuentra situada en el borde occidental de la Cuenca Terciaria del Duero siendo los materiales aflorantes miocénicos y cuaternarios, exclusivamente continentales.

Destaca la formación "Facies Roja de Toro", constituida por conglomerados de matriz gredosa de color intenso y poco compacto. Presentan estratificaciones abundantes, paleocauces e intercalaciones de arenisacas y limos también rojos, así como lechos carbonatados.

Los depósitos cuaternarios más importantes del área corresponden a las terrazas del río Duero y a su llanura aluvial actual, ninguno de los cuales afecta a la zona de estudio.

Geomorfología: el área presenta un relieve alomado con una superficie suavemente ondulada y de pendientes moderadas (en torno del 5%).

Hidrogeología: la zona en la que se enmarca el estudio aparece disectada por pequeños cursos de agua intermitentes y esporádicos, que dan lugar a valles de

encajamiento con pendientes moderadas. El drenaje de la zona tiene lugar principalmente por escorrentía superficial dado que el terreno tiene una permeabilidad reducida.

Nivel freático: en las calicatas realizadas no se detectó nivel freático estable a la profundidad realizada por los reconocimientos (hasta 2,2m).

Agresividad: no se considera necesario el uso de un cemento sulforresistente para el hormigón de las cimentaciones y obras de fábrica en contacto permanente con el suelo, ya que el contenido de sulfatos en el terreno es menor a 0,1%.

Clasificación del terreno:

Nivel A: Tierra vegetal floja y rellenos:

Es el nivel más superficial que aparece de forma homogénea en toda la zona y con un espesor medio de 0,7m. Está constituido por fracciones finas limosas y arcillosas de color marrón y gris oscuro, englobando pequeños cantos y restos de raíces.

Nivel B: Limos arenosos y arenas algo limosas:

Debajo de los anteriores materiales de recubrimiento (tierra vegetal y rellenos), y hasta una profundidad variable entre 0,90 y 2,20m, aparece un terreno constituido por limos arenosos y arenas finas y algo limosas, de color marrón, que engloban por lo general cantos de pequeño tamaño dispersos y alguna raíz a techo.

Nivel C: Arenas limo-arcillosas. Sustrato terciario:

Desde una profundidad comprendida desde entre 0,90m y 2,20m y hasta una profundidad que va más allá del nivel alcanzado por las calicatas, aparece un nivel de arenas limo-arcillosas de color marrón-rojizo, que engloban cantos por lo general de pequeño tamaño y naturaleza cuarcítica.

Geotecnia del terreno:

Nivel A: Tierra vegetal floja y rellenos:

Este nivel, a efectos de capacidad portante, se puede clasificar como no apto para el apoyo de elementos estructurales, debido a su escaso espesor, heterogeneidad, baja compacidad, reducida resistencia al corte y elevada compresibilidad.

Sus parámetros geotécnicos son los siguientes:

- Cohesión: 0 Kg/cm^2
- Angulo de fricción interno Ø: 10º
- Peso específico aparente: 1,75 T/m^3

Nivel B: Limos arenosos y arenas algo limosas:

Por su escaso espesor, baja compacidad y origen de alteración, no se recomienda apoyar la cimentación del edificio a realizar sobre este nivel.

Los parámetros geotécnicos de este nivel son los siguientes:

- Cohesión: 0 Kg/cm^2
- Angulo de fricción interno Ø: 10º
- Peso específico aparente: 1,75 T/m^3

Nivel C: Arenas limo-arcillosas. Sustrato terciario:

Presentan una compacidad media-alta, siendo ésta creciente con la profundidad, y constituyen el sustrato terciario más próximo a la superficie en la zona investigada.

Los parámetros geotécnicos de este nivel son los siguientes:

- Cohesión: 0,25-0,50 Kg/cm^2
- Angulo de fricción interno Ø: 29º-55º
- Peso específico aparente: 1,98 T/m^3
- Índice de Plasticidad: 25-36%.
- Límite Líquido: 40-55%.

Capacidad portante: se ha considerado el terreno de cimentación el *Nivel C: Arenas limo-arcillosas*, el cual tiene una carga máxima admisible de 2,50 Kg/cm^2.

Asientos: para zapatas de hasta 6*6m, que transmitan tensiones máximas sobre el terreno del orden de 2,50 Kg/cm^2, los asientos producidos alcanzarán los 2,17cm (menor al asiento máximo instantáneo admisible, de una pulgada igual a 2,54cm).

Tipología de cimentación: las instalaciones y edificios a construir en la parcela investigada pueden cimentarse superficial y directamente mediante losas o zapatas (en muros exteriores) y mediante zapatas aisladas en pilares interiores debidamente arriostradas a las zapatas perimetrales, con el fin de evitar asientos diferenciales.

Las zapatas se deberán empotrar en el nivel geotécnico C, en torno a los 2,5-3,0m de profundidad con respecto a la superficie actual del solar.

APÉNDICE 1

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE LA EDAR DE MEDINA DEL CAMPO. MARZO 1998

INDICE

1. INTRODUCCION

2. PROSPECCIONES Y ENSAYOS

2.1.Prospecciones de campo
2.2.Ensayos de laboratorio

3. SITUACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA

4. ESTUDIO GEOTECNICO

4.1.PERFIL Y PARAMETROS GEOTECNICOS
4.2.CIMENTACION (CAPACIDAD PORTANTE Y ASIENTOS)

5. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS

ANEJO I : PLANOS DE SITUACION
PERFIL LITOLOGICO

ANEJO II : REGISTRO LITOLOGICO DE CALICATAS
REGISTRO LITOLOGICO DE SONDEOS
RESULTADOS DE PENETRACION DINAMICA
RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEJO III : DOCUMENTACION FOTOGRAFICA

1. INTRODUCCION

A petición de ZARZUELA EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A. se ha realizado el estudio del terreno, sobre el que se proyecta construir una ampliación de la estación depuradora de aguas residuales y emisarios de Medina del Campo.

La investigación se centra en la laguna anaerobia nº 1 fundamentalmente y en la laguna anaerobia nº 2 de la planta depuradora actual, que se ubica en la margen derecha del río Zapardiel, a unos 2,5 Km. al oeste de la población de Medina del Campo.

Encargado dicho informe a CESECO, S.A., los trabajos llevados a cabo han consistido en la ejecución de las prospecciones de campo y ensayos de laboratorio necesarios para el reconocimiento de las características litológicas de los diferentes terrenos presentes en la zona de estudio : estructura, disposición, potencia, edad, etc... y de sus características geotécnicas : granulometría, plasticidad, resistencia a compresión, etc..., con el fin de que sirvan de base al estudio geotécnico y emitir las condiciones de cimentación y los posibles problemas constructivos : método de excavación, capacidad portante, asientos, nivel de agua subterránea, impermeabilización, tipo y características de cimentación, etc...

Para la realización del presente informe, la dirección técnica de ZARZUELA EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A. (D. PABLO RUIZ) nos proporcionó varias plantas y secciones de la futura ampliación a diferentes escalas.

2. PROSPECCIONES Y ENSAYOS

En base a la obra a realizar se programó, conjuntamente con la dirección técnica de ZARZUELA EMPRESA CONSTRUCTORA, S.A., una investigación consistente en la ejecución de una campaña de sondeos, penetraciones dinámicas y calicatas, con toma de muestras del terreno para su posterior ensayo en laboratorio. A continuación se describe dicha campaña de investigación.

2.1. PROSPECCIONES DE CAMPO

Se han realizado tres sondeos a rotación con extracción de testigo continuo, mediante batería doble, con el fin de reconocer la disposición, potencia, compacidad, etc. de los diferentes materiales y la situación del nivel freático. Los sondeos han sido ejecutados por CESECO, S.A. con una sonda CANARIAS-240 N.1055 (ISSA), montada sobre camión LAND-ROVER 2.000. El equipo de perforación está acreditado por la Junta de Castilla y León.

La denominación de los sondeos es S-1, S-2 y S-3 y la profundidad alcanzada en cada uno de ellos es de 10-11 m. Su situación figura en el Anejo I (ver plano de situación adjunto a este informe).

Los testigos obtenidos se han almacenado en cajas de cartón parafinado colocados de forma ordenada, separando las diferentes maniobras con tablillas de madera y están depositados en la nave del Laboratorio de CESECO, S.A. De la sonda instalada en cada punto de perforación y de todas las cajas se ha tomado una fotografía en color (ver Anejo III documentación fotográfica).

En las tres perforaciones se recogieron muestras inalteradas y se realizaron ensayos de penetración standard, parafinándose un total de 21 muestras: 12 testigos de avance y 9 muestras de penetración dinámica standard (SPT).

También se han realizado cuatro ensayos de penetración dinámica tipo Borro's para conocer las resistencias y situación de las diferentes capas que forman el subsuelo de la parcela.

Las penetraciones dinámicas han sido realizadas por CESECO, S.A. con un equipo, de su propiedad, acreditado por la Junta de Castilla y León que cumple las normas N.I. de la S.I.M.S.F.E.

La denominación de los ensayos es P-1, P-2, P-3 y P-4 y se alcanzó el rechazo (> 150 golpes/20 cm.) a las profundidades de 3,40 m., 5,80 m., 3,40 y 2,80 m., respectivamente.

La situación de los ensayos figura en el plano adjunto a este informe (ver Anejo I). El registro y los gráficos de penetración dinámica constan en el Anejo II.

Se ha tomado una fotografía en color del penetrómetro instalado en cada punto de ensayo (ver Anejo III).

Por último, se han realizado 4 calicatas mediante medios mecánicos convencionales, de 3,0 m. de profundidad con el fin de observar el tipo de subsuelo de la parcela. Su situación figura en el Anejo I y los registros litológicos constan en el Anejo II.

La campaña de sondeos, penetraciones dinámicas y calicatas ha sido supervisada por un geólogo de CESECO, S.A. especializado en este tipo de trabajo; a cuyo cargo ha estado además el registro e interpretación de dichos trabajos (registro litológico, ensayos de penetración, situación del nivel freático, etc...) que figuran en el Anejo I.

Por último se han realizado unos perfiles litológicos, (A-B de dirección N-S y C-D de dirección E-O), en donde se observa la situación de las diferentes capas y sus características geotécnicas principales, que se incluyen en el Anejo I.

Todos los ensayos se han realizado a la cota actual de la superficie y por lo tanto, todas las cotas a las que nos referimos en este informe son relativas.

2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras obtenidas en los sondeos se han realizado ensayos de identificación: granulometría, plasticidad (límites de Atterberg) y contenido en sulfatos ($SO_4^=$); determinándose su clasificación según Casagrande, AASHTO e índice de grupo. También se han determinado sus propiedades físicas y mecánicas: humedad natural, densidad seca, resistencia a la compresión simple, corte directo (cohesión y ángulo de rozamiento interno), etc.

Con las muestras obtenidas en las calicatas, se han realizado ensayos de identificación: granulometría, plasticidad (límites de Atterberg y contenido en sulfatos ($SO_4^=$)).

En el Anejo II, Ensayos de Laboratorio, figuran los gráficos y los resultados obtenidos en los ensayos realizados.

3. SITUACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA

La población de Medina del Campo se sitúa en la zona centromeridional de la provincia de Valladolid, a unos 40 Km. al SSO de la capital.

La planta depuradora de aguas residuales se sitúa en la margen derecha del río Zapardiel, 2,5 Km. al oeste de Medina del Campo.

Geológicamente esta zona está enmarcada en el sector central de la cuenca terciaria continental del Duero, modelada posteriormente por la red fluvial cuaternaria.

Geomorfológicamente la región se conoce con el nombre local de "campiñas". Se trata de llanuras suavemente alomadas en donde se encaja la red fluvial principal.

Como se ha comentado anteriormente la planta depuradora se asienta en la margen derecha del río Zapardiel, afluente por la margen izquierda del río Duero. En concreto, la ampliación se situará en donde se ubican actualmente las lagunas anaerobicas nº 1 y 2, tiene una cota media absoluta de 715 m. y relativa sobre el cauce del río de 5-7 m.

Litológicamente la región estudiada está constituida por un conjunto de fangos arcósicos rojizos, ocres y gris verdosos (arenas, limos y arcillas) con intercalaciones de canales de arcosas (arenas). Este conjunto se conoce como "Unidad Pedraja de Portillo", es de edad Mioceno (Terciario) y se dispone en capas subhorizontales de 2 a 4 m. de espesor. Su potencia total oscila entre 50 y 80 m.

En concreto, el subsuelo de la futura depuradora está formado por arenas silíceas y feldespáticas con algo de limo y arcilla, muy compactas y por areniscas y microconglomerados de color ocre amarillento y rojizo.

Este conjunto se clasifica como suelo de grano fino-medio y es del tipo SC (arenas con arcillas), CL (arcillas de baja plasticidad), ML (limos de baja plasticidad). Según la clasificación AASHTO son del grupo A-7-6 y A-6 con índice de grupo de 3 a 8.

En los sondeos se ha detectado un pequeño nivel de agua que puede proceder de las fugas de las balsas y/o corresponder a un nivel freático de pequeña entidad. Aparece a profundidades variables entre 2,50 y 4,00 m.

Este conjunto puede considerarse como algo permeable (la permeabilidad varía en función de la variación del contenido en finos de los niveles que forman esta capa), teniendo un drenaje medio que se efectúa principalmente por infiltración y escorrentía. Se puede considerar un coeficiente de permeabilidad "K" del orden de 10^{-4} a 10^{-5} cm/sg.

Estos materiales son de edad Orleaniense superior-Astaraciense inferior (mioceno inferior-medio) y están dispuestas horizontalmente en secuencias granodecrecientes con ciclos de espesor del orden de 2 a 4 m.

Superficialmente este nivel de arenas arcillosas y areniscas está cubierto por una capa de 2 m. de arenas y gravas cuarcíticas redondeadas que se clasifican como suelo del tipo SW/SM (arenas con gravas bien graduadas con algo de limo) y son materiales de baja plasticidad. Según la clasificación AASHTO son del grupo A-1-b y A-2-4 con índice de grupo 0.

Se puede considerar que estos materiales tienen una permeabilidad media, debido a su contenido relativamente bajo en finos. Su drenaje es medio y se efectúa por infiltración considerando un coeficiente de permeabilidad "K" del orden de 10^{-3} - 10^{-4} cm/sg.

4. ESTUDIO GEOTECNICO

En este apartado se describen las características geotécnicas de los materiales que constituyen el subsuelo de la zona estudiada.

4.1. PERFIL Y PARAMETROS GEOTECNICOS

Desde el punto de vista geotécnico podemos esquematizar el terreno sobre el que se proyecta construir, con arreglo al siguiente perfil :

CAPA A) SUELOS VEGETALES

Profundidad : De 0,0 m. a 0,9 m.

Suelos arenosos con algo de materia orgánica y ocasionalmente rellenos de naturaleza diversa (ladrillos, tablas, etc.)

CAPA B) ARENAS CON GRAVAS

Profundidad : De 0,9 m. a 3,0 m.

En base a los resultados de los ensayos realizados (ver Anejo II), podemos considerar como representativos para esta capa los siguientes parámetros geotécnicos.

Resistencia a la penetración dinámica standard (S.P.T.) de rechazo N_{30} = 45 (45 golpes/30 cm.).

Porcentaje de finos (limos y arcillas, material que pasa por el tamiz nº 0,080 mm.) aproximado de 8%.

Porcentaje de arenas (material comprendido entre los tamices nº 5 y nº 0,080 mm.) de 69%.

Porcentaje de gravas (material retenido por el tamiz nº 5) de 23 %.

Se trata de materiales no plásticos y con contenido nulo en sulfatos.

CAPA C) ARENAS CEMENTADAS (ARENISCAS)

Profundidad: de 3,0 m. a 11,5 m. (al menos).

En base a los resultados de los ensayos realizados (ver Anejo II), podemos considerar como representativos para esta capa los siguientes parámetros geotécnicos:

Resistencia a la penetración dinámica standard (SPT) de rechazo $N_{30} \geq 50$ (50 golpes/30 cm.).

Porcentaje de finos (limos y arcillas, tamiz nº 200) de 10 % a 59 %.

Porcentaje de arenas (material comprendido entre los tamices 5 y 0,080 mm.) de 41 % a 57 %.

En lo referente a la plasticidad, las muestras ensayadas tienen límite líquido variable entre 39 y 45 % e índice de plasticidad de 9 a 20, lo que nos indica que se trata de materiales poco plásticos.

La humedad varía del 12 al 17 %, este valor es inferior al límite plástico, como corresponde a este tipo de terreno cuando tiene una compacidad elevada.

La densidad seca varía entre 1,72 y 1,98 gr/cm^3, lo que nos indica que se trata de materiales más o menos compactos.

La resistencia a compresión varía en función de que ensayemos muestra de roca cementada o sin cementar. Los valores de roca cementada varían entre 22 y 38 Kp/cm^2 y la no cementada da valores de 1 Kp/cm^2. Estos últimos valores, anómalamente bajos, están debidos a la escasa cohesión de estos materiales.

Los valores de cohesión varían entre 1,04 y 1,27 Kp/cm^2 y el ángulo de rozamiento interno entre 32°12' y 34°42'.

4.2. CIMENTACION

En este capítulo se formulan las recomendaciones (cota de apoyo, capacidad portante, asientos, tipo de cimentación recomendada, etc....) para la cimentación de los elementos constructivos que constituirán la futura ampliación de la depuradora. En este sentido, podemos dividir los elementos constructivos en dos grupos: los elementos con cimentación en superficie (< 3 m.) apoyada en un nivel de arenas con gravas cuarcíticas y los elementos con cimentación en profundidad (> 3 m.) apoyada en arenas cementadas en mayor o menor grado.

- ELEMENTOS CIMENTADOS EN SUPERFICIE (< 3 m.)

Los edificios que irán cimentados a una profundidad menor de 3 m. bajo la cota actual de superficie del terreno son los siguientes: secado de fangos (10), edificio de soplantes (11), edificio de transformación (13), edificio de control (14) y edificio de hipoclorito (15). Dentro de la zona que ocupará la nueva depuradora, cuatro de los edificios se ubican en la parte Norte y uno en la Sur.

Estudiaremos las cargas admisibles del terreno para cimentación superficial a profundidades variables entre 1 y 3 m., respecto de la cota actual de superficie en cada uno de los edificios.

A partir de los ensayos de penetración standard podemos considerar $N_{30} = 45$ que aplicado a suelos granulares resulta una capacidad portante según Terzaghi y Peck:

$$Q_{adm} = \frac{N.S}{12}\left(\frac{B+0,3}{B}\right)^2$$

N = Valor obtenido en los ensayos de penetración dinámica standard (S.P.T.)

S = Asiento en pulgadas

B = Ancho de la cimentación

Considerando cimentación mediante zapatas aisladas de 1,5 m. de lado y asiento ½ pulgada, resulta:

$$Q_{adm} = 2,7 \text{ Kp/cm}^2$$

En base a los ensayos de penetración dinámica tipo Borro's y una vez elegido el terreno y cota de cimentación, también se puede calcular la resistencia dinámica del terreno mediante la fórmula de los Holandeses (con coeficiente de seguridad igual a la unidad) y de aquí la carga admisible, teniendo en cuenta si se trata de cimentaciones superficiales o profundas.

Los valores, como se comenta en el párrafo anterior, se han deducido partiendo de la fórmula de los Holandeses, de la siguiente manera:

$$R_d = \frac{M^2 \cdot H}{e\,(M + P)\,A}$$

R_d	=	Resistencia dinámica en Kg/cm²
M	=	Peso de la maza en Kilogramos
H	=	Altura de caída de la maza
e	=	Penetración en cm./ número de golpes
P	=	Peso de varillas en Kilogramos
A	=	Sección de la puntaza en cm²

Para cimentaciones superficiales, zapatas, losa, o muros de carga en medios homogéneos, puede aplicarse una carga de trabajo (sin minorar):

$$\sigma = \frac{R_d}{30}$$

Se considera un factor de seguridad 3 que es el recomendado en este tipo de ensayos.

Según este método la capacidad portante del terreno para profundidades comprendidas entre 1 y 3 m. es de 2,5 Kp/cm².

Para estas cargas de 2,5 Kp/cm² se estima que el asiento medio producido será inferior de 10 y 15 mm.

Por lo tanto, la capacidad portante del terreno (arenas con gravas) sobre el que se cimentarán los edificios citados anteriormente, entre 1 y 3 m. de profundidad respecto de la cota actual, es de 2,5 Kp/cm².

- ELEMENTOS CIMENTADOS EN PROFUNDIDAD (> 3 m.)

Los elementos que irán cimentados a profundidades mayores de 3 m. bajo la cota actual de superficie, sobre las arenas cementadas (areniscas), son los siguientes: desarenado (2), cámaras de mezcla y floculación (3), decantación primaria (4), cubas de aeración (5), decantación secundaria (6), bombeo de fangos en exceso y recirculación (7), bombeo de fangos primarios (8), espesador de fangos (9) y el edificio de reactivos (12). Todos ellos están situados en la parte central de las nuevas instalaciones.

Estudiaremos las cargas admisibles del terreno para cimentación superficial a partir de una profundidad de 3 m., sobre la capa de arenas más o menos cementadas.

A partir de los ensayos de penetración standard podemos considerar $N_{30} > 50$ que aplicado a suelos granulares resulta una capacidad portante según Terzaghi y Peck:

$$Q_{adm} = \frac{N.S}{12}\left(\frac{B+0,3}{B}\right)^2$$

N = Valor obtenido en los ensayos de penetración dinámica standard (S.P.T.)

S = Asiento en pulgadas

B = Ancho de la cimentación

Considerando cimentación mediante zapatas aisladas de 1,5 m. de ancho para todos los edificios excepto los depósitos de decantación primaria y secundaria y las cubas de aeración que se cimentarán mediante losa armada, resulta:

$$Q_{adm} = 4{,}5 \text{ Kp/cm}^2$$

Desde el punto de vista técnico la cimentación mediante losa armada no es estrictamente necesaria para los elementos citados, pero normalmente se realiza este tipo de cimentación en los depósitos de las depuradoras de aguas residuales.

Como se trata de un terreno más o menos cohesivo, como reflejan los resultados obtenidos en el laboratorio y el registro litológico de las columnas de los sondeos, cuya cohesión es 1,1 Kp/cm² (obtenida de los ensayos de compresión simple), tenemos según Skempton que:

$$Q_{adm} = \frac{C.N_c}{F} + q$$

donde:

C = cohesión

Nc = coeficiente de carga

q = sobrecarga

F = factor de seguridad

Aplicando los valores obtenidos resulta:

$$Q_{adm} = 3{,}5 \text{ Kp/cm}^2$$

En base a los ensayos de penetración dinámica tipo Borro's, también se puede calcular la resistencia dinámica del terreno mediante la fórmula de los Holandeses (con coeficiente de seguridad igual a la unidad) y de aquí la carga admisible, teniendo en cuenta si se trata de cimentaciones superficiales o profundas.

Los valores, como se comenta en el párrafo anterior, se han deducido partiendo de la fórmula de los Holandeses, de la siguiente manera:

$$R_d = \frac{M^2 \cdot H}{e\,(M + P)\,A}$$

R_d	=	Resistencia dinámica en Kg/cm²
M	=	Peso de la maza en Kilogramos
H	=	Altura de caída de la maza
e	=	Penetración en cm./ número de golpes
P	=	Peso de varillas en Kilogramos
A	=	Sección de la puntaza en cm²

Para cimentaciones superficiales, zapatas, losa, o muros de carga en medios homogéneos, puede aplicarse un carga de trabajo (sin minorar):

$$\sigma = \frac{R_d}{30}$$

Se considera un factor de seguridad 3 que es el recomendado en este tipo de ensayos.

Según este método la capacidad portante del terreno para profundidades mayores de 3m. es superior a 5 Kp/cm².

Por lo tanto, la capacidad portante del terreno (arenas cementadas) sobre el que se cimentarán los edificios citados anteriormente, a más de 3 m. de profundidad respecto de la cota actual en cada punto, es de 4,5 Kp/cm².

Debido a la distribución irregular de los niveles cementados de las arenas arcillosas de la capa C, recomendamos calcular la cimentación para una capacidad portante del terreno de 3,5 Kp/cm² con el fin de evitar posibles problemas de asientos diferenciales, a causa de la posibilidad de que algún elemento de la cimentación descanse sobre arenas no cementadas, que potencialmente tendrán mayores asientos que las zapatas cimentadas sobre areniscas.

Para el cálculo de los asientos utilizamos el método elástico y de acuerdo con los parámetros geotécnicos y con la carga admisible considerada de 3,5 Kp/cm², tenemos,

$$H = q.B\frac{1-\mu^2}{E_s}I_w$$

donde:

H = asiento
q = sobrecarga
B = ancho cimentación
μ = coeficiente de Poisson
I_w = coeficiente función del tipo de zapata y de la distribución de la carga.
E_s = módulo de deformación.

Aplicando los valores calculados, resulta un valor para los asientos inferior a los 12 mm.

5. RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS Y CONCLUSIONES

En base a las observaciones de campo "in situ", a las prospecciones geotécnicas (calicatas, penetraciones dinámicas y sondeos), a los ensayos de laboratorio y al informe geológico-geotécnico realizado, se pueden inferir las conclusiones siguientes para la futura ampliación de la depuradora de aguas residuales y emisarios de Medina del Campo (Valladolid).

Geográficamente la depuradora se sitúa en la margen derecha del río Zapardiel, 2,5 Km. al oeste de la población de Medina del Campo.

Morfológicamente esta región se conoce con el nombre local de "campiñas". Se trata de llanuras suavemente alomadas en donde se encaja la red fluvial principal.

El subsuelo de la zona se puede esquematizar con arreglo al siguiente perfil litológico, considerando como cota 0 m. la cota actual de la superficie.

CAPA A: SUELO VEGETAL de arenas, arcillas y cantos, con algo de materia orgánica. Su espesor máximo es de 1,0 m.

CAPA B: ARENAS con gravas cuarcíticas y algo de limo y arcilla, bastante compactas de color rojizo. Su espesor alcanza hasta 3,0 m.

CAPA C: ARENAS cementadas (areniscas) muy compactas y de color marrón rojizo que aparecen bajo la capa B de arenas con gravas a partir de 3,0 m. de profundidad.

El nivel freático se sitúa a una profundidad de 4,0 m. y probablemente se trate de un acuífero subterráneo de muy pequeña entidad y extensión y/o de fugas de las balsas actuales.

Las edificaciones que se proyectan cimentar en superficie (< 3,0 m.) lo harán sobre la capa B (arenas y gravas), mediante zapatas aisladas. La capacidad portante del terreno entre 1 y 3 m. de profundidad es de 2,5 Kp/cm² para cimentación mediante zapatas aisladas de 1,5 m. de ancho. Para estas cargas, los asientos estimados son inferiores a 10-15 mm.

El resto de la construcción se proyecta cimentar en profundidad (> 3,0 m.) y descansará sobre la capa C de areniscas. La capacidad portante del terreno a partir de 3,0 m. de profundidad es de 4,5 Kp/cm². Sin embargo, consideramos que las cimentaciones se deben calcular para una capacidad portante del terreno de 3,5 Kp/cm², debido a que este conjunto de areniscas tiene un grado de cementación muy variable de un punto a otro; y de este modo evitar la posibilidad de que se produzcan asientos diferenciales de los elementos cimentados en las areniscas con respecto a los cimentados sobre las arenas no cementadas. Para estas cargas, resultan unos asientos calculados inferiores a 12 mm.

El vaciado se podrá realizar con medios mecánicos convencionales (máquina retroexcavadora) hasta 3,0 m. de profundidad; a partir de dicha profundidad, al encontrarse fuertemente cementado (encostrado) el terreno, será necesario el uso de un ripper o bien un martillo neumático para su excavación.

El nivel de agua subterránea que aparece a profundidades variables entre 2,5 y 4 m., se podrá rebajar sin dificultad mediante bombas de achique convencionales, en el caso de que afecte a alguna zona o edificación de la ampliación.

Todas estas unidades de la depuradora que se cimentarán a profundidades iguales o mayores de 3 m. se pueden ejecutar mediante zapatas aisladas; aunque por razones de funcionamiento y no técnicas, la decantación primaria y secundaria, y las cubas de aeración se cimentarán mediante losas armadas.

Tanto la salida de EDAR al río Zapardiel como la llegada de colector a EDAR, se trata de tuberías que discurren a 1,0-1,5 m. de profundidad, en un terreno excavable mediante medios mecánicos convencionales y con la cohesión necesaria para que las paredes de la zanja se mantengan con taludes subverticales, durante el periodo de tiempo de ejecución de la obra.

No es necesario el uso de cementos especiales (sulforesistentes) en la confección del hormigón de todos aquellos elementos constructivos que vayan a estar en contacto con el terreno ; puesto que los materiales presentes en el subsuelo de la parcela, al igual que las aguas subterráneas, no son agresivos al hormigón.

Valladolid 13 de Julio de 1.998

Fdo.: Ignacio López Giménez
Ldo. en C. Geológicas
Director Técnico

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

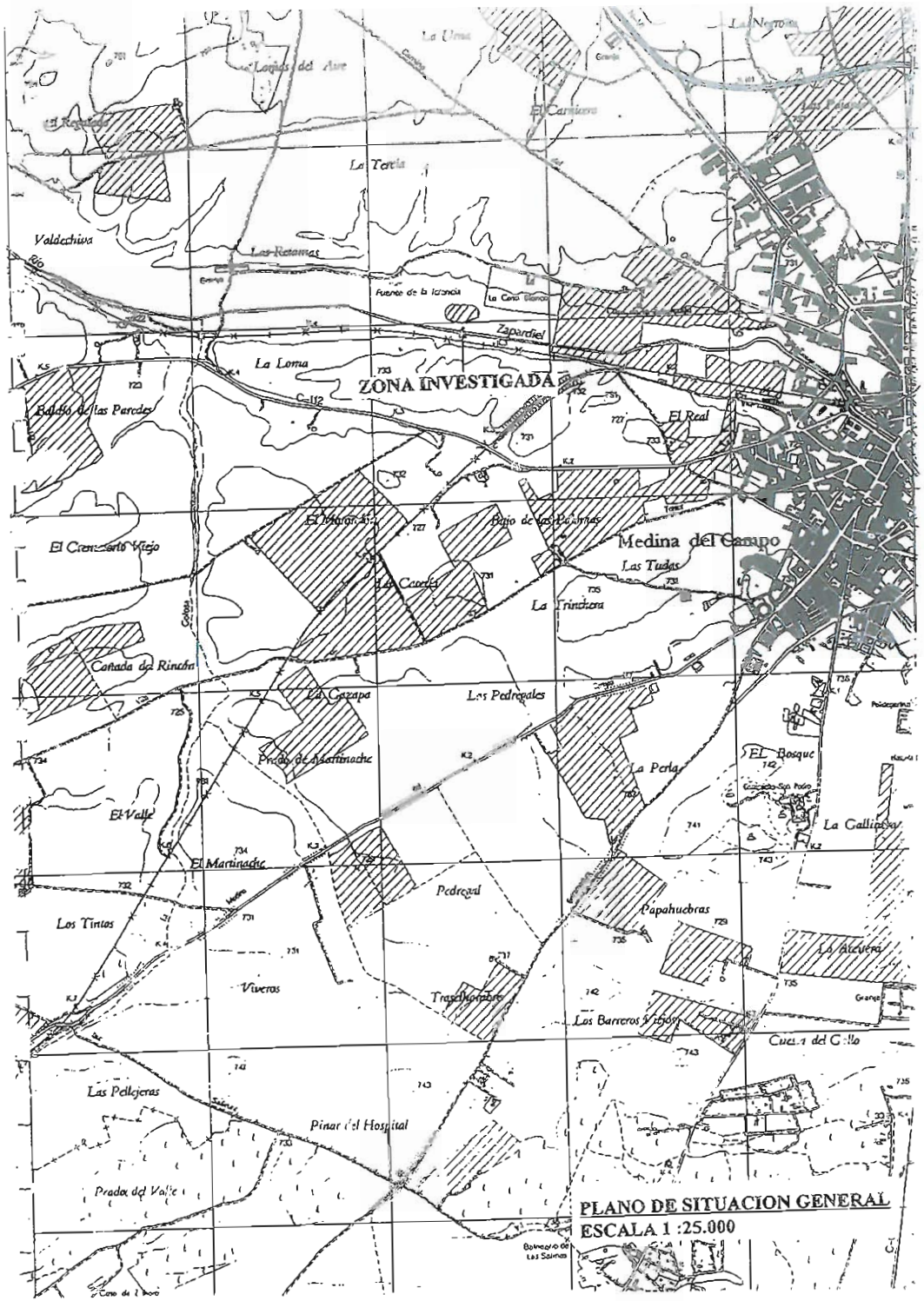
GEOTECNIA

ANEJO I:

- PLANOS DE SITUACION
- PERFILES LITOLOGICOS

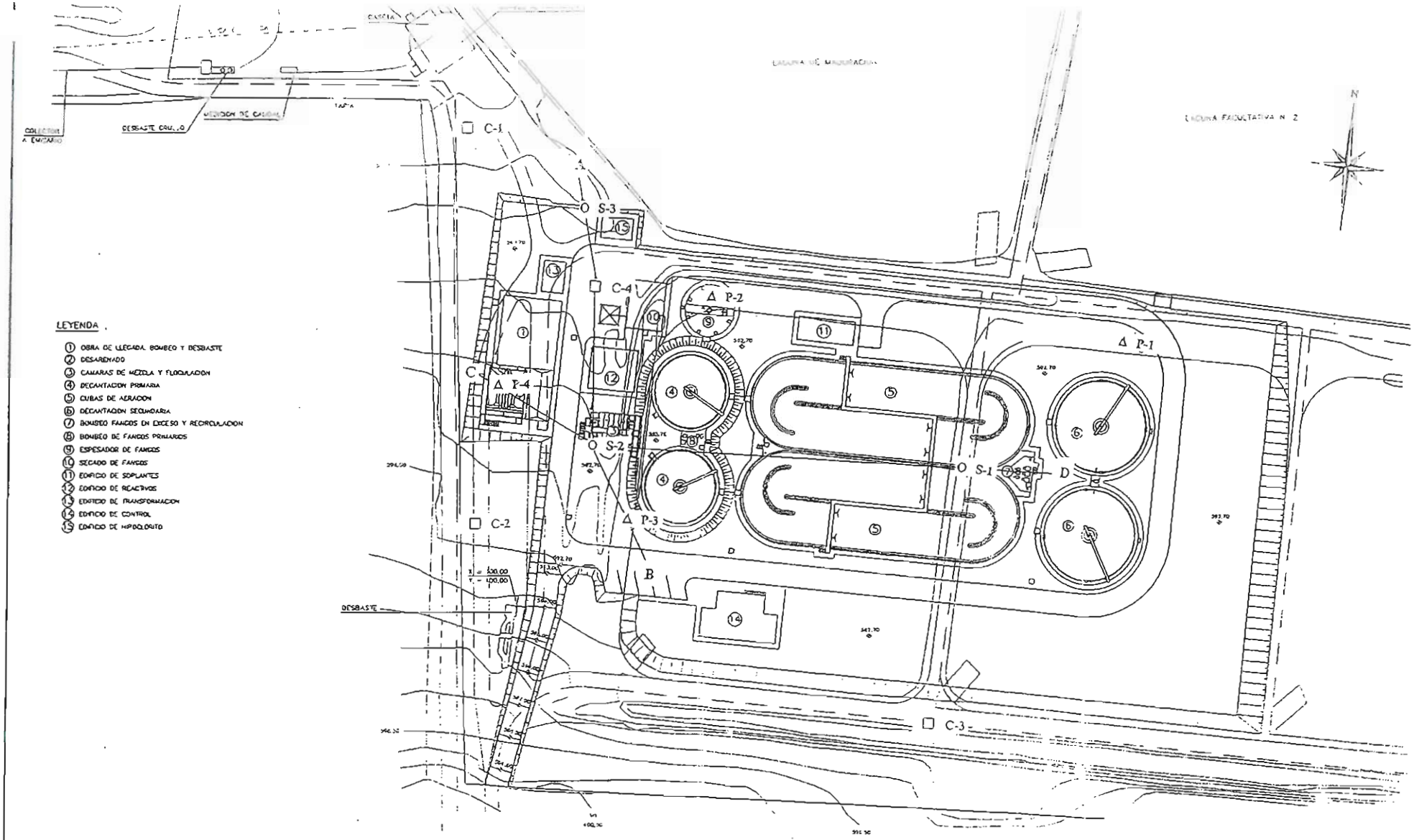
ANEJO I:

- **PLANOS DE SITUACION**
- **PERFILES LITOLOGICOS**



PLANO DE SITUACION GENERAL

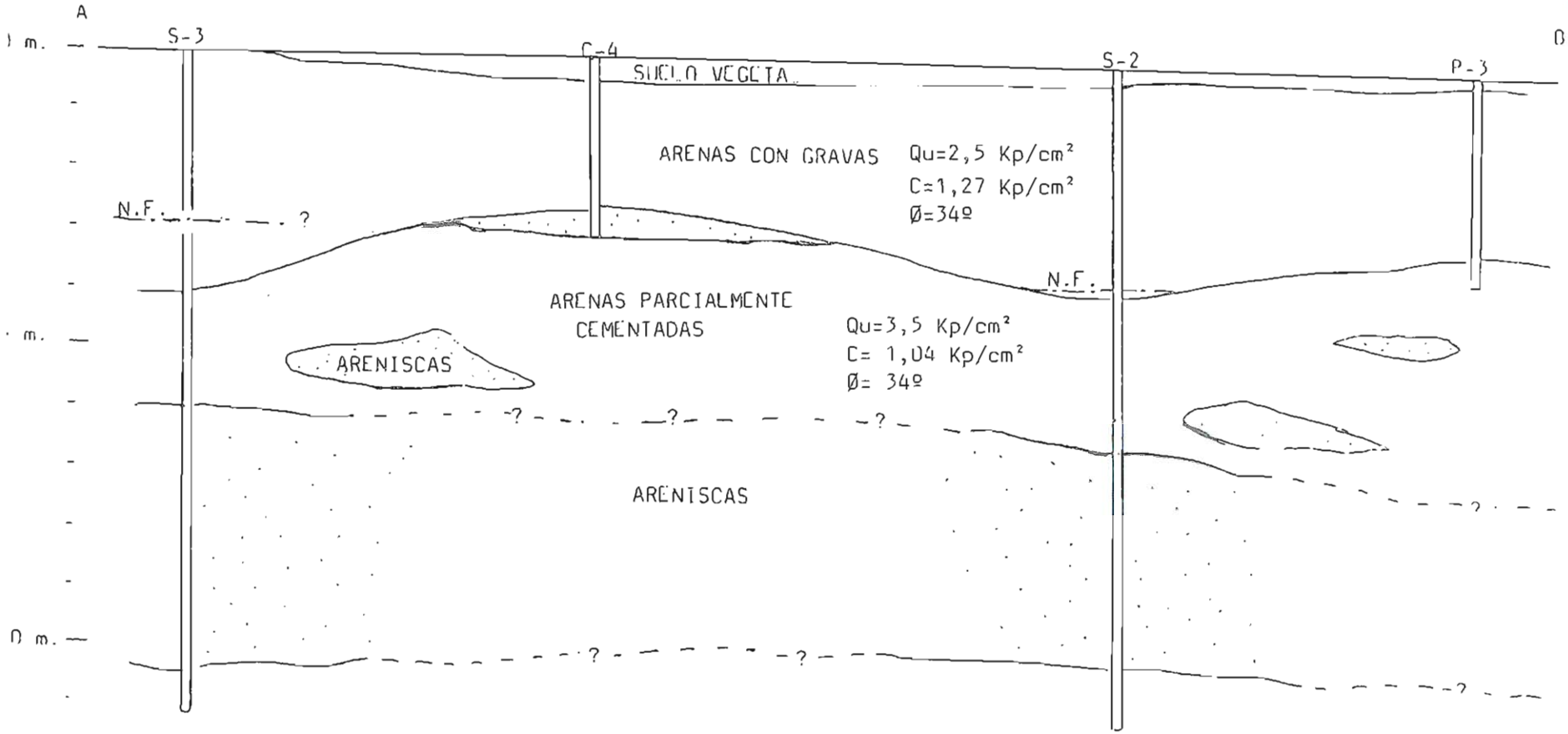
ESCALA 1 :25.000



PLANTA GENERAL

PLANO DE SITUACION DE PROSPECCIONES GEOTECNICAS
ESCALA 1 : 800

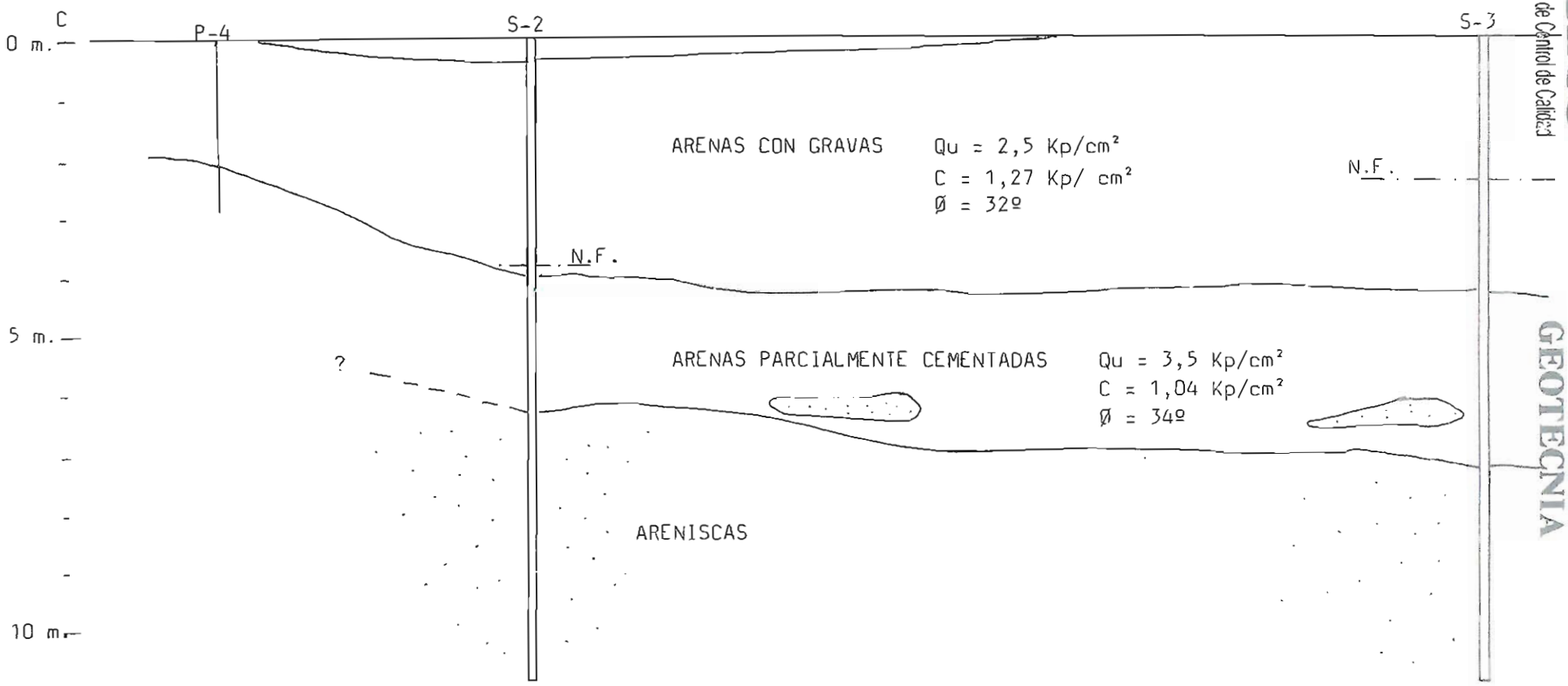
O S-1 Sondeo nº 1
Δ P-2 Ensayo de penetración dinámica tipo Borro's nº 2
□ C-1 Calicata nº 1
A ---- B Perfil litológico



Qu = Capacidad portante (Kp/cm²)
C = Cohesión (Kp/cm²)
Ø = Angulo de rozamiento interno (º)
N.F. = Nivel Freático

PERFIL LITOLOGICO A-B
Esc. Horizontal 1:300
Vertical 1:100
C-1 Calicata nº 1
P-1 Penetración dinámica nº 1
S-1 Sondeo nº1

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad
GEOTECNIA



Qu = Capacidad portante
C = Cohesión
Ø = Angulo de rozamiento interno
N.F. = Nivel freático

PERFIL LITOLOGICO C-D

Esc. Horizontal 1:500
Esc. Vertical 1:100
S-2 Sondeo nº 2
P-4 Penetración dinámica nº 4

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad
GEOTECNIA

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

ANEJO II:

- REGISTRO LITOLOGICO DE CALICATAS
- REGISTRO LITOLOGICO DE SONDEOS
- RESULTADOS DE ENSAYOS DE PENETRACIONES DINAMICAS
- RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

REGISTRO LITOLOGICO DE CALICATAS

CALICATA 1

0,00 - 0,70 m.	RELLENOS de ladrillos, tablas, etc. con arena de color marrón oscuro.
0,70 - 2,60 m.	ARENAS de tamaño de grano medio-grueso y gravas cuarcíticas, bastante compactas, de colores ocre y verdoso.
2,60 - 3,30 m.	ARENAS muy compactas, cementadas en mayor o menor grado, de colores ocre y verdoso.

CALICATA 2

0,00 - 0,90 m.	SUELO VEGETAL con arenas de tamaño fino y restos vegetales.
0,90 - 3,50 m.	ARENAS gruesas y gravas cuarcíticas muy compactas con intercalaciones de areniscas, de color ocre y verdoso.

CALICATA 3

0,00 - 0,30 m.	SUELO VEGETAL arenoso con restos orgánicos de color marrón.
0,30 - 0,70 m.	ARENAS gruesas y medias muy compactas y casi totalmente cementadas, de color ocre.

CALICATA 4

0,00 - 0,40 m.	SUELO VEGETAL arenoso de color marrón.
0,40 - 2,50 m.	ARENAS de tamaño de grano grueso-medio y gravas, bastante compactas de color ocre.
2,50 - 3,00 m.	ARENAS compactas, parcialmente cementadas con intercalaciones de areniscas, de color ocre.

NOTA: La profundidad alcanzada en las calicatas es la máxima que ha permitido la retroexcavadora.

Valladolid 13 de Julio de 1999

Fdo.: Ignacio López Giménez
Ldo. en C. Geológicas
Director Técnico

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

SOLICITANTE .....: ZARZUELA, S.A.
OBRA O ESTUDIO ...: DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
LOCALIZACIÓN .....: S-1 MEDINA DEL CAMPO (VALLADOLID)
FECHA .....: JULIO 1999

PROF (m.)	CORTE	DESCRIPCIÓN	MUESTRA Tipo	E. PENETRACIÓN Nº golpes/15cm.	GRANULOMETRÍA 5mm. 2mm. 0,08mm.	PLASTICI. LL. LP.	HUM (%)	SULF. (%)	D. SECA (p/cm3)	C. SIMPLE (kp/cm2)	C. DIRECTO (kp/cm2) ; (°)
0 - 1 - 2 -		ARENAS con gravas cuarcíticas subredondeadas de tamaño variable entre 1 y 5 cm., con algo de limo y arcilla; muy compactas de color marrón. N.F.									
3 -			S.P.T.	24+50 R							
4 - 5 -		ARENISCAS muy compactas de color rojizo y verdoso.	T.A. S.P.T.	50 R (4 cm.)							
6 - 7 -			T.A. S.P.T.	50 R (3 cm.)							
8 - 9 -		ARCILLAS ARENOSAS con intercalaciones de areniscas, muy compactas de plasticidad baja y color rojizo.	T.A.								

S.P.T. ... : Penetración Standard.
I.P. ..... : Inalterada a Percusión.
T.A. ..... : Testigo de Avance Parafinado.
I.R. ..... : Inalterada a Rotación.

Nivel Freático (m.) : 2,30
Ensayos en agua :
- Sulfatos (mg/l)=
- Magnesio (mg/l)=

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TÉCNICO
	Fdo. : José Luis Pérez-San Millán	Fdo. : Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

SOLICITANTE .....: ZARZUELA, S.A.
OBRA O ESTUDIO ...: DEPURADORA AGUAS RESIDUALES
LOCALIZACIÓN .....: S-1 MEDINA DEL CAMPO (VALLADOLID)
FECHA .....: JULIO 1999

PROF. (m.)	COORTE	DESCRIPCIÓN	MUESTRA Tipo	R. PENETRACIÓN Nº golpes/15cm.	TRIÁNGULO TEXTURAL (1min. / 2hr. / 0,05mm.)	L.L. / I.P.	HUM. (%)	SULF. (%)	D. SECA (g/cm3)	C. SIMPLE (kp/cm2)	C. DIRECTO (kp/cm2) ; (º)
9 - 10 - 11 - 12 - 13 - 14 - 15 - 16 - 17 - 18 -		ARCILLAS ARENOSAS con intercalaciones de areniscas, muy compactas de plasticidad baja y color rojizo.	S.P.T.	26+48 +50 R (10cm)							

S.P.T. ...: Penetración Standard.
I.P. .....: Inalterada a Percusión.
T.A. .....: Testigo de Avance Parafinado.
I.R. .....: Inalterada a Rotación.

Nivel Freático (m.) : 2,30
Ensayos en agua :
- Sulfatos (mg/l)=
- Magnesio (mg/l)=

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	CONFORME
	Fdo. : José Luis Pérez-San Millán	Fdo. : Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

SOLICITANTE .....: ZARZUELA, S.A.
OBRA O ESTUDIO ...: DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
LOCALIZACIÓN .....: S-2 MEDINA DEL CAMPO (VALLADOLID)
FECHA .....: JULIO 1999

PROF (m.)	CORTE	DESCRIPCIÓN	MUESTRA Tipo	E. PENETRACIÓN Nº golpes/15cm.	GRANULOMETRÍA 5mm. 2mm. 0,08mm.	PLASTICI I.P.	HUM (%)	SULF. (%)	D. SECA (g/cm3)	C. SIMPLE (kp/cm2)	C. DIRECTO (kp/cm2) ; (º)
0 -		SUELO VEGETAL									
-		ARENAS con gravas cuarcíticas subredondeadas de tamaño variable entre 1 y 5 cm., con algo de limo y arcilla; muy compactas de color marrón.	S.P.T.	11+19+17+24							
1 -											
2 -											
3 -											
-		N.F.									
4 -		ARCILLAS ARENOSAS con intercalaciones de areniscas, muy compactas de plasticidad baja y color marrón rojizo.	T.A. S.P.T.	50 R							
5 -			T.A.								
6 -											
-		ARENISCAS muy compactas de color rojizo y verdoso.	T.A. S.P.T.	60 R (3 cm.)							
7 -											
8 -											
9 -											

S.P.T. ... : Penetración Standard.
I.P. ..... : Inalterada a Percusión.
T.A. ..... : Testigo de Avance Parafinado.
I.R. ..... : Inalterada a Rotación.

Nivel Freático (m.) : 4,00
Ensayos en agua :
- Sulfatos (mg/l)=
- Magnesio (mg/l)=

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	V.º B.º EL DIRECTOR TÉCNICO
	Fdo. : José Luis Pérez-San Millán	Fdo. : Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

SOLICITANTE .....: ZARZUELA, S.A.
OBRA O ESTUDIO ...: DEPURADORA AGUAS RESIDUALES
LOCALIZACIÓN .....: S-2 MEDINA DEL CAMPO (VALLADOLID)
FECHA .....: JULIO 1999

PROF. (m.)	CORTE	DESCRIPCIÓN	MUEST. Tipo	S. PENETRACIÓN N golpes/15cm.	GRANULOMETRÍA % que pasa	PLASTICIDAD LL. / I.P.	HUM. (%)	RUEF. (%)	D. SECA (g/cm3)	C. SIMPLE (kp/cm2)	C. DIRECTO (kp/cm2) ; (°)
9 -		ARENISCAS muy compactas de color rojizo y verdoso.									
10 -			T.A. S.P.T.	50R (7 cm.)							
		ARCILLAS ARENOSAS con intercalaciones de areniscas, muy compactas de plasticidad baja y color rojizo.									
11 -											
12 -											
13 -											
14 -											
15 -											
16 -											
17 -											
18 -											

S.P.T. ...: Penetración Standard.
I.P. .....: Inalterada a Percusión.
T.A. .....: Testigo de Avance Parafinado.
I.R. .....: Inalterada a Rotación.

Nivel Freático (m.) : 4,00
Ensayos en agua :
- Sulfatos (mg/l)=
- Magnesio (mg/l)=

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	V° B° EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo. : José Luis Pérez-San Millán	Fdo. : Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

SOLICITANTE .....: ZARZUELA, S.A.
OBRA O ESTUDIO ...: DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
LOCALIZACIÓN .....: S-3 MEDINA DEL CAMPO (VALLADOLID)
FECHA .....: JULIO 1999

PROF (m.)	CORTE	DESCRIPCIÓN	MUESTRA Tipo	E. PENETRACIÓN Nº golpes/15cm.	GRANULOMETRÍA 5mm. 2mm. 0,08mm.	PLASTICI. L.L. I.P.	HUM (%)	SULF. (%)	D. SECA (g/cm3)	C. SIMPLE (kp/cm2)	C. DIRECTO (kp/cm2) ; (°)
0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 -		ARENAS con gravas cuarcíticas subredondeadas de tamaño variable entre 1 y 5 cm., con algo de limo y arcilla; muy compactas de color marrón. N.F.	S.P.T.	19+35+50 R							
		ARENAS de grano medio con intercalaciones de areniscas, muy compactas de plasticidad baja y color marrón rojizo y verdoso. ARENISCAS muy compactas de color rojizo y verdoso.	T.A. S.P.T.	50 R (2 cm.)							
			T.A.								

S.P.T. ... : Penetración Standard.
I.P. ..... : Inalterada a Percusión.
T.A. ..... : Testigo de Avance Parafinado.
I.R. ..... : Inalterada a Rotación.

Nivel Freático (m.) : 2,90
Ensayos en agua :
- Sulfatos (mg/l)=
- Magnesio (mg/l)=

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	V.º B.º EL DIRECTOR TÉCNICO
	Fdo. : José Luis Pérez-San Millán	Fdo. : Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

SOLICITANTE .....: ZARZUELA, S.A.
OBRA O ESTUDIO ...: DEPURADORA AGUAS RESIDUALES
LOCALIZACIÓN .....: S-3 MEDINA DEL CAMPO (VALLADOLID)
FECHA .....: JULIO 1999

PROF. (m.)	CORTE	DESCRIPCIÓN	MUESTRA	N. PENETRACIÓN (golpes/cm.)	GRANULOMETRÍA	LÍMITES	HUM. (%)	SUELO (%)	DENSIDAD (t/cm3)	C. SIMPLE (kp/cm2)	C. DIRECTO (kp/cm2) ; (°)
9		ARENISCAS muy compactas de color rojizo y verdoso.	S.P.T.	50R (2 cm.)							
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											

S.P.T. ...: Penetración Standard.
I.P. .....: Inalterada a Percusión.
T.A. .....: Testigo de Avance Parafinado.
I.R. .....: Inalterada a Rotación.

Nivel Freático (m.) : 2,90
Ensayos en agua :
- Sulfatos (mg/l)=
- Magnesio (mg/l)=

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo. : José Luis Pérez-San Millán	Fdo. : Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO BORRO´S

CLIENTE: ZARZUELA
OBRA: DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
FECHA: JUNIO 1999
SITUACION: MEDINA DEL CAMPO (VALLADOLID)

PESO DE LA MAZA = 63,5 Kg
SECCION PUNTAZA =16,0 cm2
ALTURA DE CAIDA = 50,0 cm
PENETRACION = 20,0 cm
PENETRACION : Nº1

Superficie del terreno:
Equipo RODATEC
Maza:63,5 Kg

Nivel freático:
Tipo BORRO'S
Varillaje con niple: 6,2 Kg/m y 32 mm. diametro.

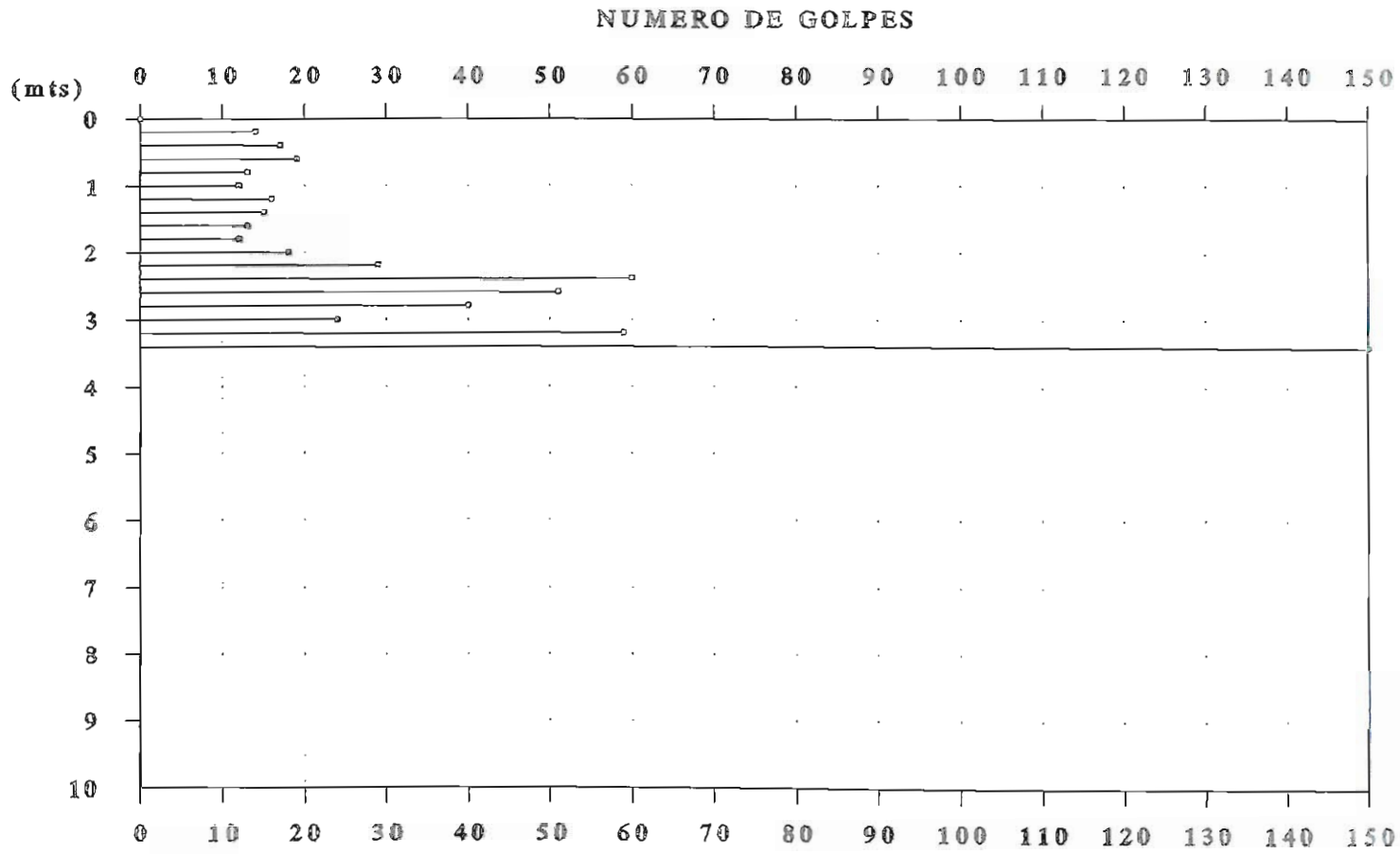
Prof. bajo nivel de ref. (m.)	Num. de golpes	Prof. bajo nivel de ref. (m.)	Num. de golpes	Prof. bajo nivel de ref. (m.)	Num. de golpes
0,20	14	6,20		12,20	
0,40	17	6,40		12,40	
0,60	19	6,60		12,60	
0,80	13	6,80		12,80	
1,00	12	7,00		13,00	
1,20	16	7,20		13,20	
1,40	15	7,40		13,40	
1,60	13	7,60		13,60	
1,80	12	7,80		13,80	
2,00	18	8,00		14,00	
2,20	29	8,20		14,20	
2,40	60	8,40		14,40	
2,60	51	8,60		14,60	
2,80	40	8,80		14,80	
3,00	24	9,00		15,00	
3,20	59	9,20		15,20	
3,40	150	9,40		15,40	
3,60		9,60		15,60	
3,80		9,80		15,80	
4,00		10,00		16,00	
4,20		10,20		16,20	
4,40		10,40		16,40	
4,60		10,60		16,60	
4,80		10,80		16,80	
5,00		11,00		17,00	
5,20		11,20		17,20	
5,40		11,40		17,40	
5,60		11,60		17,60	
5,80		11,80		17,80	
6,00		12,00		18,00	

OBSERVACIONES :

ACREDITADO por la Junta de Castilla y León. Ensayo marcados con (*) no incluidos en el alcance de acreditación. Reg. 1200/SM-E-99 Nombre en mesa y ambiente. Reg. 1200/SV-94

GRAFICO DE PENETRACIONES

Penetrómetro Nº: P-1



PETICIONARIO: ZARZUELA
OBRA: DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
MEDINA DEL CAMPO (VALLADOLID)

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad
GEOTECNIA

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO BORRO´S

CLIENTE: ZARZUELA
OBRA: DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
FECHA: JUNIO 1999
SITUACION: MEDINA DEL CAMPO (VALLADOLID)

PESO DE LA MAZA = 63,5 Kg
SECCION PUNTAZA =16,0 cm2
ALTURA DE CAIDA = 50,0 cm
PENETRACION = 20,0 cm
PENETRACION : Nº2

Superficie del terreno:
Equipo RODATEC
Maza:63,5 Kg

Nivel freático:
Tipo BORRO'S
Varillaje con niple: 6,2 Kg/m y 32 mm. diametro.

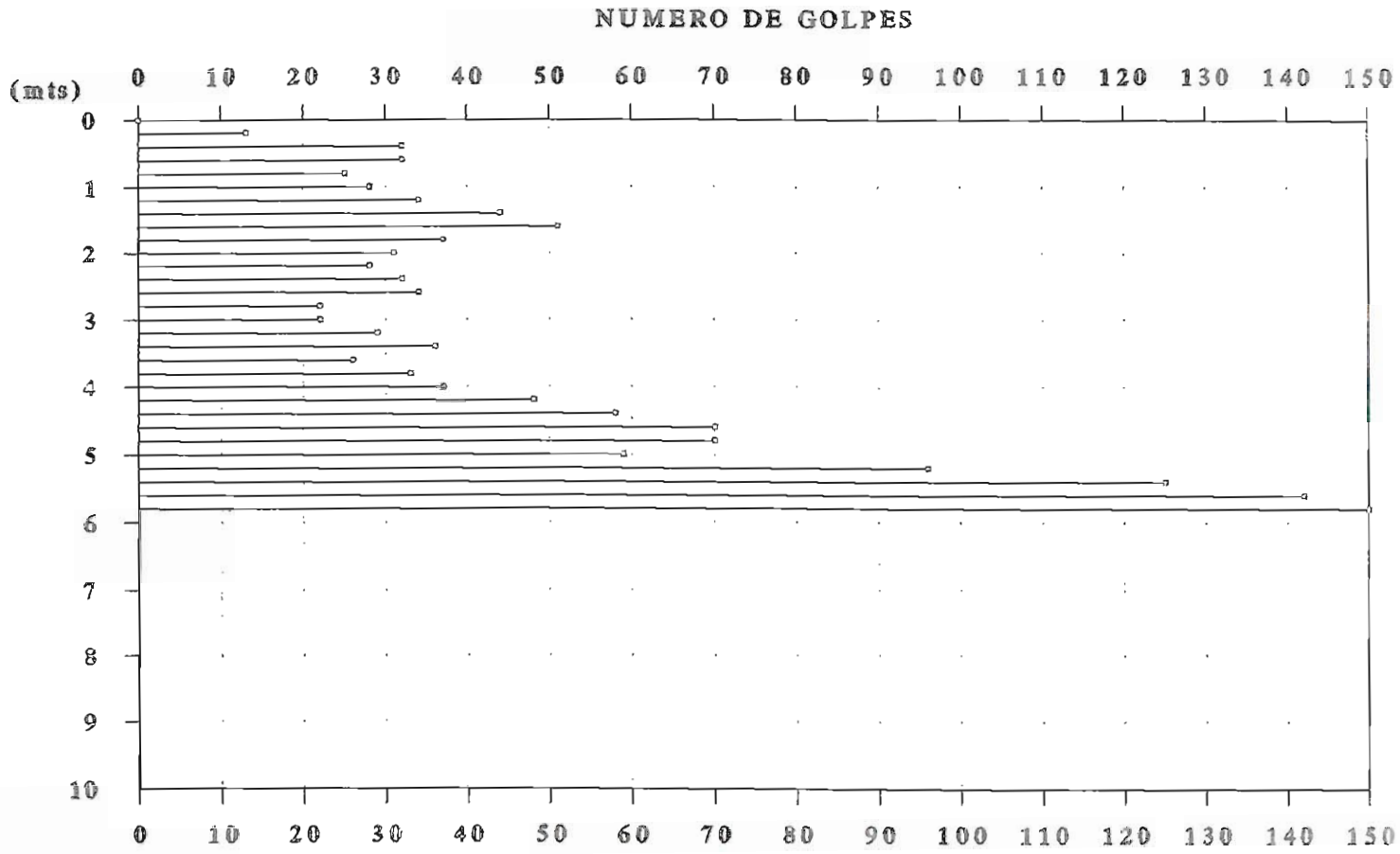
Prof. bajo nivel de ref. (m.)	Num. de golpes	Prof. bajo nivel de ref. (m.)	Num. de golpes	Prof. bajo nivel de ref. (m.)	Num. de golpes
0,20	13	6,20		12,20	
0,40	32	6,40		12,40	
0,60	32	6,60		12,60	
0,80	25	6,80		12,80	
1,00	28	7,00		13,00	
1,20	34	7,20		13,20	
1,40	44	7,40		13,40	
1,60	51	7,60		13,60	
1,80	37	7,80		13,80	
2,00	31	8,00		14,00	
2,20	28	8,20		14,20	
2,40	32	8,40		14,40	
2,60	34	8,60		14,60	
2,80	22	8,80		14,80	
3,00	22	9,00		15,00	
3,20	29	9,20		15,20	
3,40	36	9,40		15,40	
3,60	26	9,60		15,60	
3,80	33	9,80		15,80	
4,00	37	10,00		16,00	
4,20	48	10,20		16,20	
4,40	58	10,40		16,40	
4,60	70	10,60		16,60	
4,80	70	10,80		16,80	
5,00	59	11,00		17,00	
5,20	96	11,20		17,20	
5,40	125	11,40		17,40	
5,60	142	11,60		17,60	
5,80	150	11,80		17,80	
6,00		12,00		18,00	

OBSERVACIONES :

Acreditado por la Junta de Castilla y Leon. Area: Mecanica de suelos. Reg. 1200SSE-ME Hormigon en masa y armado. Reg. 1200SHA-88 Viales. Reg. 1200SSV-94

GRAFICO DE PENETRACIONES

Penetrómetro Nº: P-2



PETICIONARIO: ZARZUELA
OBRA: DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
MEDINA DEL CAMPO (VALLADOLID)

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad
GEOTECNIA

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO BORRO'S

CLIENTE: ZARZUELA
OBRA: DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
FECHA: JUNIO 1999
SITUACION: MEDINA DEL CAMPO (VALLADOLID)

PESO DE LA MAZA = 63,5 Kg
SECCION PUNTAZA =16,0 cm2
ALTURA DE CAIDA = 50,0 cm
PENETRACION = 20,0 cm
PENETRACION : Nº3

Superficie del terreno:
Equipo RODATEC
Maza:63,5 Kg

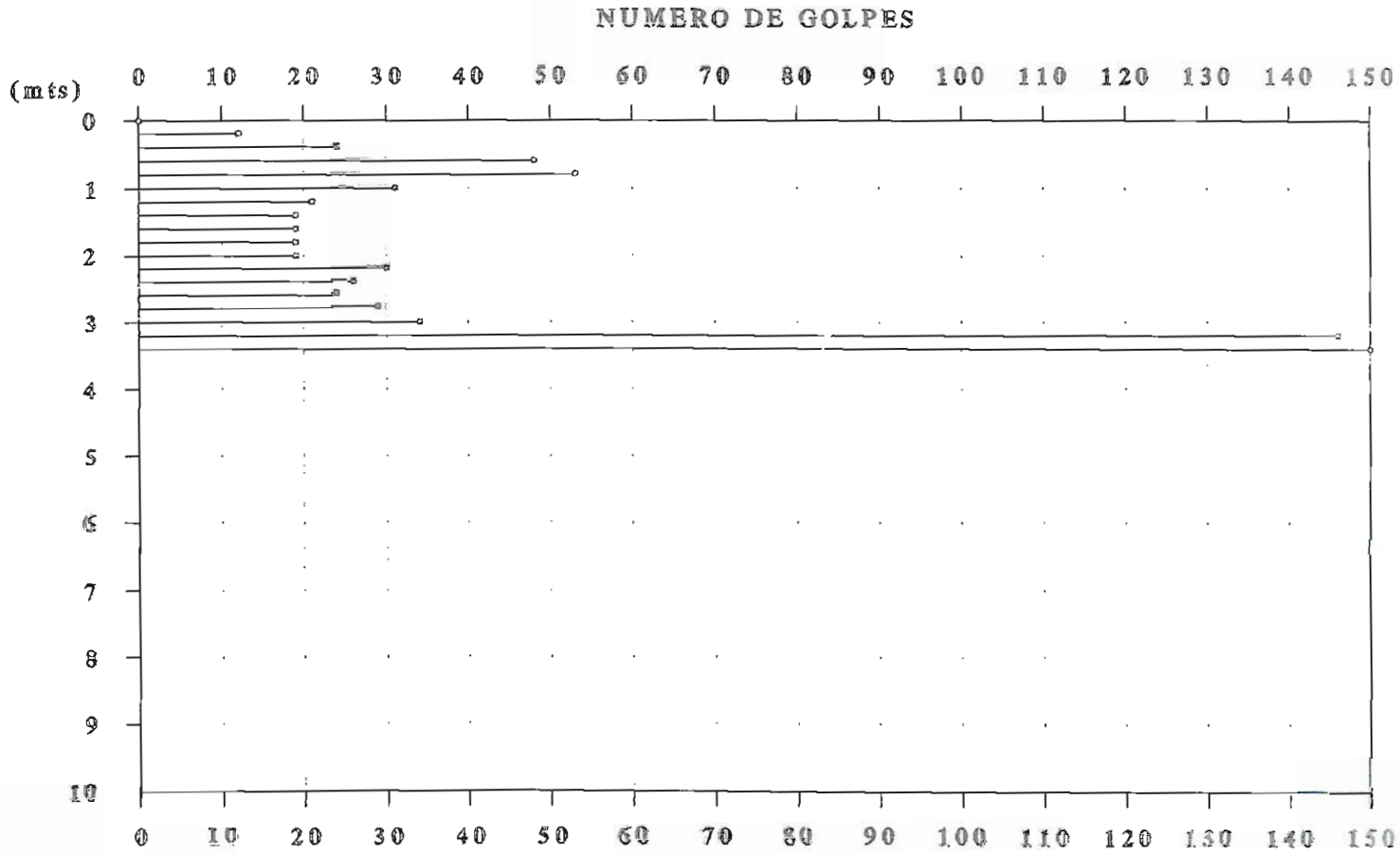
Nivel freático:
Tipo BORRO'S
Varillaje con niple: 6,2 Kg/m y 32 mm. diametro.

Prof. bajo nivel de ref. (m.)	Num. de golpes	Prof. bajo nivel de ref. (m.)	Num. de golpes	Prof. bajo nivel de ref. (m.)	Num. de golpes
0,20	12	6,20		12,20	
0,40	24	6,40		12,40	
0,60	48	6,60		12,60	
0,80	53	6,80		12,80	
1,00	31	7,00		13,00	
1,20	21	7,20		13,20	
1,40	19	7,40		13,40	
1,60	19	7,60		13,60	
1,80	19	7,80		13,80	
2,00	19	8,00		14,00	
2,20	30	8,20		14,20	
2,40	26	8,40		14,40	
2,60	24	8,60		14,60	
2,80	29	8,80		14,80	
3,00	34	9,00		15,00	
3,20	146	9,20		15,20	
3,40	150	9,40		15,40	
3,60		9,60		15,60	
3,80		9,80		15,80	
4,00		10,00		16,00	
4,20		10,20		16,20	
4,40		10,40		16,40	
4,60		10,60		16,60	
4,80		10,80		16,80	
5,00		11,00		17,00	
5,20		11,20		17,20	
5,40		11,40		17,40	
5,60		11,60		17,60	
5,80		11,80		17,80	
6,00		12,00		18,00	

OBSERVACIONES :

GRAFICO DE PENETRACIONES

Penetrómetro Nº: P-3



PETICIONARIO: ZARZUELA
OBRA: DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
MEDINA DEL CAMPO (VALLADOLID)

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad
GEOTECNIA

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO BORRO´S

CLIENTE: ZARZUELA
OBRA: DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
FECHA: JUNIO 1999
SITUACION: MEDINA DEL CAMPO (VALLADOLID)

PESO DE LA MAZA = 63,5 Kg
SECCION PUNTAZA =16,0 cm2
ALTURA DE CAIDA = 50,0 cm
PENETRACION = 20,0 cm
PENETRACION : Nº4

Superficie del terreno:
Equipo RODATEC
Maza:63,5 Kg

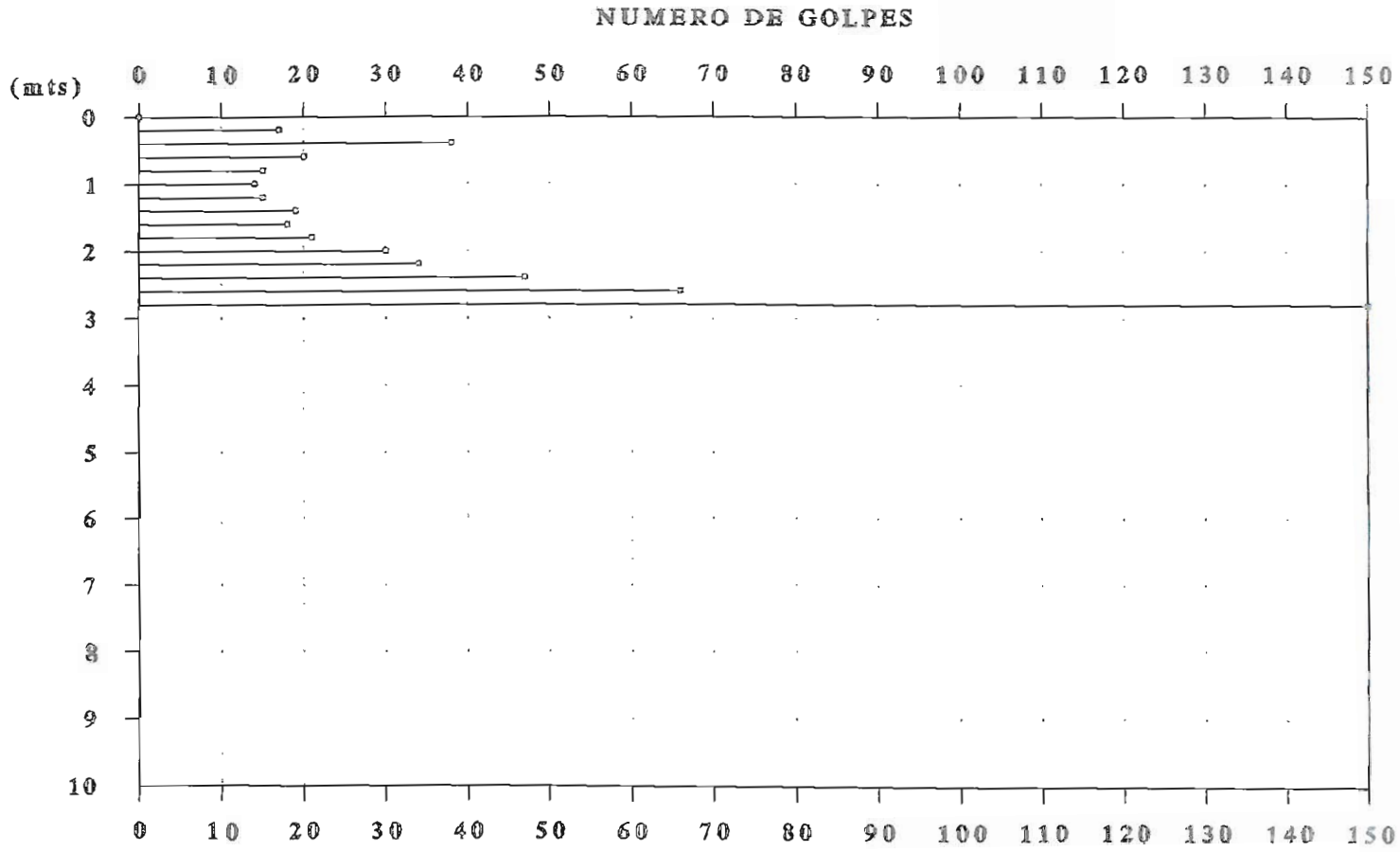
Nivel freático:
Tipo BORRO'S
Varillaje con niple: 6,2 Kg/m y 32 mm. diametro.

Prof. bajo nivel de ref. (m.)	Num. de golpes	Prof. bajo nivel de ref. (m.)	Num. de golpes	Prof. bajo nivel de ref. (m.)	Num. de golpes
0,20	17	6,20		12,20	
0,40	38	6,40		12,40	
0,60	20	6,60		12,60	
0,80	15	6,80		12,80	
1,00	14	7,00		13,00	
1,20	15	7,20		13,20	
1,40	19	7,40		13,40	
1,60	18	7,60		13,60	
1,80	21	7,80		13,80	
2,00	30	8,00		14,00	
2,20	34	8,20		14,20	
2,40	47	8,40		14,40	
2,60	66	8,60		14,60	
2,80	150	8,80		14,80	
3,00		9,00		15,00	
3,20		9,20		15,20	
3,40		9,40		15,40	
3,60		9,60		15,60	
3,80		9,80		15,80	
4,00		10,00		16,00	
4,20		10,20		16,20	
4,40		10,40		16,40	
4,60		10,60		16,60	
4,80		10,80		16,80	
5,00		11,00		17,00	
5,20		11,20		17,20	
5,40		11,40		17,40	
5,60		11,60		17,60	
5,80		11,80		17,80	
6,00		12,00		18,00	

OBSERVACIONES :

GRAFICO DE PENETRACIONES

Penetrómetro Nº: P-4



PETICIONARIO: ZARZUELA
OBRA: DEPURADORA DE AGUAS RESIDUALES
MEDINA DEL CAMPO (VALLADOLID)

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad
GEOTECNIA

CESECO Laboratorio de Control de Calidad

RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS

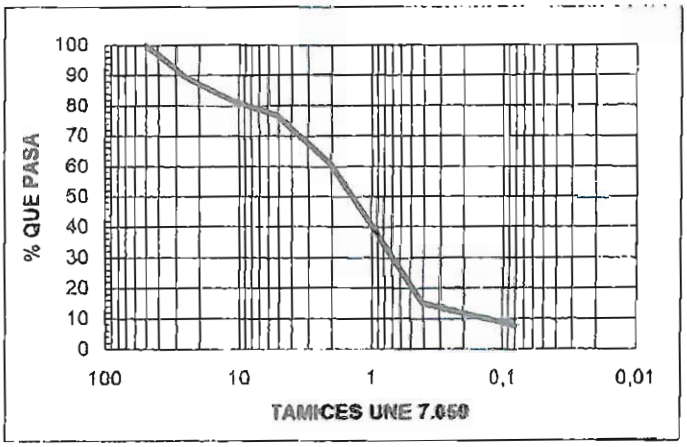
SONDEO MUESTRA	PROF. (m.)	GRANULOMETRIA TAMIZ Nº (mm.)										LIMITES DE ATTERBERG			DENSIDAD SECA (g/cm³)	HUMEDAD (%)	COMP. SIMPLE (Kp/cm²)	CORTE DIRECTO		PENETRAC DINAMICA STANDARD N_{30}	CLASIFICACION		
		63	50	40	25	20	10	5	2	0,4	0,08	L.L.	L.P.	I.P.				COHESION (Kp/cm²)	ANGULO ROZ.INT.		CASA-GRANDE		INDICE GRUPO
S-1/SPT	3,00-3,25																			> 100 R			
S-1/TA	4,90-5,30							100	98,9	65,7	46,0	39,9	23,6	16,3	1,97	12,18	24,4				SC	A-6	4
S-1/SPT	5,30-5,34																			> 100 R			
S-1/TA	6,75-7,00																						
S-1/SPT	7,00-7,03																			> 100 R			
S-1/TA	8,80-9,00						100	99,5	93,9	58,6	42,2	38,8	22,6	16,2	1,92	15,85	1,1	1,04	34° 42'		SC	A-6	3
S-1/SPT	9,00-9,40																			> 100 R			
S-2/SPT	1,40-2,00																			36			
S-2/TA	3,95-4,20							100	98,4	72,0	54,6	44,5	25,1	1,94	1,72	16,28	0,9	1,27	32° 12'		CL/ML	A-7-6	8
S-2/SPT	4,20-4,75																			> 100 R			
S-2/TA	6,98-7,20							100	98,7	79,5	58,8	41,8	23,1	18,7	1,93	11,85	38,5				CL	A-7-6	8
S-2/SPT	7,20-7,23																			> 100 R			
S-2/TA	9,75-10,20																						
S-2/SPT	10,20-10,27																			> 100 R			
S-3/SPT	3,10-3,55																			> 100 R			
S-3 arenas y gravas	3,60-4,20	100	94,7	84,8	78,4	73,4	64,4	60,7	51,3	18,1	10,6	31,4	22,5	8,9							SW/SC	A-1-4	0
S-3/TA	6,90-7,20							100	96,5	76,3	58,6	40,0	25,5	14,5	1,88	15,45	22,5				ML	A-6	6
S-3/SPT	7,20-7,22																			> 100 R			
S-3/TA	9,00-9,28																						
S-3/SPT	9,28-9,30																			> 100 R			

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

I N F O R M E D E S U E L O S

TRABAJO Nº .....:		Muestreo en obra ☒
TOMA DE MUESTRA .....:	**Julio 1999**	Facilitada por el peticionario ☐
SOLICITANTE .....:	**ZARZUELA**	
OBRA O ESTUDIO .....:	**Ampliación depuradora en M. del Campo (Valladolid)**	
LOCALIZACIÓN .....:	**Calicata-1 (C-1)**	
TIPO DE MUESTRA .....:	**Suelo**	Fecha de informe: 9/07/99



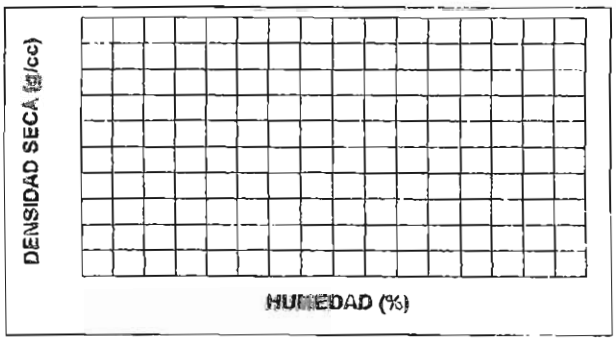
LIMITES DE ATTERBERG; UNE 103.103; 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	
Límite plástico; UNE 103.104	
Indice de plasticidad	N.P.

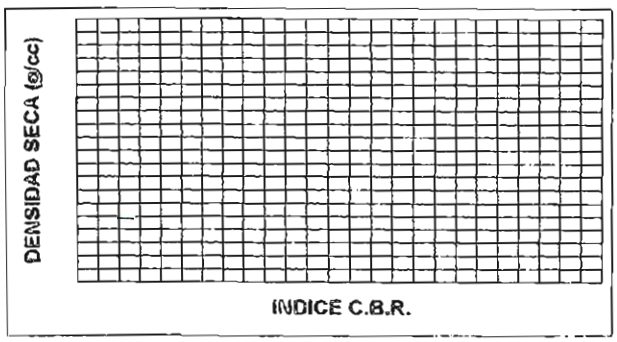
EQUIVALENTE DE ARENA; UNE 103.109	
PESO ESPECIFICO (g/cm^3); UNE 103.302	
DESGASTE L.A. (%); UNE 83.116	
HUMEDAD NATURAL (%); UNE 103.300	
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103.200	
SULFATOS (% SO_3); UNE 103.202	0,00
MATERIA ORGANICA (%); UNE 103.204	
I. AZUL METILENO; NLT 171/90	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101													
Tamiz (mm.)		100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
Cernido (%)					100,0	97,2	89,5	87,2	81,1	76,8	60,8	15,0	7,7

PROCTOR NORMAL; UNE 103.500	
Densidad. Seca Máx. (g/cc)	
Humedad Óptima (%)	

C.B.R. DE LABORATORIO; UNE 103.502			
Energía Compactación (%)	120	50	20
Indice C.B.R.			
Compactación (%)			
Densidad (g/cc)			
Humedad (%)			
Hinchamiento (%)			
Absorción (%)			
Indice C.B.R. al 100%			





CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	SW/SM
AASHTO	A-1-b
INDICE DE GRUPO	0
PG-3	
TIPO DE EXPLANADA	

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
N.P.= NO PLÁSTICO		
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

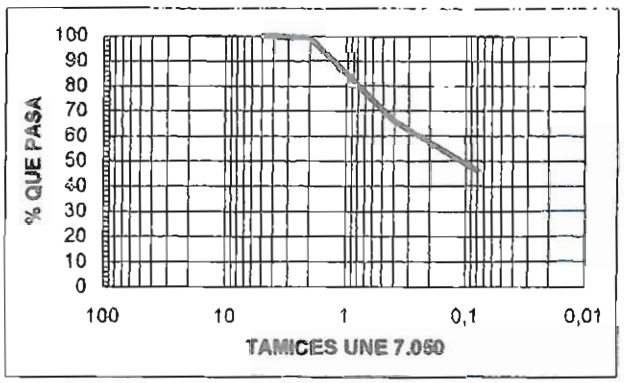
CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYOS EN MUESTRAS DE SONDEOS

SOLICITANTE: ZARZUELA
OBRA O ESTUDIO: Ampliación depuradora en M. del Campo (VALLADOLID)
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA: Sondeo-1 (4,90 - 5,30 m.)
TIPO DE MUESTRA: Testigo de Avance Parafinado (T.A.)
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: Julio 1999

Fecha de informe: 9/07/99



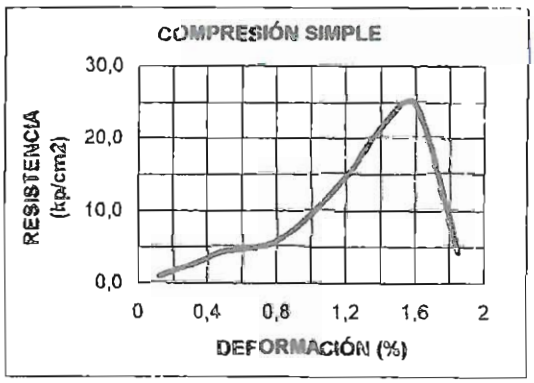
LIMITES DE ATTERBERG; UNE 103.103; 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	39,9
Límite plástico; UNE 103.104	23,6
Indice de plasticidad	16,3

HUMEDAD NATURAL (%); UNE 103.300	12,18
PESO ESPECIFICO (g/cm^3); UNE 103.302	
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103.200	
SULFATOS (% SO_3); UNE 103.201	
MATERIA ORGANICA (%); UNE 103.204	
I. AZUL METILENO; NLT 171/90	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101

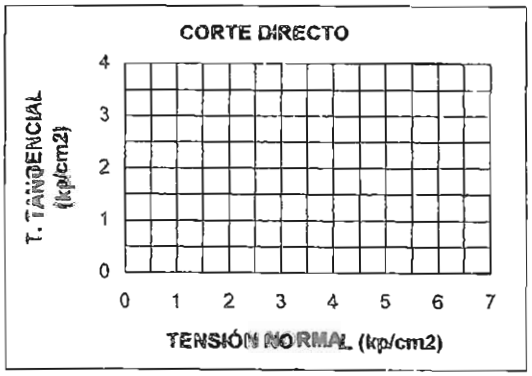
Tamiz (mm.)		100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
Cernido (%)										100,0	98,9	65,7	46,0

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE; UNE 103.400	
Densidad Seca (g/cm^3)	1,97
Humedad Natural (%)	12,18
Diámetro (mm.)	82
Altura (mm.)	162
Resistencia a Compresión Simple (kp/cm^2)	24,4



ENSAYO DE CORTE DIRECTO; UNE 103.401

Pto Nº (Nº)	Humed. (%)	D Seca (g/cm^3)	Tensión Normal (kp/cm^2)	Tensión Tang. (kp/cm^2)
1				
2				
3				
Cohesión (kp/cm^2)				
Ángulo de Rozamiento Interno (φ)				



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	SC
AASHTO	A-6
INDICE DE GRUPO	4
PG3	
TIPO EXPLANADA	

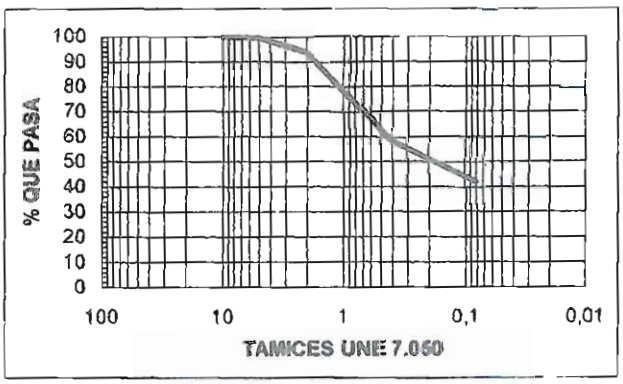
OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYOS EN MUESTRAS DE SONDEOS

SOLICITANTE: ZARZUELA
OBRA O ESTUDIO: Ampliación depuradora en M. del Campo (VALLADOLID)
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA: Sondeo-1 (8,80 - 9,00 m.)
TIPO DE MUESTRA: Testigo de Avance Parafinado (T.A.)
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: Julio 1999 Fecha de informe: 9/07/99

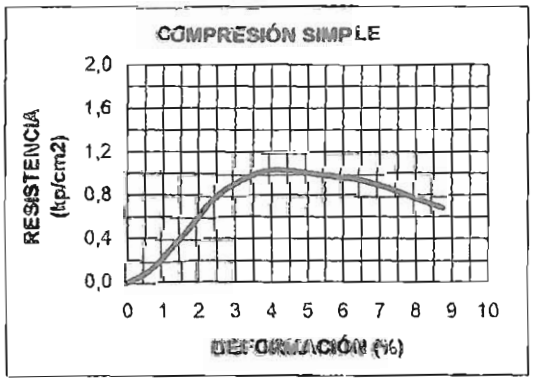


LIMITES DE ATTERBERG; UNE 103.103; 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	38,8
Límite plástico; UNE 103.104	22,6
Indice de plasticidad	16,2

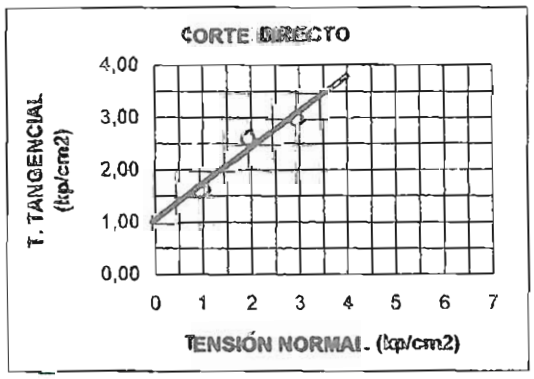
HUMEDAD NATURAL (%); UNE 103.300	15,85
PESO ESPECIFICO (g/cm^3); UNE 103.302	
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103.200	
SULFATOS (% SO_3); UNE 103.201	0,01
MATERIA ORGANICA (%); UNE 103.204	
I. AZUL METILENO; NLT 171/90	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101													
Tamiz (mm.)		100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
Cernido (%)									100,0	99,5	93,9	58,6	42,2

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE; UNE 103.400		
Densidad Seca (g/cm^3)	1,92	
Humedad Natural (%)	15,85	
Diámetro (mm.)	88	
Altura (mm.)	109	
Resistencia a Compresión Simple (kp/cm^2)		1,1



ENSAYO DE CORTE DIRECTO; UNE 103.401				
Pto Nº (Nº)	Humed. (%)	D Seca (g/cm^3)	Tensión Normal (kp/cm^2)	Tensión Tang. (kp/cm^2)
1	15,85	1,92	1	1,63
2	15,85	1,89	2	2,63
3	15,85	1,94	3	3,01
Cohesión (kp/cm^2)				1,04
Angulo de Rozamiento Interno (φ)				34° 42'



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	SC
AASHTO	A-6
INDICE DE GRUPO	3
PG3	
TIPO EXPLANADA	

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

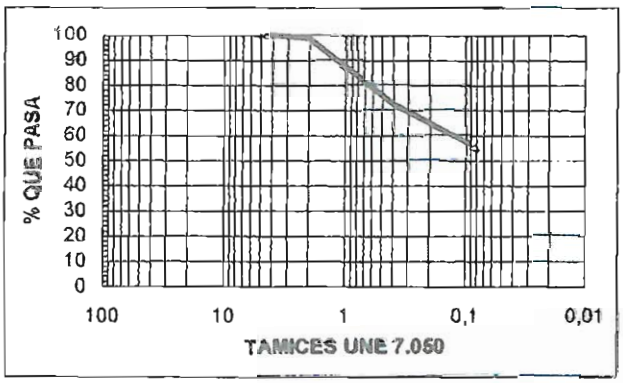
CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYOS EN MUESTRAS DE SONDEOS

SOLICITANTE: ZARZUELA
OBRA O ESTUDIO: Ampliación depuradora en M. del Campo (VALLADOLID)
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA: Sondeo-2 (3,95 - 4,20 m.)
TIPO DE MUESTRA: Testigo de Avance Parafinado (T.A.)
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: Julio 1999

Fecha de informe: 9/07/99



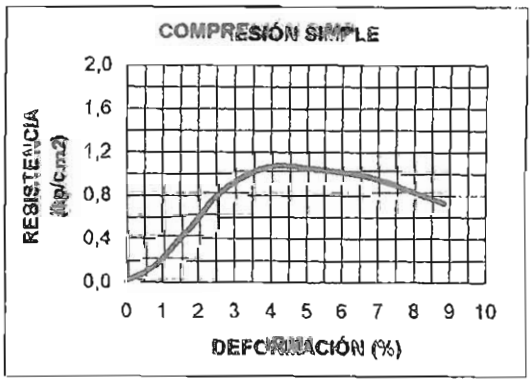
LIMITES DE ATTERBERG; UNE 103.103; 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	44,5
Límite plástico; UNE 103.104	25,1
Indice de plasticidad	19,4

HUMEDAD NATURAL (%); UNE 103.300	16,28
PESO ESPECIFICO (g/cm³); UNE 103.302	
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103.200	
SULFATOS (% SO_3); UNE 103.201	0,01
MATERIA ORGANICA (%); UNE 103.204	
I. AZUL METILENO; NLT 171/90	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101

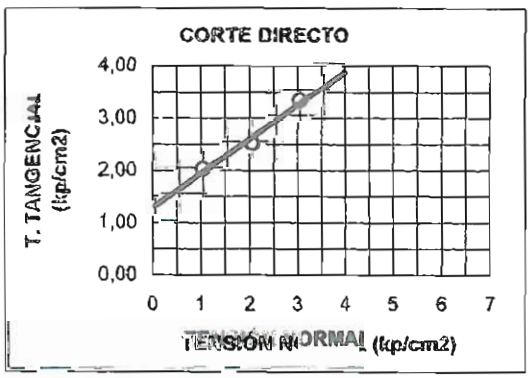
Tamiz (mm.)		100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
Cernido (%)										100,0	98,4	72,0	54,6

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE; UNE 103.400	
Densidad Seca (g/cm³)	1,72
Humedad Natural (%)	16,28
Diámetro (mm.)	74
Altura (mm.)	86
Resistencia a Compresión Simple (kp/cm²)	0,9



ENSAYO DE CORTE DIRECTO; UNE 103.401

Pto Nº (Nº)	Humed. (%)	D Seca (g/cm³)	Tensión Normal (kp/cm²)	Tensión Tang. (kp/cm²)
1	16,28	1,77	1	1,98
2	16,28	1,73	2	2,46
3	16,28	1,74	3	3,29
Cohesión (kp/cm²)				1,27
Ángulo de Rozamiento Interno (φ)				32° 12'



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	CL/ML
AASHTO	A-7-6
INDICE DE GRUPO	8
PG3	
TIPO EXPLANADA	

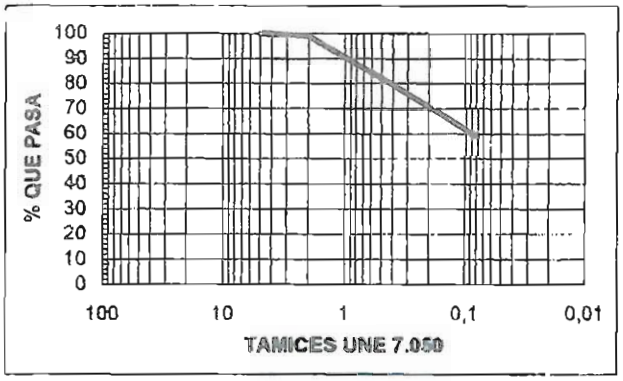
OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYOS EN MUESTRAS DE SONDEOS

SOLICITANTE: ZARZUELA
OBRA O ESTUDIO: Ampliación depuradora en M. del Campo (VALLADOLID)
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA: Sondeo-2 (6,98 - 7,20 m.)
TIPO DE MUESTRA: Testigo de Avance Parafinado (T.A.)
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: Julio 1999 Fecha de informe: 9/07/99



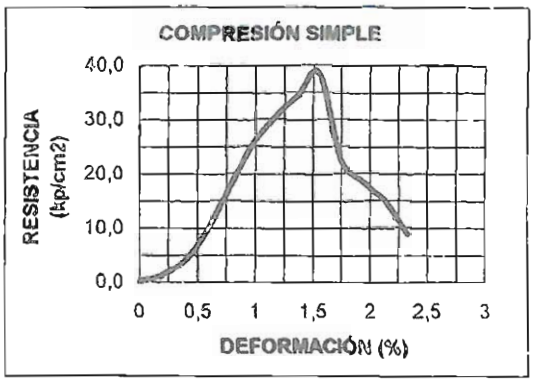
LIMITES DE ATTERBERG; UNE 103.103; 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	41,8
Límite plástico; UNE 103.104	23,1
Indice de plasticidad	18,7

HUMEDAD NATURAL (%); UNE 103.300	11,86
PESO ESPECIFICO (g/cm^3); UNE 103.302	
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103.200	
SULFATOS (% SO_3); UNE 103.201	
MATERIA ORGANICA (%); UNE 103.204	
I. AZUL METILENO; NLT 171/90	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101

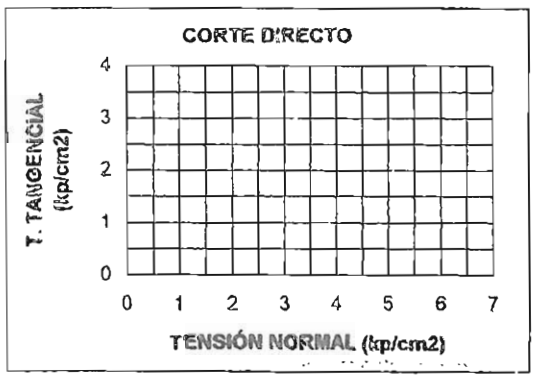
Tamiz (mm.)		100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
Cernido (%)										100,0	98,7	79,5	58,8

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE; UNE 103.400	
Densidad Seca (g/cm^3)	1,98
Humedad Natural (%)	11,86
Diámetro (mm.)	68
Altura (mm.)	103
Resistencia a Compresión Simple (kp/cm^2)	38,5



ENSAYO DE CORTE DIRECTO; UNE 103.401

Pto Nº (Nº)	Humed. (%)	D Seca (g/cm^3)	Tensión Normal (kp/cm^2)	Tensión Tang. (kp/cm^2)
1				
2				
3				
Cohesión (kp/cm^2)				
Ángulo de Rozamiento Interno (φ)				



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	CL
AASHTO	A-7-6
INDICE DE GRUPO	8
PG3	
TIPO EXPLANADA	

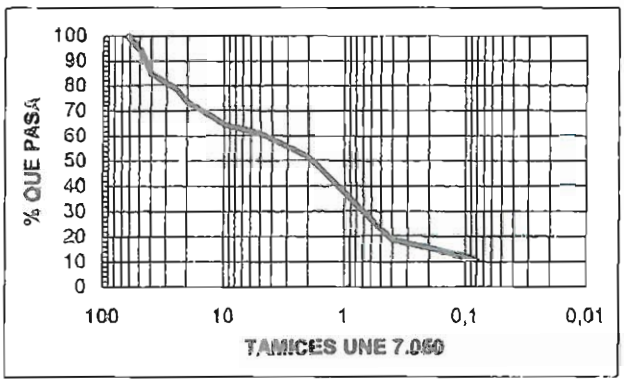
OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYOS EN MUESTRAS DE SONDEOS

SOLICITANTE: ZARZUELA
OBRA O ESTUDIO: Ampliación depuradora en M. del Campo (VALLADOLID)
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA: Sondeo-3 (3,10 - 3,55 m.)
TIPO DE MUESTRA: Testigo a Percusión Standard (S.P.T.)
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: Julio 1999 Fecha de informe: 9/07/99

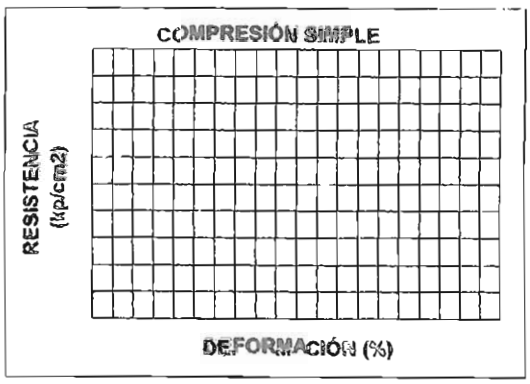


LIMITES DE ATTERBERG; UNE 103.103; 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	31,4
Límite plástico; UNE 103.104	22,5
Indice de plasticidad	8,9

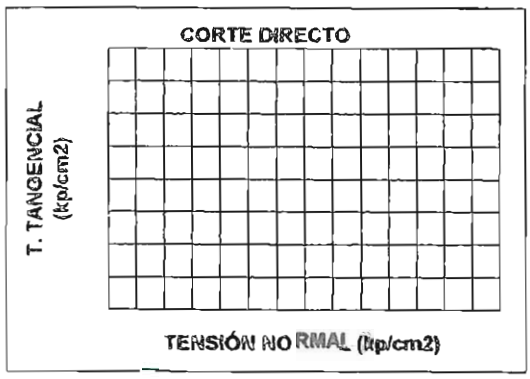
HUMEDAD NATURAL (%); UNE 103.300	
PESO ESPECIFICO (g/cm^3); UNE 103.302	
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103.200	
SULFATOS (% SO_3); UNE 103.201	0,01
MATERIA ORGANICA (%); UNE 103.204	
I. AZUL METILENO; NLT 171/90	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101													
Tamiz (mm.)		100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
Cernido (%)				100,0	94,7	84,8	78,4	73,4	64,4	60,7	51,3	18,1	10,6

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE; UNE 103.400	
Densidad Seca (g/cm^3)	
Humedad Natural (%)	
Diámetro (mm.)	
Altura (mm.)	
Resistencia a Compresión Simple (kp/cm^2)	



ENSAYO DE CORTE DIRECTO; UNE 103.401				
Pto Nº (Nº)	Humed. (%)	D Seca (g/cm^3)	Tensión Normal (kp/cm^2)	Tensión Tang. (kp/cm^2)
1				
2				
3				
Cohesión (kp/cm^2)				
Ángulo de Rozamiento Interno (φ)				



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	SW/SC
AASHTO	A-2-4
INDICE DE GRUPO	0
PG3	
TIPO EXPLANADA	

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Girnénez

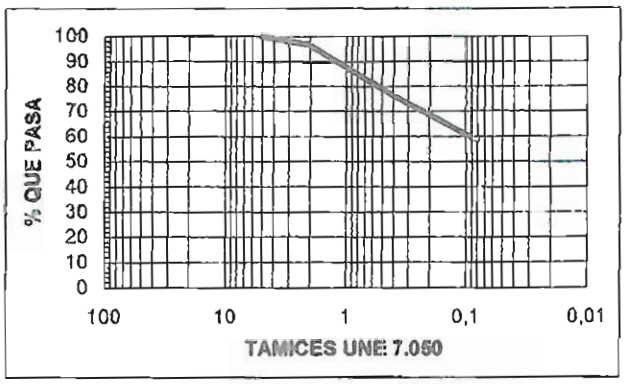
CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYOS EN MUESTRAS DE SONDEOS

SOLICITANTE: ZARZUELA
OBRA O ESTUDIO: Ampliación depuradora en M. del Campo (VALLADOLID)
LOCALIZACIÓN DE LA MUESTRA: Sondeo-3 (6,90 - 7,20 m.)
TIPO DE MUESTRA: Testigo de Avance Parafinado (T.A.)
FECHA DE TOMA DE MUESTRA: Julio 1999

Fecha de informe: 9/07/99



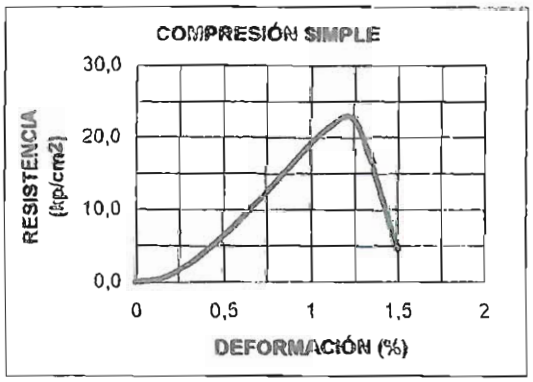
LIMITES DE ATTERBERG; UNE 103.103; 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	40,0
Límite plástico; UNE 103.104	25,5
Indice de plasticidad	14,5

HUMEDAD NATURAL (%); UNE 103.300	15,45
PESO ESPECIFICO (g/cm^3); UNE 103.302	
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103.200	
SULFATOS (% SO_3); UNE 103.201	0,00
MATERIA ORGANICA (%); UNE 103.204	
I. AZUL METILENO; NLT 171/90	

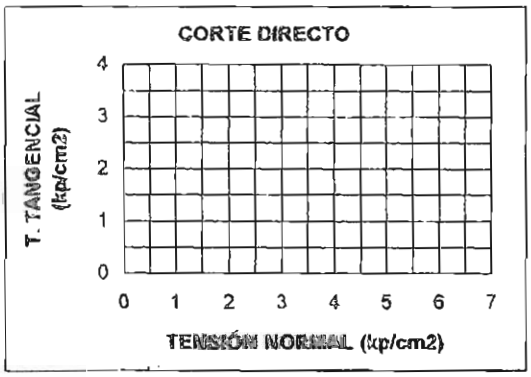
ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101

Tamiz (mm.)		100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
Cernido (%)										100,0	96,5	76,3	58,6

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE; UNE 103.400		
Densidad Seca (g/cm^3)	1,88	
Humedad Natural (%)	15,45	
Diámetro (mm.)	68	
Altura (mm.)	127	
Resistencia a Compresión Simple (kp/cm^2)		22,5



ENSAYO DE CORTE DIRECTO; UNE 103.401				
Pto Nº (Nº)	Humed. (%)	D Seca (g/cm^3)	Tensión Normal (kp/cm^2)	Tensión Tang. (kp/cm^2)
1				
2				
3				
Cohesión (kp/cm^2)				
Ángulo de Rozamiento Interno (φ)				



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	ML
AASHTO	A-6
INDICE DE GRUPO	6
PG3	
TIPO EXPLANADA	

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

ANEJO III:

DOCUMENTACION FOTOGRAFICA

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

VISTA GENERAL DE LAS LAGUNAS ACTUALES DE LA DEPURADORA DE MEDINA DEL CAMPO DESDE EL EXTREMO SUROESTE (ENTRADA)

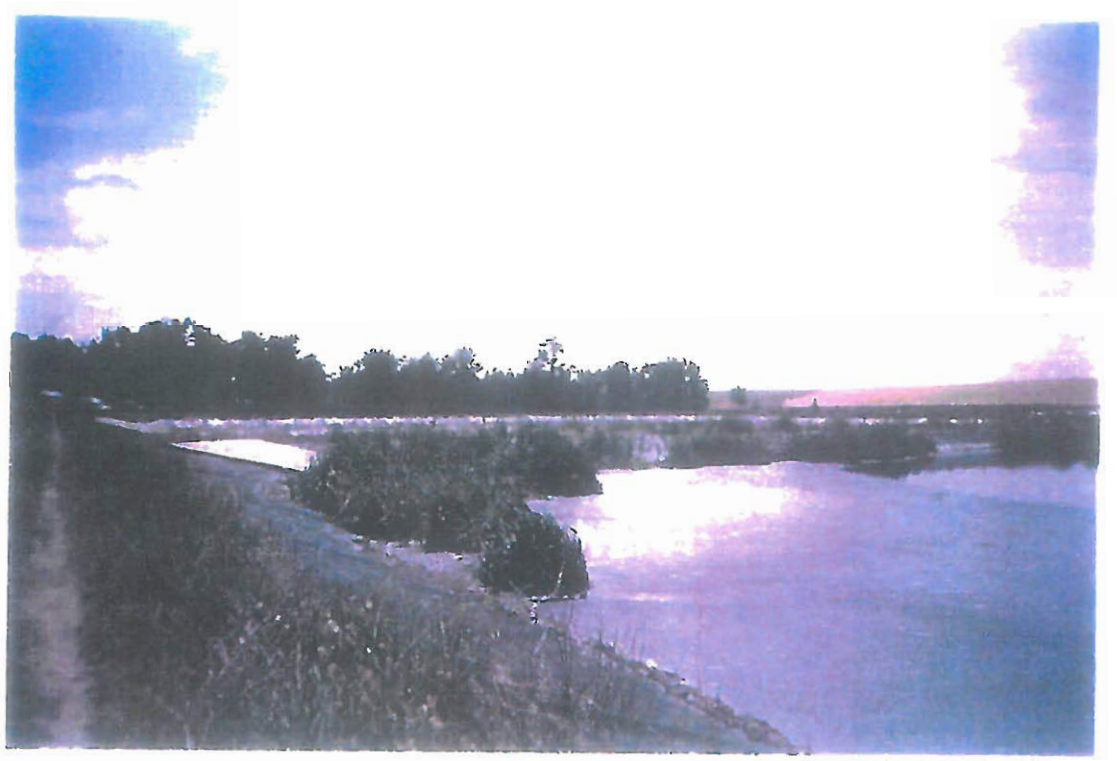
CESECO

GEOTECNIA

VISTA GENERAL DESDE EL ESTE DE LAS LAGUNAS ANAEROBIAS n° 1 Y 2 (IZQUIERDA EN LA FOTOGRAFIA) Y DE LA LAGUNA DE MADURACION (DERECHA EN LA FOTOGRAFIA)



VISTA GENERAL DE LA ZONA DE LA DEPURADORA EN DONDE SE PROYECTA CONSTRUIR LA FUTURA AMPLIACION, DESDE LA LAGUNA DE MADURACION (NOROESTE).



VISTA GENERAL DESDE EL SURESTE DE LAS LAGUNAS ANAEROBIAS nº 1 Y 2



VISTA GENERAL DE LA LAGUNA ANAEROBIA nº 1 DESDE EL SURESTE



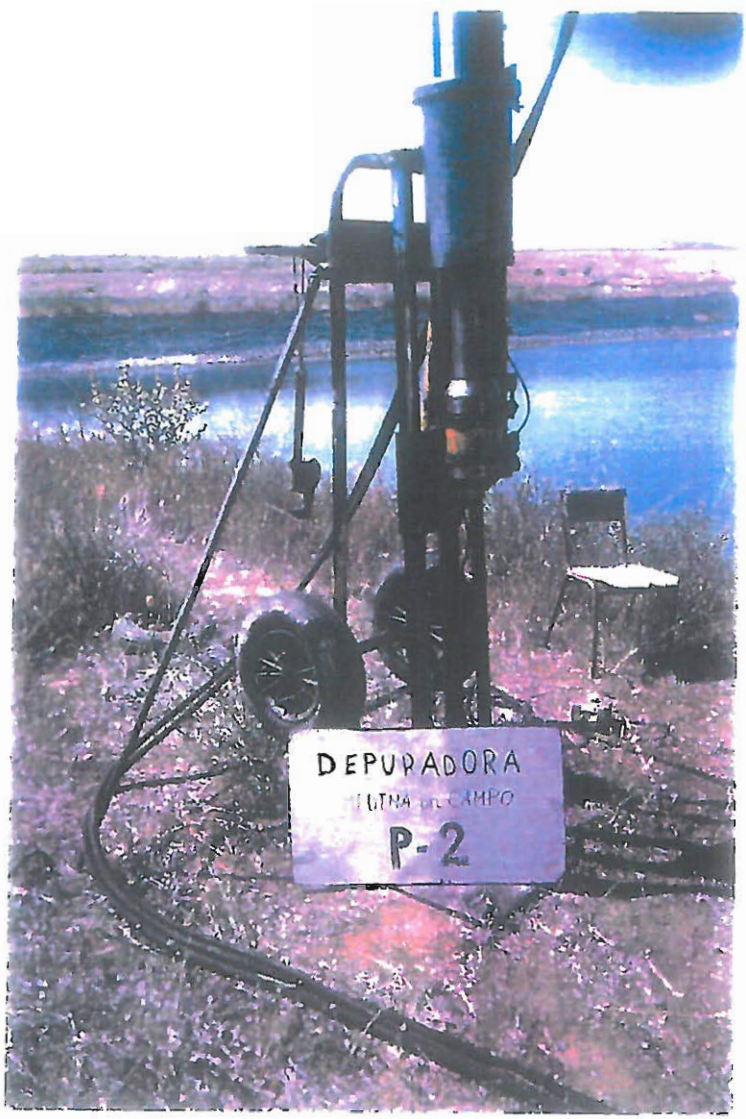
VISTA DE LA ZONA EN DONDE SE PROYECTA CONSTRUIR LAS NUEVAS INSTALACIONES DE LA DEPURADORA DESDE EL SUR



LAGUNA ANAEROBIA nº 1 VISTA DESDE EL NORESTE



VISTA GENERAL DESDE EL SUR, DEL EXTREMO OESTE DE LAS INSTALACIONES DE LA DEPURADORA



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO BORRO'S P-2



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO BORRO'S P-1



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO BORRO'S P-3



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO BORRO'S P-4



MAQUINA DE SONDEOS INSTALADA EN EL PUNTO DE PERFORACION S-1



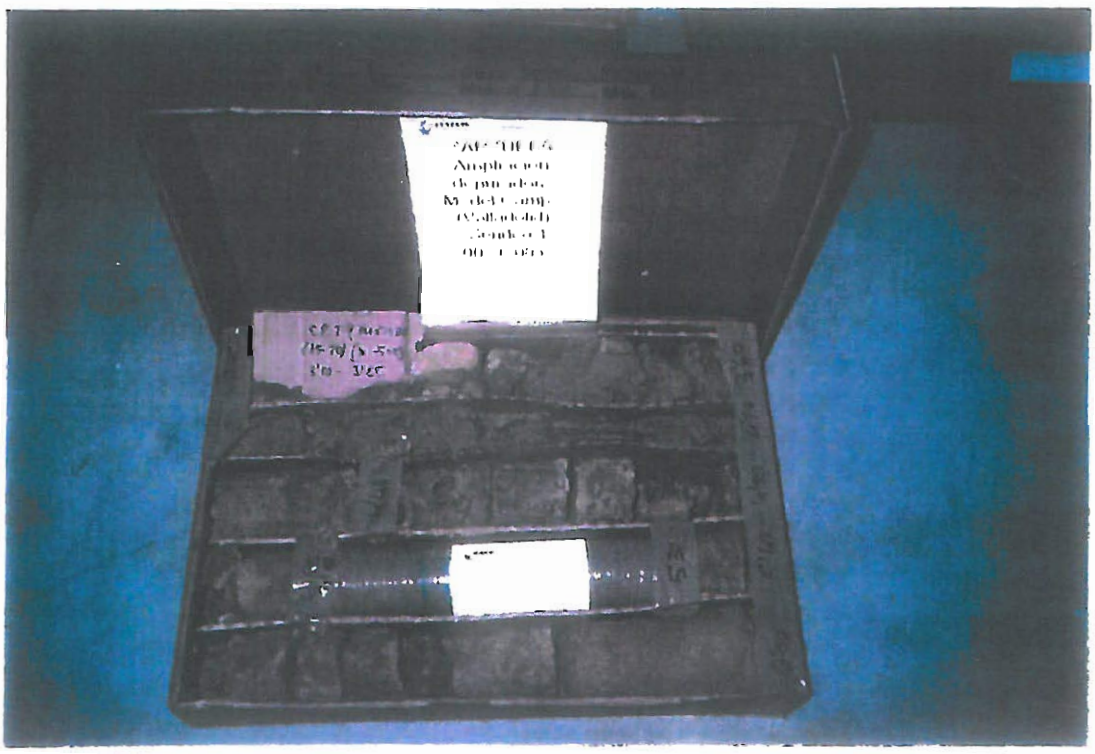
MAQUINA DE SONDEOS INSTALADA EN EL PUNTO DE PERFORACION S-2



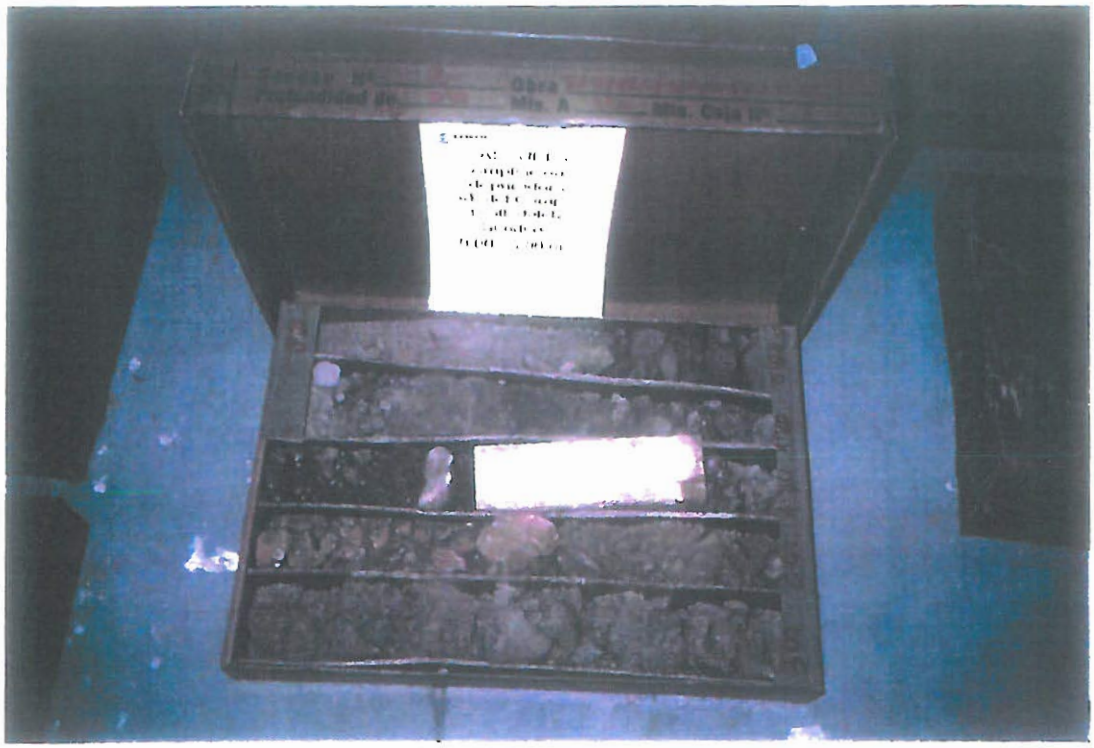
MAQUINA DE SONDEOS INSTALADA EN EL PUNTO DE PERFORACION S-3



SONDEO 1. CAJA 1



SONDEO 1 CAJA 2



SONDEO 2. CAJA 1



SONDEO 2 CAJA 2



SONDEO 1. CAJA 3



SONDEO 1 CAJA 4



SONDEO 2. CAJA 3



SONDEO 2. CAJA 4



SONDEO 3. CAJA 1



SONDEO 3. CAJA 2



SONDEO 3. CAJA 3



SONDEO 3. CAJA 4

CESECO

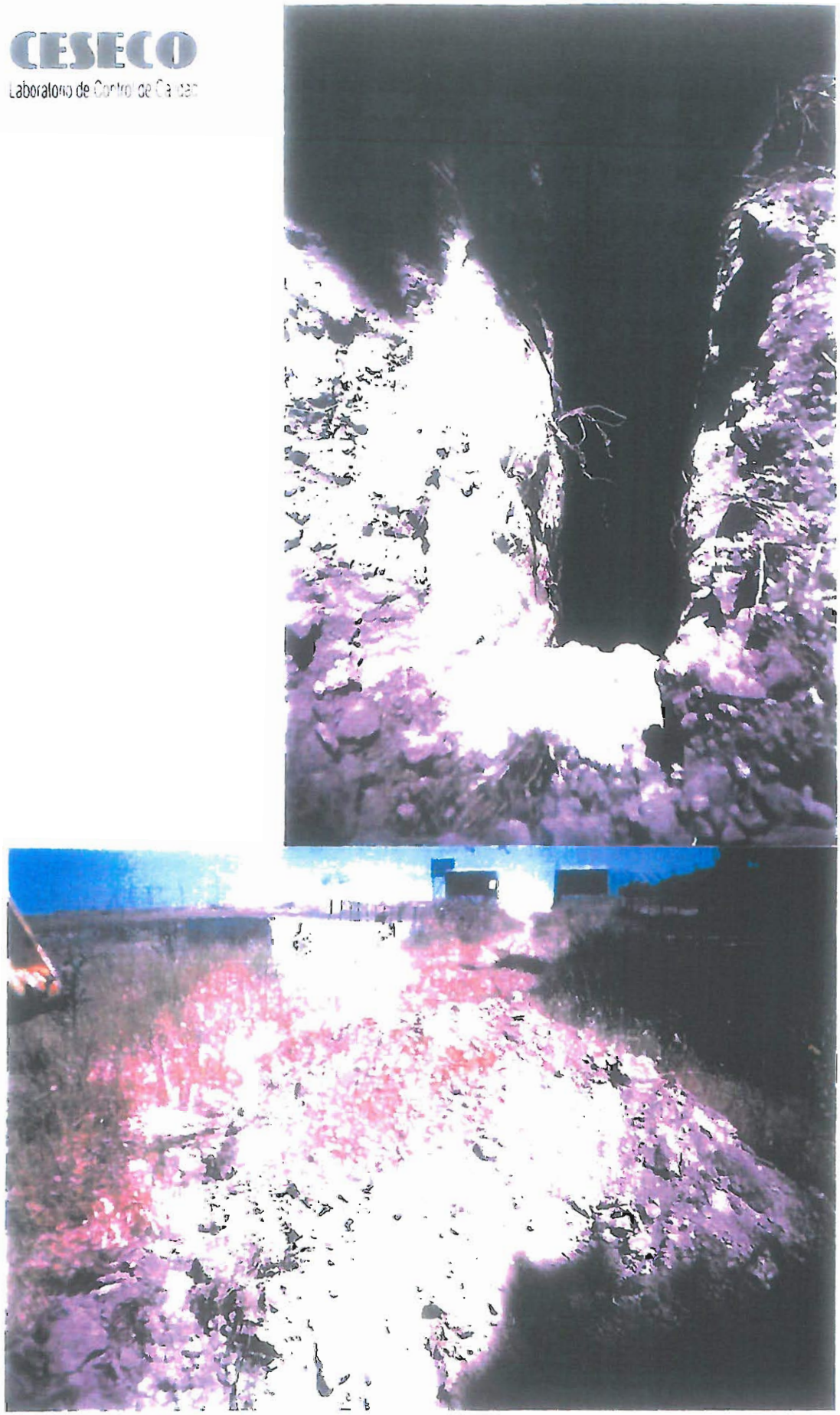
Laboratorio de Control de Calidad



CALICATA 1. MATERIAL EXTRAIDO

CESECO

Laboratorio de Control de Calidad



CALICATA 2. MATERIAL EXTRAIDO

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad





CALICATA 3. MATERIAL EXTRAIDO

Acredi la Junt stilla y eas: M de su Hormi asa y Req 98 Vle 1200 ay ónia F 09ST-9



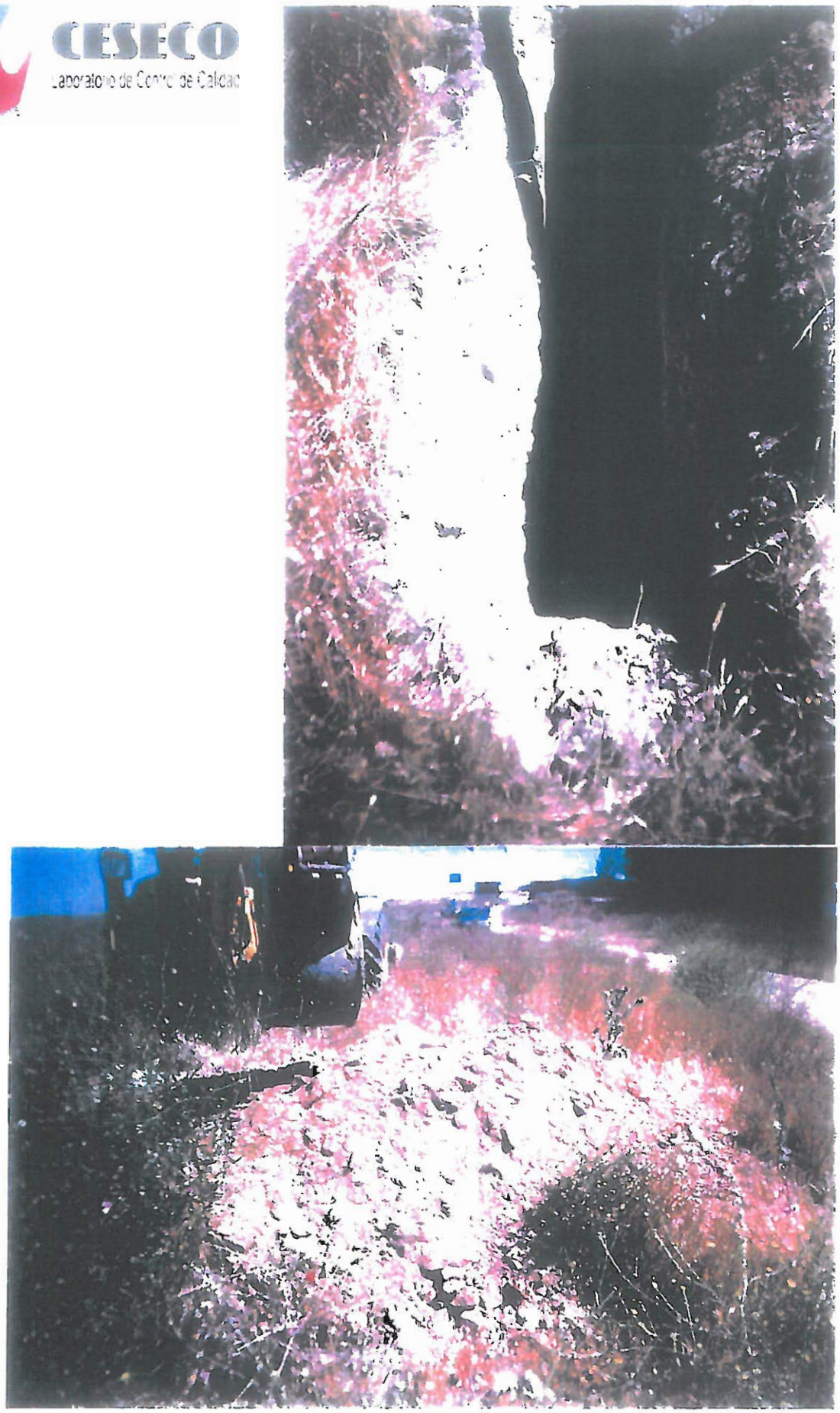


MUESTRAS ENSAYADAS A COMPRESION SIMPLE

CESEC
Laboratorio de Control de Calidad
GEOTECNIA

CESECO

Laboratorio de Control de Calidad



CALICATA 4. MATERIAL EXTRAIDO

Acredit la Junt stilla y eas: M de sut Hormig ase y Reg. 1 -98 Vla .1200 sayc icnia R 98ST-9





MUESTRAS ENSAYADAS A COMPRESION SIMPLE

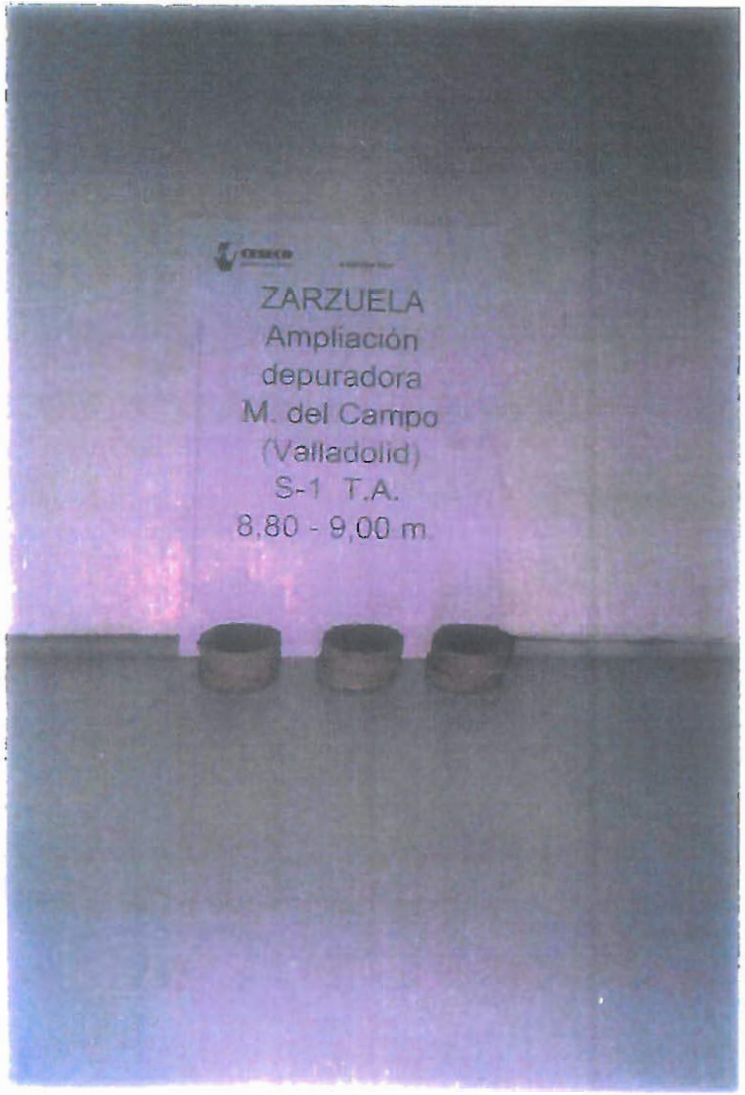
CESECO
Laboratorio de Control de Calidad
GEOTECNIA

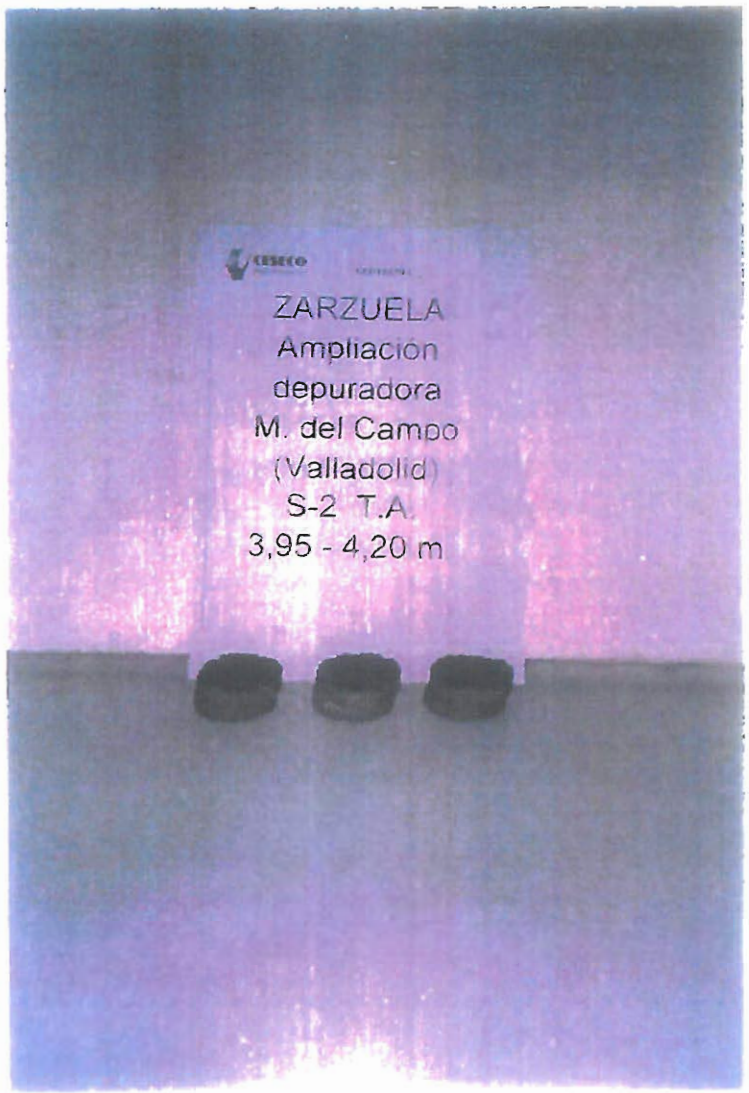
CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA



MUESTRAS ENSAYADAS A COMPRESION SIMPLE





MUESTRAS ENSAYADAS A CORTE DIRECTO

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad
GEOTECNIA

APÉNDICE 2

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE LA EDAR DE ISCAR. AGOSTO 2002

Acreditado por la Junta de Castilla y León. Areas: Mecánica de suelos. Reg. 12/09SE-98 Hormigón en masa y armado. Rec. 12/09HA-98 Vigas. Reg. 12/09SY-00 Muestreo y ensayos In situ Geotécnicos Rec. 12/09SE-EHO

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

TRABAJO	M-743/02	DEL 22.08.02
ESTUDIO	INFORME GEOLOGICO-GEOTECNICO FUTURA DEPURADORA ISCAR (VALLADOLID)	
ARCHIVO	743/02	
PETICIONARIO	CONCALSA	

INDICE

1. INTRODUCCION

2. PROSPECCIONES Y ENSAYOS

2.1.Prospecciones de campo
2.2.Ensayos de laboratorio

3. SITUACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA

4. ESTUDIO GEOTECNICO

4.1.PERFIL Y PARAMETROS GEOTECNICOS
4.2.CIMENTACION

4.2.1.Capacidad portante (carga admisible)
4.2.2.Asientos

5. CONCLUSIONES

ANEJO I: PLANOS DE SITUACION

ANEJO II: REGISTRO DE SONDEO

REGISTRO DE LA CALICATA

RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEJO III: DOCUMENTACION FOTOGRAFICA

Homologado por la Junta de Castilla y León. Áreas: Mecánica de suelos. Reg. 1200/93E-98 Hormigón en masa y Armado. Reg. 1200/HA-98 Viales Reg. 1200/SV-00. Muestreo y ensayos in situ Geotécnia Reg. 1200/ISI-00

1. INTRODUCCION

A petición de CONCALSA se ha realizado el estudio del terreno sobre el que se proyecta construir una depuradora de agua en Iscar (Valladolid). La parcela estudiada se sitúa junto al Molino Rodero, a 2 Km. aproximadamente al Noreste de la localidad de Iscar.

Encargado dicho informe a CESECO, S.A., los trabajos llevados a cabo han consistido en la ejecución de las prospecciones de campo y ensayos de laboratorio necesarios para el reconocimiento de las características litológicas de los diferentes terrenos presentes en la zona de estudio: estructura, disposición, potencia, edad, etc... y de sus características geotécnicas: granulometría, plasticidad, expansividad, resistencia a compresión, etc..., con el fin de que sirvan de base al estudio geotécnico y emitir las condiciones de cimentación y los posibles problemas constructivos : método de excavación, capacidad portante, asientos, nivel de agua subterránea, impermeabilización, tipo y características de cimentación, etc...

Para la realización del presente informe, la dirección de CONCALSA nos proporcionó un plano de situación de la parcela y de la depuradora dentro de la misma a escala 1:1.000 y 1:2.000.

2. PROSPECCIONES Y ENSAYOS

En base a la obra a realizar se programó una investigación consistente en la ejecución de un sondeo, con toma de muestras inalteradas del terreno para su posterior ensayo en laboratorio y de una calicata con toma de muestras de terreno para identificación de materiales. A continuación se describe dicha campaña de investigación.

2.1. PROSPECCIONES DE CAMPO

Se ha realizado un sondeo a rotación con extracción de testigo continuo, mediante batería doble; con el fin de reconocer la disposición, potencia, compacidad, etc. de los diferentes materiales y la situación del nivel freático. El sondeo ha sido ejecutado por CESECO, S.A. con una sonda TP 50/400, montada sobre camión MERCEDES BENZ.

La denominación del sondeo es S-1 y la profundidad alcanzada es de 20,10 m. Su situación figura en el Anejo I (ver plano de situación adjunto a este informe).

Los testigos obtenidos se han almacenado en cajas de cartón parafinado colocados de forma ordenada, separando las diferentes maniobras con tablillas de madera y están depositados en la nave del Laboratorio de CESECO, S.A.

En la perforación se recogieron un total de 11 muestras: 4 testigos de avance y 7 muestras de penetración standard (SPT).

Reconocido por la Junta de Castilla y León. Áreas: Mecánica de suelos. Reg. 12/A@SE-98 Hormigón en masa y armado. Reg. 12009HA-98 Viales. Reg. 12009SV-00. Muestreo y ensayos in situ Geotecnia Reg. 12009STE00

Además se ha realizado una calicata con el fin de identificar el tipo de terreno sobre el que se contruirá la depuradora y poder correlacionarlo con el aparecido en el sondeo.

La situación de los ensayos figura en el plano adjunto a este informe (ver Anejo I). El registro y los gráficos de penetración dinámica constan en el Anejo II.

La campaña del sondeo y calicata ha sido supervisada por un geólogo de CESECO, S.A. especializado en este tipo de trabajo; a cuyo cargo ha estado además el registro e interpretación de dichos trabajos (registro litológico, ensayos de penetración, situación del nivel freático, etc...) que figuran en el Anejo II.

2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras obtenidas en el sondeo se han realizado ensayos de identificación: granulometría, plasticidad (límites de Atterberg) y contenido en sulfatos ($SO_4^=$); determinándose su clasificación según Casagrande, ASHTTO e índice de grupo. También se han determinado sus propiedades físicas y mecánicas: humedad natural, densidad seca, presión de hinchamiento, resistencia a compresión simple y corte directo.

En el Anejo II, Ensayos de Laboratorio, figuran los gráficos y los resultados obtenidos en los ensayos realizados.

De todas las muestras ensayadas a compresión simple y corte directo, se ha tomado una fotografía en color que consta en el Anejo III, Documentación Fotográfica.

3. SITUACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA

Iscar es una localidad situada 40 Km. al Sur de la ciudad de Valladolid y la zona estudiada está junto al Molino Rodero, 2 Km. aproximadamente al Noreste de la localidad.

Esta zona está situada en la submeseta septentrional, al sur del centro geométrico de la Cuenca Terciaria Continental del Duero, modelada posteriormente por la red fluvial cuaternaria.

Geomorfológicamente la zona estudiada está asentada en el valle aluvial del río Pirón, que tiene un modelado (típico de los valle fluviales de esta región) de relieve en graderío resultante de un sistema de terrazas escalonadas.

El terreno tiene una cota absoluta media de 741 m., es decir, 18-20 m. sobre la cota actual del río Pirón.

La parcela objeto de este estudio se ubica en la margen izquierda del río Pirón, a unos 100 m. del cauce actual, fuera ya de la zona de influencia de los depósitos aluviales asociados al río. Litológicamente la parcela se asienta sobre un conjunto de arcillas arenosas y limos arcillosos, correspondientes al Mioceno (Terciario).

En la zona de la calicata, cubriendo a los materiales terciarios de color marrón y verdoso, aflora una capa de espesor medio 1,0 m., constituida por limos arcillosos muy compactos de color blanquecino. Estos materiales se clasifican como suelos de tamaño de grano fino del tipo MH (limos de alta plasticidad) según la clasificación de Casagrande, del grupo A-7-5 según la clasificación A.A.S.H.T.O. con índice de grupo 20.

Acreditado por la Junta de Castilla y León. Áreas: Mecánica de suelos. Reg. 12009SE-98 Hormigón en masa y armado. Reg. 12009HA-98 Viales. Reg. 12009SV-00. Muestreo y ensayos in situ Geotécnia Reg. 12009STG00

Este conjunto puede considerarse como prácticamente impermeable (la permeabilidad varía en función de la variación del contenido en finos de los niveles que forman esta capa) teniendo un drenaje malo que se efectúa principalmente por infiltración. Se puede considerar un coeficiente de permeabilidad "K" del orden de 10^{-8} - 10^{-9} cm/sg.

A partir de 1,0 m. de profundidad en la zona de la calicata y desde la superficie en el resto de la parcela, aparece el conjunto litológico constituido por fangos arcósicos marrones y verdosos (arcillas, limos y arenas), con intercalaciones de pequeños canales de arcosas.

Este nivel se clasifica como suelo de grano fino y es del tipo MH (limos arcillosos de alta plasticidad) según la clasificación de Casagrande, del grupo A-7-5 según la clasificación A.A.S.H.T.O. con índice de grupo variable entre 15 y 20.

Este conjunto puede considerarse como poco permeable (la permeabilidad varía en función de la variación del contenido en finos de los niveles que forman esta capa) teniendo un drenaje malo que se efectúa principalmente por infiltración. Se puede considerar un coeficiente de permeabilidad "K" del orden de 10^{-7} - 10^{-8}cm/sg.

El espesor de esta capa puede considerarse como superior a 50 m. Su comienzo, en este zona, se sitúa a profundidades máximas de 1,0 m. La potencia de esta capa es suficiente como para no considerar otros materiales subyacentes afectados por la cimentación, cualquiera que sea su tipología.

Este conjunto es de edad Astaraciense superior-Vallesiense superior (Mioceno superior) y está dispuesto horizontalmente en secuencias granodecrecientes con ciclos de espesor del orden de 2 a 4 metros.

4. ESTUDIO GEOTECNICO

En este apartado se describen las características geotécnicas de los materiales que constituyen el subsuelo de la zona estudiada.

4.1. PERFIL Y PARAMETROS GEOTECNICOS

Desde el punto de vista geotécnico podemos esquematizar el terreno sobre el que se proyecta construir, con arreglo al siguiente perfil:

CAPA A) LIMOS ARCILLOSOS

Profundidad: De 0,0 m. a 1,0 m.

En la zona del sondeo esta capa de limos arcillosos de color blanquecino, no aflora, pero hay un nivel de suelo vegetal areno-arcilloso de color marrón oscuro.

En base a los resultados de los ensayos realizados (ver Anejo II), podemos considerar como representativos para esta capa los siguientes parámetros geotécnicos:

Porcentaje de finos (limos y arcillas, material que pasa por el tamiz nº 0,080 mm.) de 99,5 %.

Porcentaje de arena (material comprendido entre los tamices 5 y 0,080 mm.) de 0,5 %.

El límite líquido es 75 y el índice de plasticidad es 31, lo que nos indica que son materiales muy plásticos.

El índice de hinchamiento es 0,50 Kp/cm^2 y el cambio de volumen potencial es no crítico.

El contenido en sulfatos ($SO_4^=$) de la muestra analizada es 0,012 %.

CAPA B) LIMOS ARCILLOSOS

Profundidad: De 1,0 m. a 20,0 m. (al menos).

En base a los resultados de los ensayos realizados (ver Anejo II), podemos considerar como representativos para esta capa los siguientes parámetros geotécnicos:

Resistencia a la penetración dinámica standard (S.P.T.) de rechazo $N_{30} > 50$ (más de 50 golpes/30 cm.).

Porcentaje de finos (limos y arcillas, material que pasa por el tamiz nº 0,080 mm.) variable entre 90 y 99 %.

Porcentaje de arena (material comprendido entre los tamices 5 y 0,080 mm.) variable entre 1 y 10 %.

El límite líquido varía entre 56 y 68 y el índice de plasticidad entre 16 y 35, lo que nos indica que son materiales muy plásticos.

La humedad natural varía entre el 29 y el 33 %. La densidad varía entre 1,37 y 1,44 gr/cm^3.

La presión de hinchamiento varía entre 0,2 y 0,3 Kp/cm^2.

Acreditado por la Junta de Castilla y León. Areas: Mecánica de suelos. Reg. 12009SE-98 Hormigón en masa y armado. Reg. 12009HA-98 Viales. Reg. 12009SY-00. Muestreo y ensayos in situ Geotécnia Reg. 12009ST-00

La resistencia a compresión de las muestras ensayadas es variable entre 1,0 y 2,7 Kp/cm^2.

El contenido en sulfatos ($SO_4^=$) de las muestras analizadas es variable entre 0,006 y 0,017 %.

Según el ensayo de corte directo, la cohesión varía entre 0,50 y 0,75 Kp/cm^2 y el ángulo de rozamiento interno entre 26 y 29º.

4.2. CIMENTACION

Teniendo en cuenta el corte geotécnico del terreno y las características previstas de la futura depuradora, será la capa B de limos arcillosos de color marrón y verdoso, la que va a servir de apoyo a la cimentación. A continuación se obtienen los valores de cálculo de dicha capa A, con vistas a su utilización en el diseño de la cimentación.

4.2.1. Capacidad portante (carga admisible)

La evaluación de la capacidad portante del terreno viene determinada necesariamente por el tipo de cimentación a diseñar, de las cargas a transmitir y de la cota de apoyo en el terreno.

- Cimentación a partir de 2,5 m. de profundidad

Estudiaremos las cargas admisibles del terreno para cimentación superficial a partir de una profundidad de 2,5 m., sobre la capa B de limos arcillosos.

Reconocido por la Junta de Castilla y León. Áreas: Mecánica de suelos. Reg. 12/ssSE-98 Hormigón en masa y armado. Reg. 12/09HA-98 Viales. Reg. 12/09SV-00. Muestreo y ensayos in situ Geotécnia Reg. 12/09SIT-00

Como se trata de un terreno más o menos cohesivo, como reflejan los resultados obtenidos en el laboratorio y el registro litológico de las columnas de los sondeos, cuya cohesión puede considerarse de 1,6 Kp/cm², aplicamos las fórmulas de Skempton, según las cuales tenemos:

$$Q_{ndm} = \frac{C.Nc}{F} + q$$

en donde:

C = cohesión
Nc= coeficiente de carga
q = sobrecarga
F = factor de seguridad

aplicando los valores obtenidos resulta:

$$Q_{adm} = 4{,}0 \text{ Kp/cm}^2$$

considerando losa armada, carga no inclinada ni excéntrica y factor de seguridad 2,5, que el recomendado para este tipo de materiales.

En conclusión, en base a los ensayos S.P.T del sondeo, podemos afirmar que la presión admisible del terreno para cimentación superficial mediante losa armada a partir de 2,5 m. de profundidad sobre la capa B de limos arcillosos es de 4,0 Kp/cm².

4.2.2. Asientos

Para el cálculo de los asientos, utilizamos el método elástico y de acuerdo con los parámetros geotécnicos descritos anteriormente y con la carga admisible considerada de 4,0 Kp/cm^2, tenemos:

$$H = q.B \frac{1-\mu^2}{E_s} I_w$$

donde:

H = asiento
q = sobrecarga a la cota de cimentación
B = ancho de la cimentación
μ = coeficiente de Poisson
I_w = coeficiente función del tipo de zapata y de la distribucción de la carga
E_s = módulo de deformación

$$H = 0{,}0086\ B$$

que para un ancho de zapata de 1,5 m. resulta un asiento de 13 mm.

Este asiento es inferior a los máximos admitidos por la norma NBE-AE/91 para suelos cohesivos y estructuras de hormigón armado.

Documento por las normas de Castilla y Leon. Areas: Mecánica de suelos. Reg. 1200/SE-98 Hormigón en masa y armado. Reg. 1200/HA-98 Viales Reg. 1200/SV-00. Muestreo y ensayos in situ Geotécnia Reg. 1200/GT-00

5. CONCLUSIONES

En base a las observaciones de campo "in situ", a las prospecciones geotécnicas (sondeo y calicata) y a los ensayos de laboratorio realizados para este estudio geotécnico, se pueden inferir las conclusiones siguientes para la parcela objeto del presente estudio; en donde se proyecta construir una depuradora.

La zona estudiada se sitúa junto al Molino Rodero, 2 Km. al Noreste de la localidad de Iscar (Valladolid).

Geológicamente, esta zona está enmarcada en el sector central de la Cuenca Terciaria Continental del Duero, modelada posteriormente por la red fluvial cuaternaria.

Geográficamente, Iscar se sitúa en la margen izquierda del río Pirón, a unos 100 m. del cauce del río, fuera de la zona por la que se extienden los depósitos aluviales del río y con cota relativa sobre su cauce de 18-20 m.

El subsuelo de la parcela desde el punto de vista litológico está constituido por un conjunto limos y arcillas de color verdoso y marrón, materiales muy compactos, cuya potencia es mayor de 60 m., por lo que no consideramos más tipos de materiales. En la zona de la calicata estos materiales están tapizados por una capa de 1,0 m. de espesor de arcillas limosas de color blanco.

Se ha detectado un nivel de agua subterráneo a 13,0 m. de profundidad aproximadamente, por lo que, en principio no afectará al vaciado para la construcción de la depuradora.

La depuradora proyectada se puede cimentar superficialmente, sobre la capa B de limos y arcillas, mediante losa armada a partir de 2,5 m. de profundidad donde se encuentran materiales cuya capacidad portante es de 4,0 Kp/cm².

Para dichas cargas se producirá un asiento (13 mm.) inferior a los máximos admitidos por la norma NBE-AE/91 para suelos cohesivos y estructuras de hormigón armado.

Para el cálculo de los empujes de tierras en los muros de contención, que se deberán realizar durante la excavación, se pueden considerar los siguientes valores unitarios de cohesión y ángulo de rozamiento interno: 0,3 Kp/cm^2 y 27º, respectivamente.

Por último, no es necesario el uso de cementos especiales en la confección del hormigón de todos aquellos elementos que vayan a estar en contacto con el terreno, puesto que los materiales presentes tienen un contenido en sulfatos relativamente bajo (< 0,017 %) y no son, por lo tanto, agresivos frente al hormigón.

Valladolid 22 de Agosto de 2.002

Fdo.: Mónica Bombín Espino
Dra. en CC. Geológicas

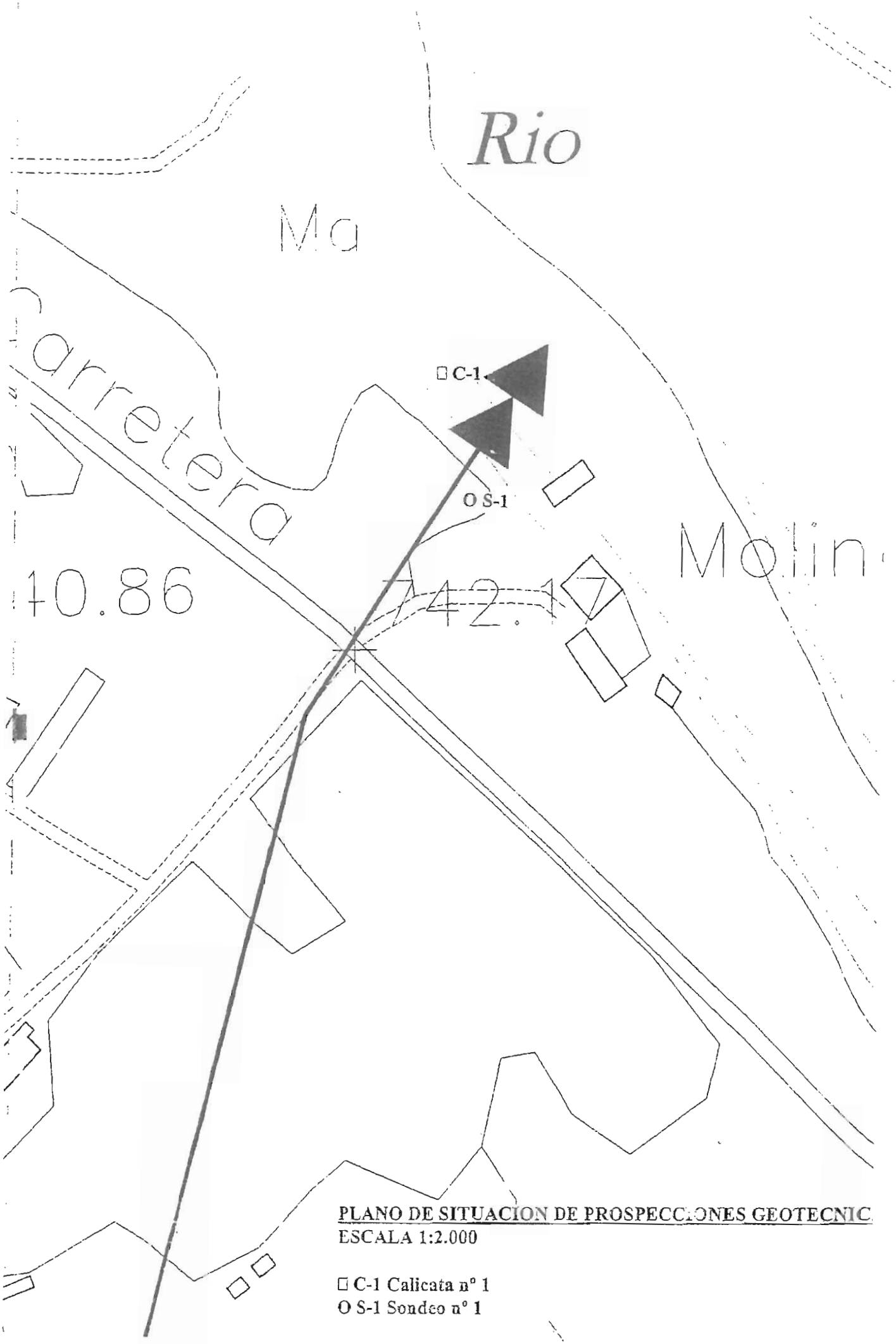
Fdo.: Ignacio López Giménez
Ldo. en CC. Geológicas
Director - Técnico

ANEJO I: - PLANOS DE SITUACION

Actualizado por la Junta de Castilla y León. Área de Mecánica de suelos Reg. 12... ...4SE-98 Hormigón en masa y armado. Rep. 15ntnHA-98Viales Reg. 19T00SU-00. Muestreo y ensayos in situ Geotécnia Reg. 120nnST-01



PLANO DE SITUACION GENERAL
ESCALA 1:25.000



PLANO DE SITUACION DE PROSPECCIONES GEOTECNIC
ESCALA 1:2.000

□ C-1 Calicata nº 1
O S-1 Sondeo nº 1

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

ANEJO II:

- **REGISTRO DEL SONDEO**
- **REGISTRO LITOLOGICO DE LA CALICATA**
- **RESULTADOS DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Acreditado por la Junta de Castilla y León. Áreas: Mecánica de suelos. Reg. 1202/SE-98 Hormigón en masa y armado. Reg. 1203/HA-98 Viales. Reg. 1209/SV-00. Muestras y ensayos in situ Geotecnia Reg. 1209/ST-00

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

SOLICITANTE .....: CONCALSA
OBRA O ESTUDIO ...: Futura depuradora en Iscar (Valladolid)
LOCALIZACIÓN .....: Sondeo-1 (S-1)
FECHA .....: Julio 2002

PROF (m.)	CORTE	DESCRIPCIÓN	MUESTRA Tipo	E. PENETRACIÓN Nº golpes/15cm.	GRANULOMETRÍA 5mm 2mm 0,08mm	PLASTICI. L.L. I.P.	HUM. (%)	SULF. (%)	D SECA (gr/cm3)	C. SIMPLE (kp/cm2)	C. DIRECTO (kp/cm2) : (º)
0		SUELO VEGETAL									
1											
2		ARCILLAS MARGOSAS. Muy compactas de plasticidad alta y de color verdoso.	S.P.T.	8-17-30/50	100 98,8 95,9	68,3 35,1		0,012			
3											
4			S.P.T.	40-50R/5							
5											
6		ARCILLAS de plasticidad media/ alta y color rojizo.									
7		ARCILLAS MARGOSAS. Muy compactas de plasticidad alta y de colores verdoso y ocre.	T.A.* S.P.T.	9-26-42-50R/10	100 99,9 97,4	66,0 30,9	33,18	0,006	1,38	2,7	0,75 ; 29º 35'
8		ARCILLAS con limos clásticos. Muy compactas de plasticidad alta y de color rojizo con intercalación de tramos verdosos y ocres.	T.A.** S.P.T.	13-42-50R/4	100 99,9 93,4	56,5 19,8	30,49	0,006	1,43	1,8	0,50 ; 26 20'
10											
11											

S.P.T. ... : Penetración Standard.
I.P. ..... : Inalterada a Percusión.
T.A. ..... : Testigo de Avance Parafinado.
..R. ..... : Inalterada a Rotación.

Nivel Freático (m.) : 12,70
Ensayos en agua :
- Sulfatos (mg/l)=
- Magnesio (mg/l)=

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
RESION DE HINCHAMIENTO: * 0,2 kg/cm² ** 0,3 kg/cm²		
	Fdo. : José Luis Pérez-San Millán	Fdo. : Ignacio López Giménez

Acreditado por la Junta de Castilla y León. Areas: Mecánica de suelos, Reg. 12/00aSE-88 Hormigón en masa y armado, Reg. 12/009HA-98 Viales, Reg. 12/009SY-00. Muestreo y ensayos in situ Geotécnia Reg. 12/009SET/00

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

SOLICITANTE .....: CONCALSA
OBRA O ESTUDIO ...: Futura depuradora en Iscar (Valladolid)
LOCALIZACIÓN .....: Sondeo-1 (S-1)
FECHA .....: Julio 2002

PROF (m.)	CORTE	DESCRIPCIÓN	MUESTRA Tipo	E. PENETRACION Nº golpes 15cm.	GRANULOMETRIA 5mm 2mm 0,08mm	PLASTICI. L.L. I.P.	HUM. (%)	SULF. (%)	D. SECA (g/cm3)	C. SIMPLE (kp/cm2)	C. TORR (kp/cm2)
11		ARCILLAS con limos elásticos. Muy compactas de plasticidad alta y de color rojizo con intercalación de tramos verdosos y ocres.									
12			T.A. S.P.T.	42+50R/8	100 100 98.7	60.9 24.8	31.78	0,011	1.37	1.0	
13		N.F.									
14			S.P.T.	40+50R/12							
15			T.A.		100 100 90.5	57.2 22.4	28,77	0.017	1.44	1.8	
16			S.P.T.	14+32+50R/10							
17		ARCILLAS con bastante limo y arena. Muy compactas de plasticidad media y de color rojizo y verdoso.									
18											
19											
20											
21											
22											

S.P.T. ...: Penetración Standard.
I.P. .....: Inalterada a Percusión.
T.A. .....: Testigo de Avance Parafinado.
I.R. .....: Inalterada a Rotación.

Nivel Freatico (m.) : 12.70
Ensayos en agua :
- Sulfatos (mg/l)=
- Magnesio (mg/l)=

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	V°B° EL DIRECTOR TÉCNICO
	Fdo. : Jose Luis Pérez-San Millan	Fdo. : Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

REGISTRO LITOLOGICO DE CALICATA

CALICATA 1

De 0,00 m. a 1,00 m.	ARCILLAS de color blanquecino muy compactas. Muestra C-1/M-1.
De 1,00 m. a 3,30 m.	ARCILLAS ARENOSAS de color verdoso y rojizo, bastante compactas. Muestra C-1/M-2.

Valladolid a 30 de Julio de 2.002

Fdo.: Mónica Bombín Espino
Dra. en CC. Geológicas

Fdo.: Ignacio López Giménez
Ldo. en CC. Geológicas
Director-Técnico

Acreditado por la Junta de Castilla y León. Areas: Mecánica de suelos. Reg. 12/cu/SE-98 Hormigón en masa y armado. Reg. 12/009/HA-98 Viales. Reg. 12/009/SY-00. Muestreo y ensayos in situ Geotécnia Reg. 12/009/ST-00

SOLICITANTE .....: CONCALSA
OBRA O ESTUDIO ...: Futura depuradora en Iscar (Valladolid)
LOCALIZACIÓN .....: Sondeo-1 (S-1)
FECHA .....: Julio 2002

PROF (m.)	CORTE	DESCRIPCION	MUESTRA Tipo	% PENETRACIÓN (Nº golpes 15cm.	GRANULOMETRIA 5mm 2mm 0.08mm	PLASTICIDAD L.L. I.P	HUM. (%)	SULF. (%)	D. SECA (g/cm3)	C. SIMPLE (kp/cm2)	C. LIBRE (kp/cm2)
11		ARCILLAS con limos elasticos. Muy compactas de plasticidad alta y de color rojizo con intercalación de tramos verdosos y ocres.	T.A.		100 100 98.7	60,2 34,8	21,58	0,011	1,37	1,0	
12			S.P.T.	42+50R/8							
		N.E.									
13											
14			S.P.T.	40+50R/12							
15			T.A.		100 100 90.5	57,2 22,4	28,77	0,017	1,44	1,8	
16			S.P.T.	14+32+50R/10							
		ARCILLAS con bastante limo y arena. Muy compactas de plasticidad media y de color rojizo y verdoso.									
17											
18											
19											
20											
21											
22											

S.P.T. ...: Penetración Standard.
I.P. .....: Inalterada a Percusión.
T.A. .....: Testigo de Avance Parafinado.
I.R. .....: Inalterada a Rotación.

Nivel Freático (m.) : 12,70
Ensayos en agua :
- Sulfatos (mg/l)=
- Magnesio (mg/l)=

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	V.º B.º EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo. : José Luis Perez-San Millan	Fdo. : Ignacio López Gimenez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

REGISTRO LITOLOGICO DE CALICATA

CALICATA 1

De 0,00 m. a 1,00 m.	ARCILLAS de color blanquecino muy compactas. Muestra C-1/M-1.
De 1,00 m. a 3,30 m.	ARCILLAS ARENOSAS de color verdoso y rojizo, bastante compactas. Muestra C-1/M-2.

Valladolid a 30 de Julio de 2.002

Fdo.: Mónica Bombín Espino
Dra. en CC. Geológicas

Fdo.: Ignacio López Giménez
Ldo. en CC. Geológicas
Director-Técnico

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

RESUMEN DE RESULTADOS DE LAS CATAS PARA LA FUTURA DEPURADORA EN ISCAR (VALLADOLID)

CATA/ MUESTRA	GRANULOMETRIA POR TAMIZADO (Tamiz nº en mm.)						LIMITES DE ATTERBERG			SULFA-TOS	LAMBE		CLASIFICACIÓN		
Nº	20	10	5	2	0.40	0.080	L.L.	L.P	I.P.	(%)	I. Hinch. (kg/cm²)	Cambio Vol. Pot.	Casa-grande	A.A.S H.T.O.	Indice Grupo
C-1/M-1				100.0	99.8	99.5	75.1	44.5	30.6	0.012	0.50	No Critico	MH	A-7-5	20
C-1/M-2				100.0	99.8	97.3	58.0	42.2	15.8	0.006	0.37	No Critico	MH	A-7-5	14

OBSERVACIONES

Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO

Fdo.: Ignacio López Cifuentes

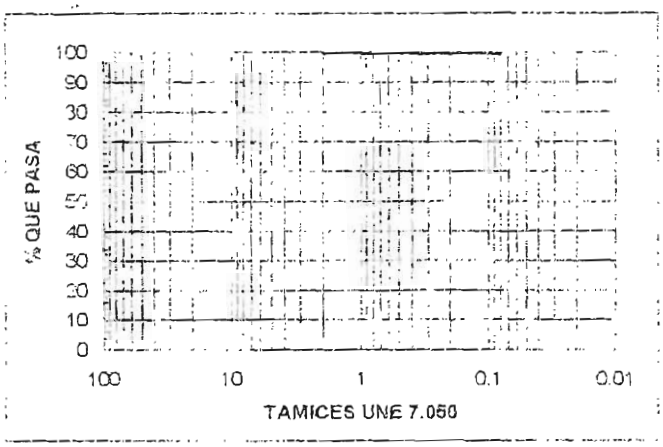
Acreditado por la Junta de Castilla y León. Área: Mecánica de suelos. Reg. 1/000QSE-98 [illegible] en materiales. Reg. 1/000HA-00/SV-00. [illegible] y enrocamiento. Reg. [illegible]

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

I N F O R M E D E S U E L O S

TRABAJO Nº	MB-18/02	Muestreo en obra ☒	
SOLICITANTE	CONCALSA	Facilitada por el peticionario ☐	
OBRA O ESTUDIO	Futura depuradora en Iscar (Valladolid)		
LOCALIZACIÓN	Calicata-1/Muestra-1 (C-1/M-1)		
TOMA DE MUESTRA	26/07/02	Fecha de informe:	07/08/02



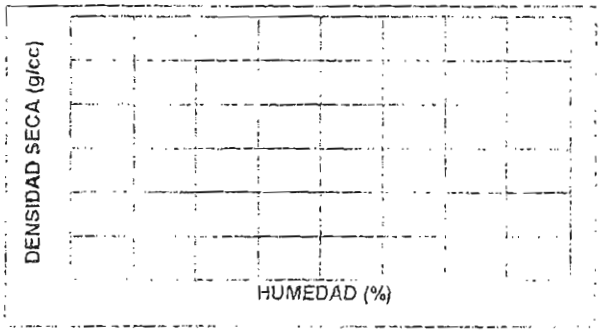
LIMITES DE ATTERBERG; UNE 103.103; 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	75.1
Límite plástico; UNE 103.104	44.5
Indice de plasticidad	30.6

MATERIA ORGANICA (%); UNE 103 204	
SULFATOS (% $SO^{=}_{4}$); UNE 103.201	0.012
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103.200	
DENSIDAD SECA (g/cm^3); UNE 103.301	

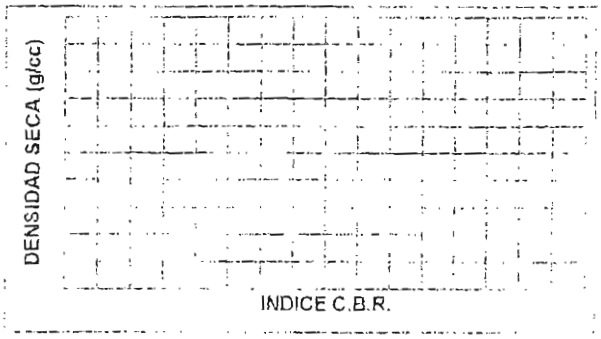
EXPANSIVIDAD EN APARATO LAMBE; UNE 103 600	
Indice de hinchamiento (kg/cm^2)	0.50
Cambio de volumen potencial	No Crítico

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101													
Tamiz (mm.)	125	100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0.40	0.08
Cernido (%)											100.0	99.8	99.5

PROCTOR NORMAL; UNE 103.500	
Densidad. Seca Máx. (g/cc)	
Humedad Óptima (%)	



C.B.R. DE LABORATORIO; UNE 103.502			
Energía Compactación (%)			
Indice C.B.R.			
Compactación (%)			
Densidad (g/cc)			
Humedad (%)			
Hinchamiento (%)			
Absorción (%)			
Indice C.B.R. al 100%			



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	MH
A.A.S.H.T.O.	A-7-5
INDICE DE GRUPO	20
PG-3	
TIPO DE EXPLANADA	

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo. José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

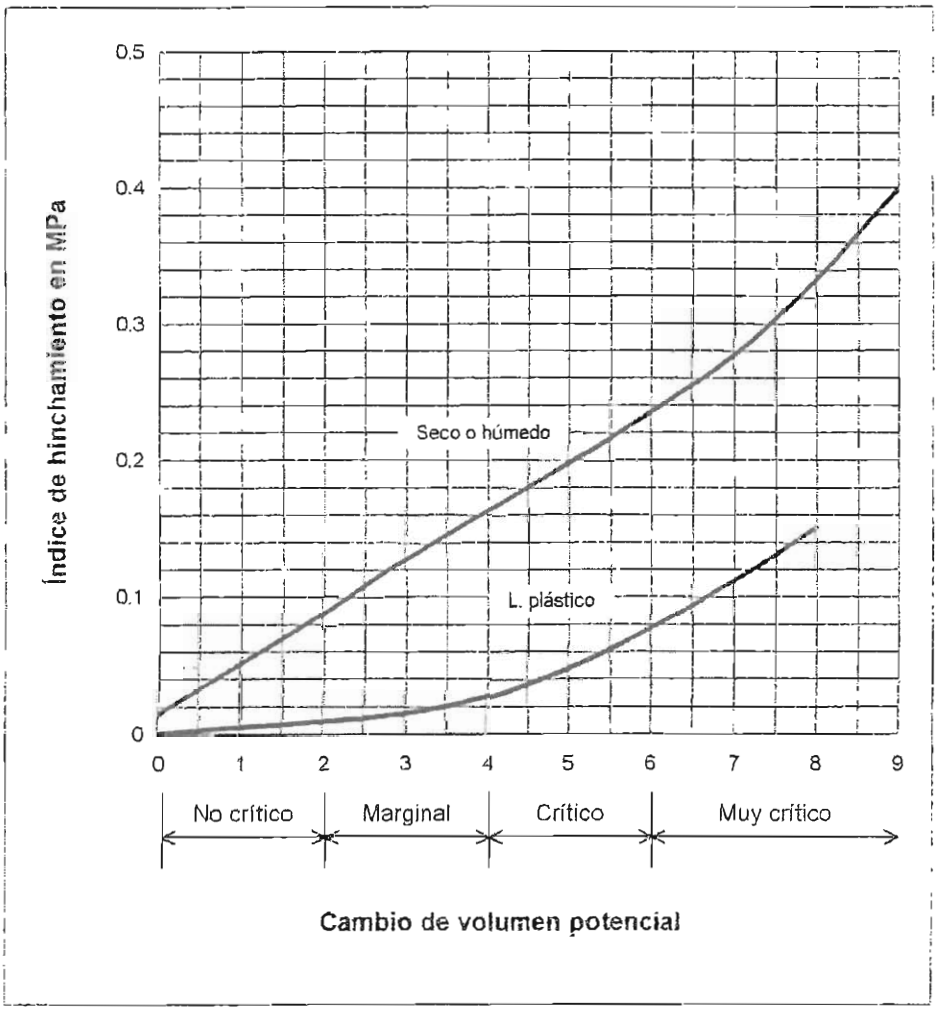
INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO

ENSAYO	EXPANSIVIDAD DE UN SUELO EN EL APARATO LAMBE	UNE 103.600

TRABAJO Nº .....:	MB-18/02	Muestreo en obra ☒
SOLICITANTE .....:	CONCALSA	Facilitada por el peticionario ☐
OBRA O ESTUDIO .:	Futura depuradora en Iscar (Valladolid)	
LOCALIZACION .....:	Calicata-1/Muestra-1 (C-1/M-1)	
TIPO DE MUESTRA:	Suelo	
FECHA DE TOMA...:	26/07/02	Fecha de informe: 07/08/02

ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (MPa): 0,049

CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL: NO CRÍTICO



OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

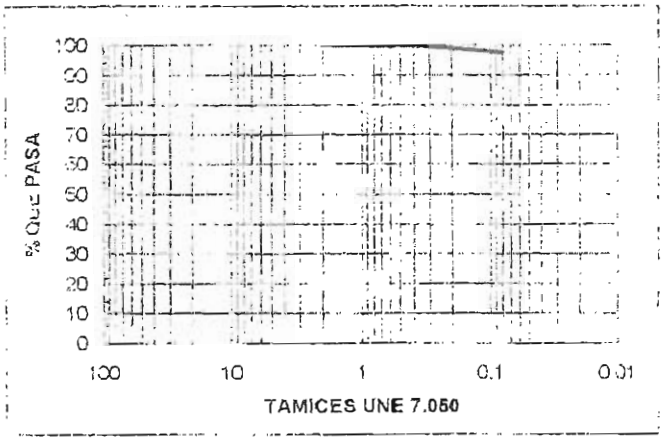
Acreditado por la Junta de Castilla y León. Área: Mecánica de suelos. Reg. 12000SE-98 Hormigón en masa y armado. Reg. 12/09HA-98/Valse. Reg. 12/09SY-00. Muestreo y ensayos in situ Geotécnia Reg. 12/09ST-00

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

I N F O R M E D E S U E L O S

TRABAJO Nº	MB-18/02	Muestreo en obra	☒
SOLICITANTE	CONCALSA	Facilitada por el peticionario	☐
OBRA O ESTUDIO	Futura depuradora en Iscar (Valladolid)		
LOCALIZACIÓN	Calicata-1/Muestra-2 (C-1/M-2)		
TOMA DE MUESTRA	26/07/02	Fecha de informe:	07/08/02



LIMITES DE ATTERBERG; UNE 103.103; 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	58.0
Límite plástico; UNE 103 104	42.2
Índice de plasticidad	15.8

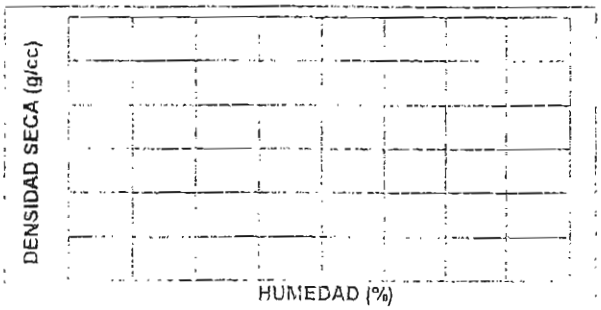
MATERIA ORGANICA (%); UNE 103.204	
SULFATOS (% SO_4); UNE 103.201	0.006
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103.200	
DENSIDAD SECA (g/cm^3); UNE 103.301	

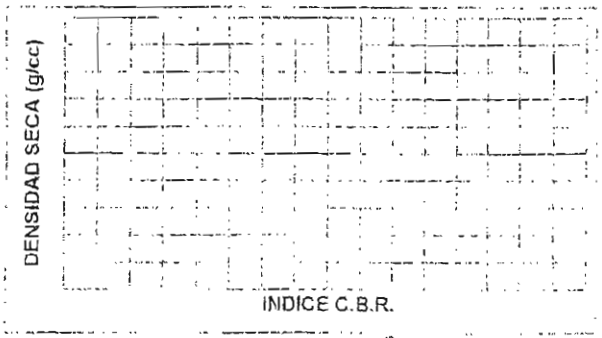
EXPANSIVIDAD EN APARATO LAMBE; UNE 103 600	
Indice de hinchamiento (kg/cm^2)	0.37
Cambio de volumen potencial	No Crítico

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101													
Tamiz (mm.)	125	100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0.40	0.08
Cernido (%)											100.0	99.8	97.3

PROCTOR NORMAL; UNE 103.500	
Densidad. Seca Máx. (g/cc)	
Humedad Óptima (%)	

C.B.R. DE LABORATORIO; UNE 103.502			
Energía Compactación (%)			
Índice C.B.R.			
Compactación (%)			
Densidad (g/cc)			
Humedad (%)			
Hinchamiento (%)			
Absorción (%)			
Indice C.B.R. al 100%			





CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	MH
A.A.S.H.T.O.	A-7-5
INDICE DE GRUPO	14
PG-3	
TIPO DE EXPLANADA	

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

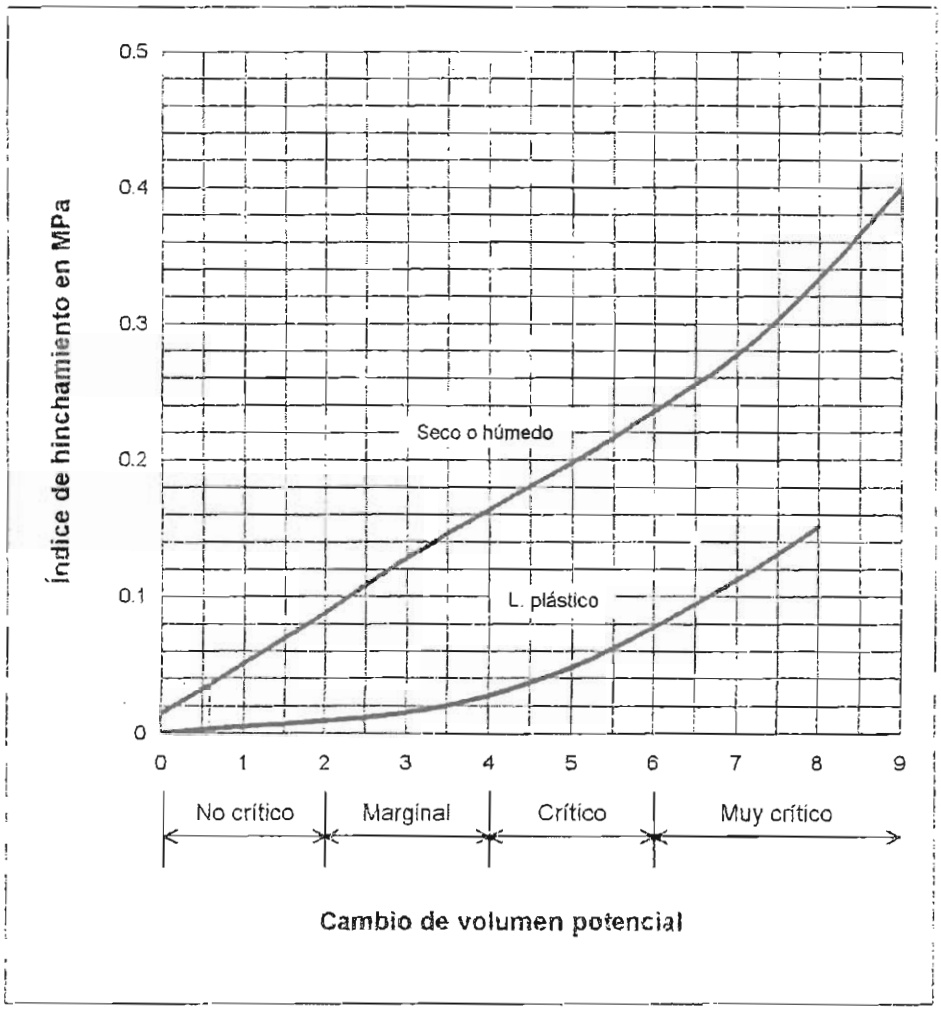
INFORME DE RESULTADO DE ENSAYO

ENSAYO	EXPANSIVIDAD DE UN SUELO EN EL APARATO LAMBE	UNE 103.600

TRABAJO Nº .....:	MB-18/02	Muestreo en obra [X]
SOLICITANTE .....:	CONCALSA	Facilitada por el peticionario [ ]
OBRA O ESTUDIO .:	Futura depuradora en Iscar (Vailadolid)	
LOCALIZACION .....:	Calicata-1/Muestra-2 (C-1/M-2)	
TIPO DE MUESTRA:	Suelo	
FECHA DE TOMA...:	26/07/02	Fecha de informe: 07/08/02

ÍNDICE DE HINCHAMIENTO (MPa): 0,037

CAMBIO DE VOLUMEN POTENCIAL: NO CRÍTICO



OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

Acreditado por la Junta de Castilla y León. Área de Mecánica de suelos. Rgt. 190---3E-98 Homologación en materiales. Rgt. 1008HA Rgt. 1---9s. Reg. 1008SV-00. ---o y en---situ Gr---- Reg. 1---20

RESUMEN DE RESULTADOS DEL SONDEO PARA LA FUTURA DEPURADORA DE ISCAR (VALLADOLID)

SONDEO	TIPO DE	PROFUN-DIDAD	GRANULOMETRICO (Tamiz nº en mm.)				LIMITES DE ATTERBERG			SULFA-TOS	HUME-DAD.	DENS. SECA	PRESION HINCHAM.	COMP. SIMPLE	CORTE DIRECTO		PENETR. DINAMIC.	CLASIFICACIÓN		
Nº	MUESTRA	(m.)	5	2	0.40	0.080	L.L.	L.P.	I.P.	($\%SO^{=}_4$)	(%)	(g/cm^3)	(kg/cm^2)	(kp/cm^2)	Cohesión (kg/cm^2)	Angulo Roz. Int.	STAND.	Casa-grande	A.A.S.H.T.O.	Indice Grupo
S-1	Tramo	1.30-3.00	100.0	99.9	98.8	95.9	68.3	33.2	35.1	0.012								MH	A-7-5	20
S-1	S.P.T.	2.00-2.60															47			
S-1	S.P.T.	4.00-4.20															>100R			
S-1	T.A.	6.30-6.60	100.0	99.9	99.1	97.4	66.0	35.1	30.9	0.006	33.18	1.38	0.2	2.7	0.75	29º 35´		MH	A-7-5	20
S-1	S.P.T.	6.60-7.15															68			
S-1	T.A.	8.50-9.00	100.0	99.9	98.8	93.4	56.5	36.7	19.8	0.006	30.49	1.43	0.3	1.8	0.50	26º 20´		MH	A-7-5	15
S-1	S.P.T.	9.0-9.34															>100R			
S-1	T.A.	11.65-12.00		100.0	99.8	98.7	60.9	36.1	24.8	0.011	31.35	1.37		1.0				MH	A-7-5	18
S-1	S.P.T.	12.00-12.23															>100R			
S-1	S.P.T.	14.00-14.27															>100R			
S-1	T.A.	15.00-15.30		100.0	97.3	90.5	57.2	34.8	22.4	0.017	28.77	1.44		1.8				MH	A-7-5	16
S-1	S.P.T.	16.00-16.40															>100R			

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad
GEOTECNIA

OBSERVACIONES

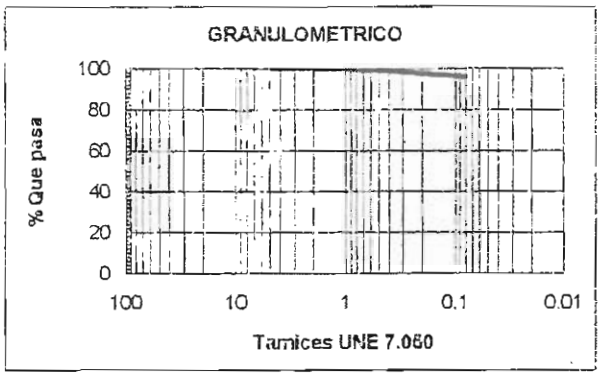
Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
Fdo.: Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYOS EN MUESTRAS DE SONDEOS

Nº REF. .....: SON-49/02	Muestreo en obra ☒
SOLICITANTE .....: CONCALSA	Facilitada por el peticionario ☐
OBRA O ESTUDIO .: Futura depuradora en Iscar (Valladolid)	
LOCALIZACION .....: Sondeo-1 (S-1) de 1,30 a 3,00 m.	
TIPO DE MUESTRA: Tramo	
FECHA DE TOMA...: Julio 2002	Fecha de informe: 06/08/02

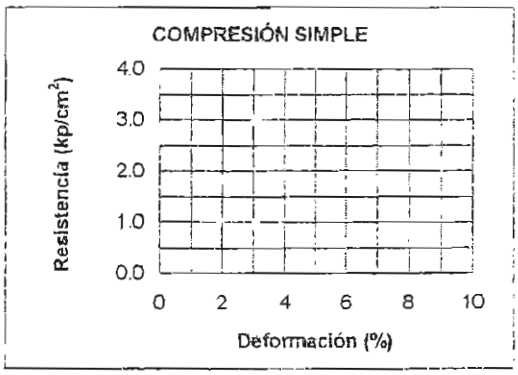


LIMITES DE ATTERBERG. UNE 103.103; 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	68.3
Límite plástico; UNE 103.104	33.2
Indice de plasticidad	35.1

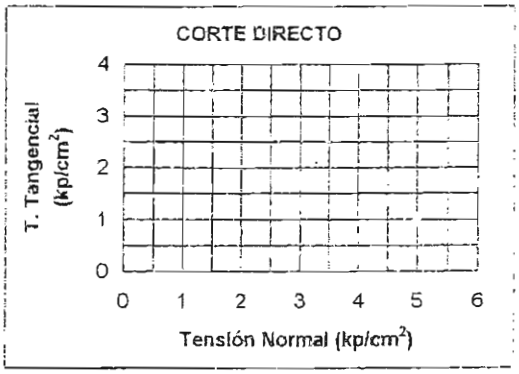
HUMEDAD NATURAL (%); UNE 103.300	
PESO ESPECIFICO (g/cm^3); UNE 103.302	
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103.200	
SULFATOS (% SO_4); UNE 103.201	0.012
PRES. HINCHAM. (kg/cm^2); UNE 103.602	
DENSIDAD SECA (g/cm^3); UNE 103.301	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101												
Tamiz (mm.)		100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0.40	0.08
Cernido (%)										100.0	99.9	98.8	95.9

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE; UNE 103.400	
Densidad Seca (g/cm^3)	
Humedad Natural (%)	
Diámetro (mm.)	
Altura (mm.)	
Resistencia (kp/cm^2)	
Deformación (%)	



ENSAYO DE CORTE DIRECTO; UNE 103.401				
Pto Nº (Nº)	Humed. (%)	D Seca (g/cm^3)	Tensión Normal (kp/cm^2)	Tensión Tang. (kp/cm^2)
Cohesión (kp/cm^2)				
Angulo de Rozamiento Interno (φ)				
Tipo de ensayo:				



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	MH
A.A.S.H.T.O.	A-7-5
INDICE DE GRUPO	20

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

Acreditado por la Junta de Castilla y León, Área de Mecánica de suelos, Reg. 1999/SE-98 Homologado en materiales, Reg. 1999/HA-98 Hormigón, Reg. 1999/CY-00, Morteros y ensayos in situ Geotécnia Reg. 12/00

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

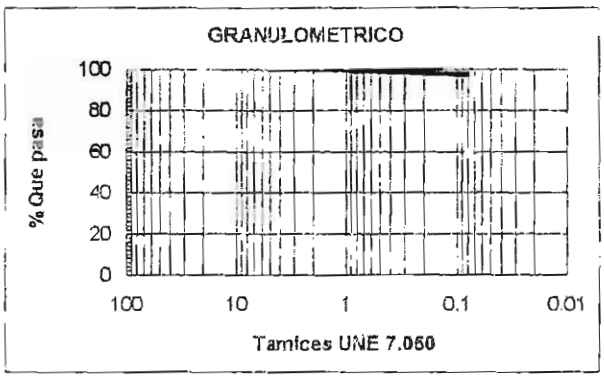
GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYOS EN MUESTRAS DE SONDEOS

Nº REF. .....: SON-49/02
SOLICITANTE .....: CONCALSA
OBRA O ESTUDIO .: Futura depuradora en Iscar (Valladolid)
LOCALIZACION .....: Sondeo-1 (S-1) de 6,30 a 6,60 m.
TIPO DE MUESTRA: Testigo de Avance Parafinado (T.A.)
FECHA DE TOMA...: Julio 2002

Muestreo en obra ☒
Facilitada por el peticionario ☐

Fecha de informe: 06/08/02

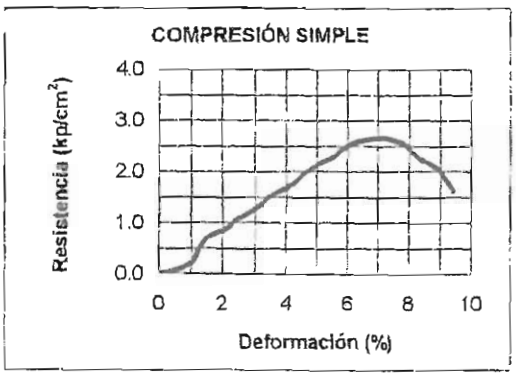


LIMITES DE ATTERBERG; UNE 103.103; 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	66.0
Límite plástico; UNE 103.104	35.1
Indice de plasticidad	30.9

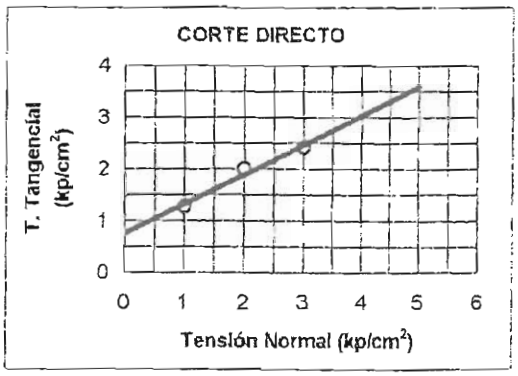
HUMEDAD NATURAL (%); UNE 103.300	33.18
PESO ESPECIFICO (g/cm^3); UNE 103.302	
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103.200	
SULFATOS (% SO_4); UNE 103.201	0.006
PRES. HINCHAM. (kg/cm^2); UNE 103.602	0.20
DENSIDAD SECA (g/cm^3); UNE 103.301	1.38

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101													
Tamiz (mm.)		100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0.40	0.08
Cernido (%)										100.0	99.9	99.1	97.4

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE; UNE 103.400	
Densidad Seca (g/cm^3)	1.38
Humedad Natural (%)	33.18
Diámetro (mm.)	74
Altura (mm.)	106
Resistencia (kp/cm^2)	2.7
Deformación (%)	7.2



ENSAYO DE CORTE DIRECTO; UNE 103.401				
Pto Nº (Nº)	Humed. (%)	D Seca (g/cm^3)	Tensión Normal (kp/cm^2)	Tensión Tang. (kp/cm^2)
1	33.18	1.36	1	1.26
2	33.18	1.39	2	2.00
3	33.18	1.37	3	2.40
Cohesión (kp/cm^2)				0.75
Angulo de Rozamiento Interno (φ)				29º 35´
Tipo de ensayo: **Consolidado-Drenado (CD)**				



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	MH
A.A.S.H.T.O.	A-7-5
INDICE DE GRUPO	20

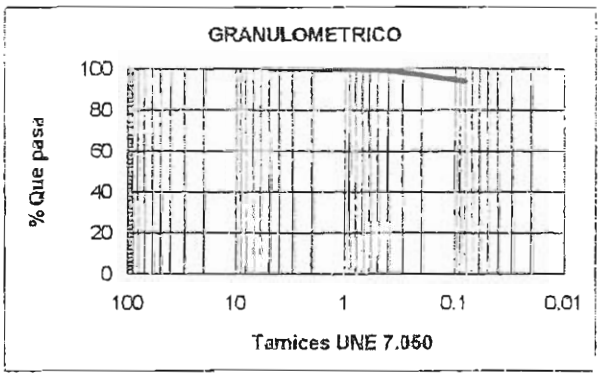
OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYOS EN MUESTRAS DE SONDEOS

Nº REF. .....: SON-49/02	Muestreo en obra ☒
SOLICITANTE .....: CONCALSA	Facilitada por el peticionario ☐
OBRA O ESTUDIO .: Futura depuradora en Iscar (Valladolid)	
LOCALIZACION .....: Sondeo-1 (S-1) de 8,50 a 9,00 m.	
TIPO DE MUESTRA: Testigo de Avance Parafinado (T.A.)	
FECHA DE TOMA...: Julio 2002	Fecha de informe: 06/08/02

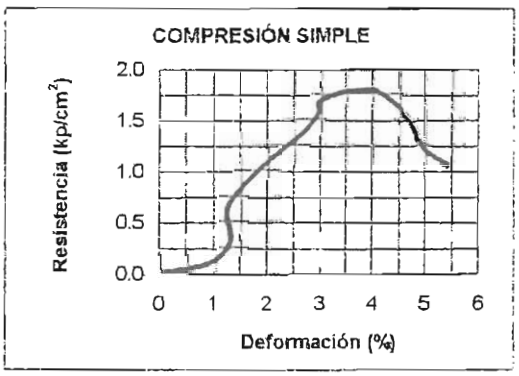


LIMITES DE ATTERBERG; UNE 103.103; 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	**56.5**
Límite plástico; UNE 103.104	**36.7**
Indice de plasticidad	**19.8**

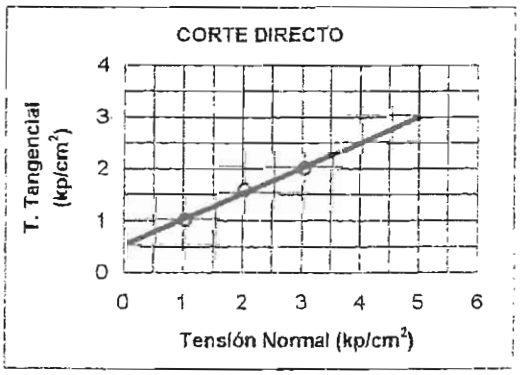
HUMEDAD NATURAL (%); UNE 103 300	**30.49**
PESO ESPECIFICO (g/cm^3); UNE 103.302	
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103.200	
SULFATOS (% SO_4); UNE 103.201	**0.006**
PRES. HINCHAM. (kg/cm^2); UNE 103.602	**0.30**
DENSIDAD SECA (g/cm^3); UNE 103.301	**1.43**

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101													
Tamiz (mm.)		100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0.40	0.08
Cernido (%)										**100.0**	**99.9**	**98.8**	**93.4**

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE; UNE 103.400	
Densidad Seca (g/cm^3)	1.43
Humedad Natural (%)	30.49
Diámetro (mm.)	74
Altura (mm.)	109
Resistencia (kp/cm^2)	**1.8**
Deformación (%)	**3.9**



ENSAYO DE CORTE DIRECTO; UNE 103.401				
Pto Nº (Nº)	Humed. (%)	D Seca (g/cm^3)	Tensión Normal (kp/cm^2)	Tensión Tang. (kp/cm^2)
1	30.49	1.43	1	0.97
2	30.49	1.43	2	1.55
3	30.49	1.42	3	1.96
Cohesión (kp/cm^2)				**0.50**
Angulo de Rozamiento Interno (φ')				**26º 20'**
Tipo de ensayo: **Consolidado-Drenado (CD)**				



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	MH
A.A.S.H.T.O.	A-7-5
INDICE DE GRUPO	20

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

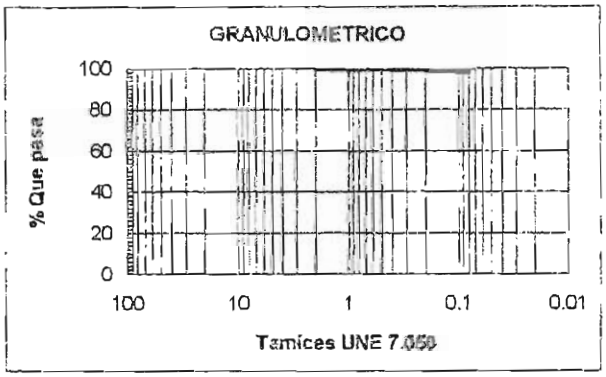
Acreditado por la Junta de Castilla y León, Argos, Mecánica de suelos, Reg. 1[illegible]SE-98 Hormigón en masa y armado, Reg. 1[illegible]HA-98/1/[illegible], Reg. [illegible]/00, materiales y ensayos de [illegible]lu Geotécnia, Reg. 12/[illegible]ST-00

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYOS EN MUESTRAS DE SONDEOS

Nº REF. .....: SON-49/02	Muestreo en obra ☒
SOLICITANTE .....: CONCALSA	Facilitada por el peticionario ☐
OBRA O ESTUDIO .: Futura depuradora en Iscar (Valladolid)	
LOCALIZACION .....: Sondeo-1 (S-1) de 11,65 a 12,00 m.	
TIPO DE MUESTRA: Testigo de Avance Parafinado (T.A.)	
FECHA DE TOMA...: Julio 2002	Fecha de informe: 06/08/02

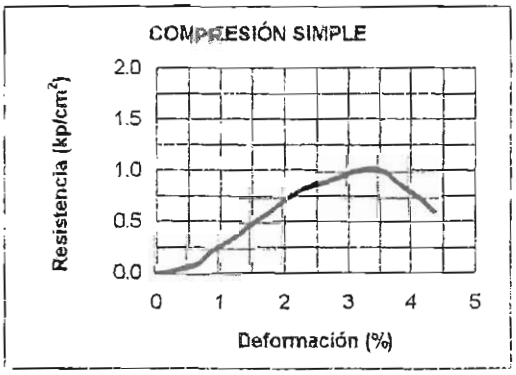


LIMITES DE ATTERBERG; UNE 103.103; 103,104	
Límite líquido; UNE 103.103	60.9
Límite plástico; UNE 103.104	36.1
Indice de plasticidad	24.8

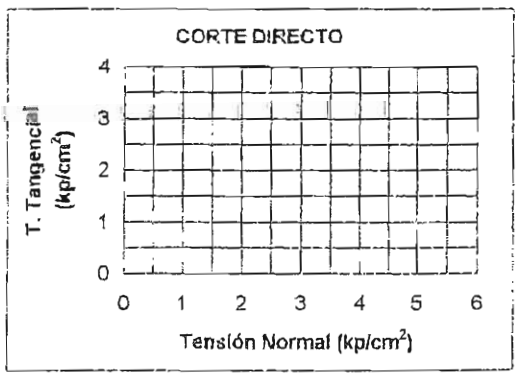
HUMEDAD NATURAL (%); UNE 103.300	31.38
PESO ESPECIFICO (g/cm^3); UNE 103.302	
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103.200	
SULFATOS (% SO_4), UNE 103.201	0.011
PRES. HINCHAM. (kg/cm^2); UNE 103.602	
DENSIDAD SECA (g/cm^3); UNE 103.301	1.37

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101													
Tamiz (mm.)		100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0.40	0.08
Cernido (%)											100.0	99.8	98.7

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE; UNE 103.400	
Densidad Seca (g/cm^3)	1.37
Humedad Natural (%)	31.38
Diámetro (mm.)	64
Altura (mm.)	118
Resistencia (kp/cm^2)	1.0
Deformación (%)	3.4



ENSAYO DE CORTE DIRECTO; UNE 103.401				
Pto Nº (Nº)	Humed. (%)	D Seca (g/cm^3)	Tensión Normal (kp/cm^2)	Tensión Tang. (kp/cm^2)
Cohesión (kp/cm^2)				
Angulo de Rozamiento Interno (φ)				
Tipo de ensayo:				



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	MH
A.A.S.H.T.O.	A-7-5
INDICE DE GRUPO	18

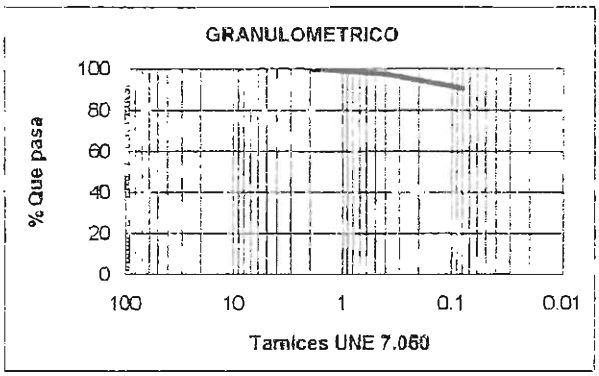
OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TÉCNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYOS EN MUESTRAS DE SONDEOS

Nº REF. .....:	SON-49/02	Muestreo en obra ☒
SOLICITANTE .....:	CONCALSA	Facilitada por el peticionario ☐
OBRA O ESTUDIO .:	Futura depuradora en Iscar (Valladolid)	
LOCALIZACION .....:	Sondeo-1 (S-1) de 15,00 a 15,30 m.	
TIPO DE MUESTRA:	Testigo de Avance Parafinado (T.A.)	
FECHA DE TOMA...:	Julio 2002	Fecha de informe: 06/08/02

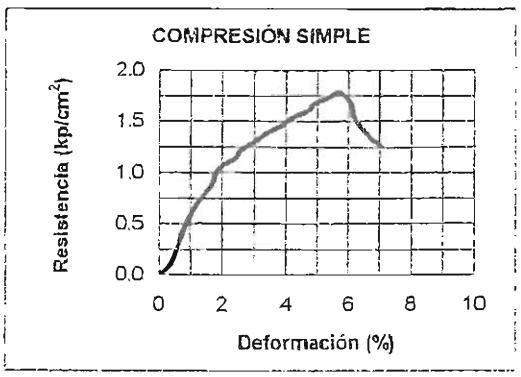


LIMITES DE ATTERBERG; UNE 103.103, 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	**57.2**
Límite plástico; UNE 103.104	**34.8**
Indice de plasticidad	**22.4**

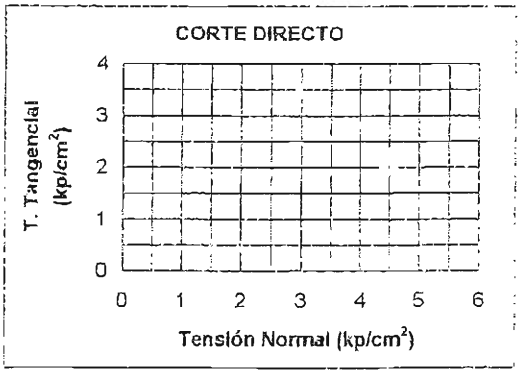
HUMEDAD NATURAL (%); UNE 103.300	**28.77**
PESO ESPECIFICO (g/cm^3); UNE 103.302	
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103.200	
SULFATOS (% SO_4); UNE 103.201	**0.017**
PRES. HINCHAM. (kg/cm^2); UNE 103.602	
DENSIDAD SECA (g/cm^3); UNE 103.301	**1.44**

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101													
Tamiz (mm.)		100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0.40	0.08
Cernido (%)											**100.0**	**97.3**	**90.5**

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE; UNE 103.400	
Densidad Seca (g/cm^3)	1.44
Humedad Natural (%)	28.77
Diámetro (mm.)	64
Altura (mm.)	123
Resistencia (kp/cm^2)	**1.8**
Deformación (%)	**5.6**



ENSAYO DE CORTE DIRECTO; UNE 103.401				
Pto Nº (Nº)	Humed. (%)	D Seca (g/cm^3)	Tensión Normal (kp/cm^2)	Tensión Tang. (kp/cm^2)
Cohesión (kp/cm^2)				
Angulo de Rozamiento Interno (φ)				
Tipo de ensayo:				



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	MH
A.A.S.H.T.O.	A-7-5
INDICE DE GRUPO	16

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.. José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

Acreditado por la Junta de Castilla y León. Areas: Mecánica de suelos, Reg. 12/000SE-98 Hormigón en masa y armado, Reg. 12/000V-00. Muestreo y ensayos in situ Geotecnia Reg. 12/000ST-00

ANEJO III: - DOCUMENTACION FOTOGRAFICA

Autorizado por la Junta de Castilla y León. Area: Mecánica de suelos. Reg. 1008SE-98 Hormigón en masa, armado, P... 1008HA-98 Mecánica de suelos, Reg. ...008SV-00, ... y ensayos in situ Geotécnia Reg. 12...

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

ANEJO III: - DOCUMENTACION FOTOGRAFICA

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

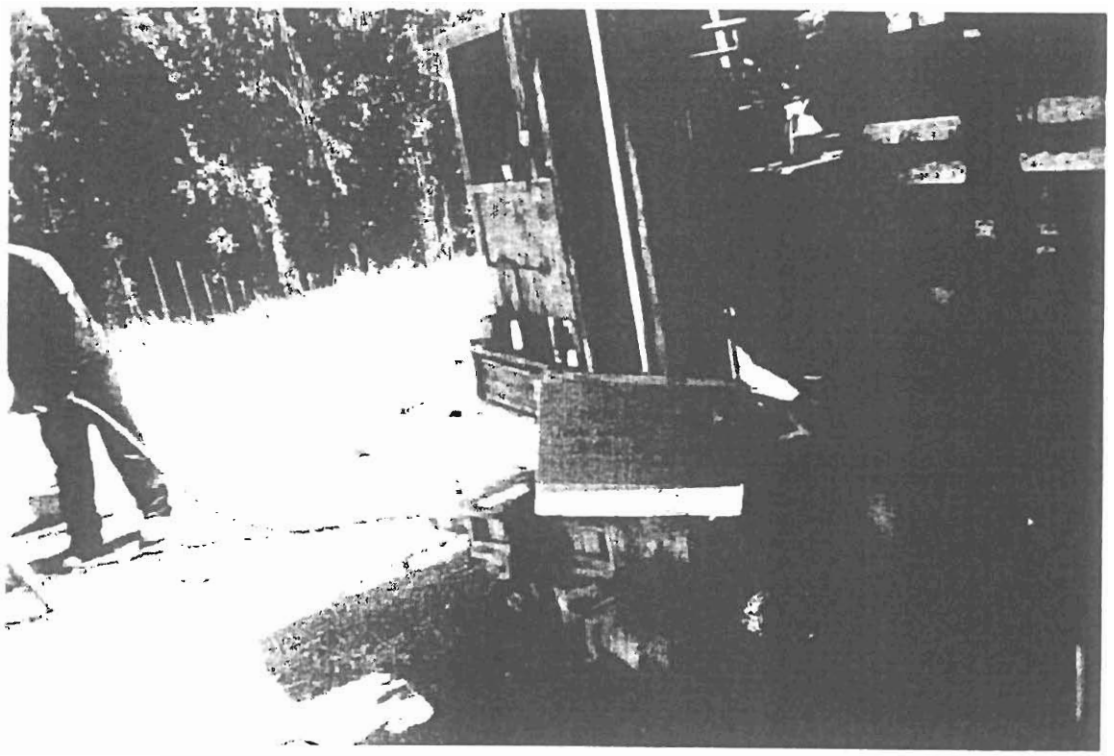
GEOTECNIA

VISTA GENERAL DE LA PARCELA DESDE EL SUR

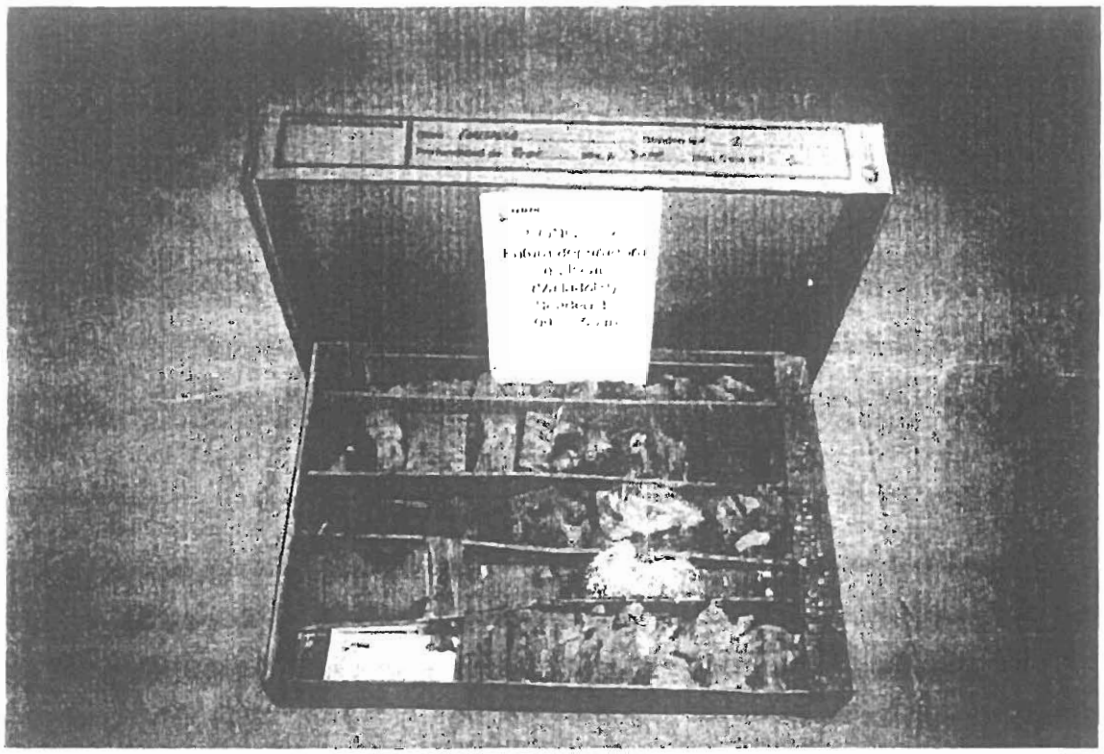
Acreditado por la Junta de Castilla y Leon. Areas: Mecanica de suelos. Hag. 12/...-96 Hormigon en masa y armado. Hag. 12/0034-96 Viales. Hag. 12/0035-96. Muestreo y ensayos in situ Laboleo a Hag. 12/0037-96

VISTA GENERAL DE LA PARCELA DESDE EL NORTE

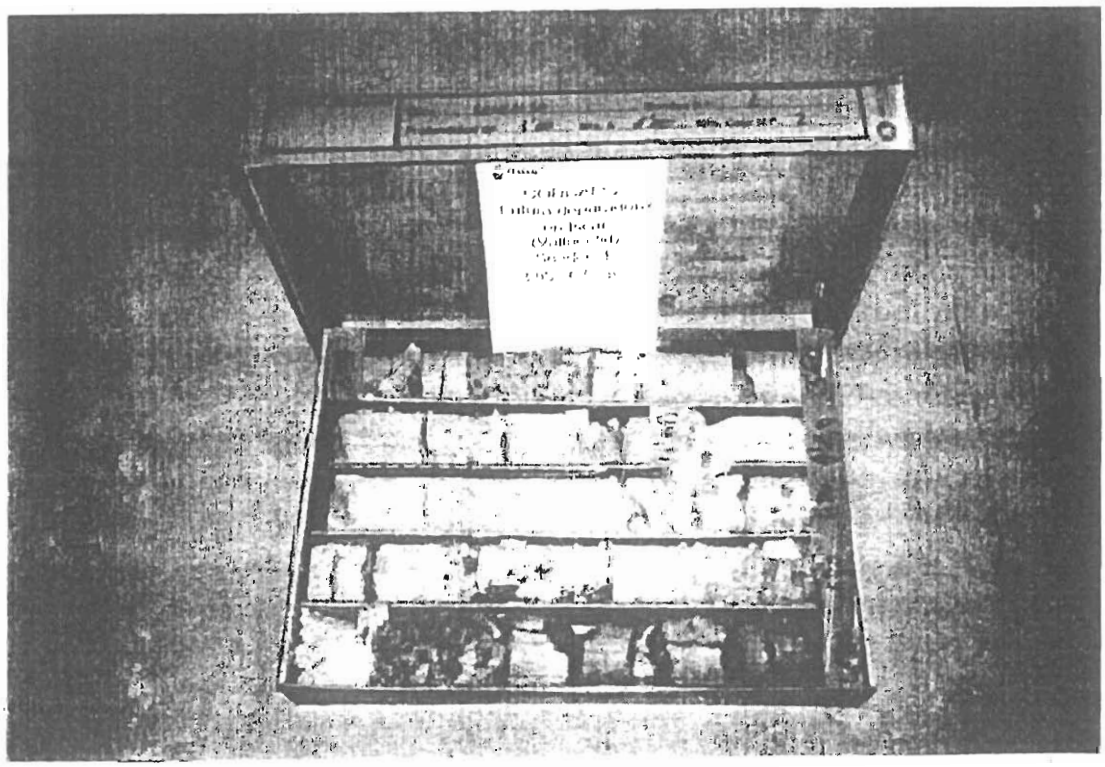
Acreditado por la Junta de Castilla y León. Áreas: Mecánica de suelos. Rea. 120/ ...98 Hormigón en masa y armado. Rea. 120091IA-98 Viales. Rea. 120091SV-00. Mue... y ensayos in situ Geotec... Rea. 120091...



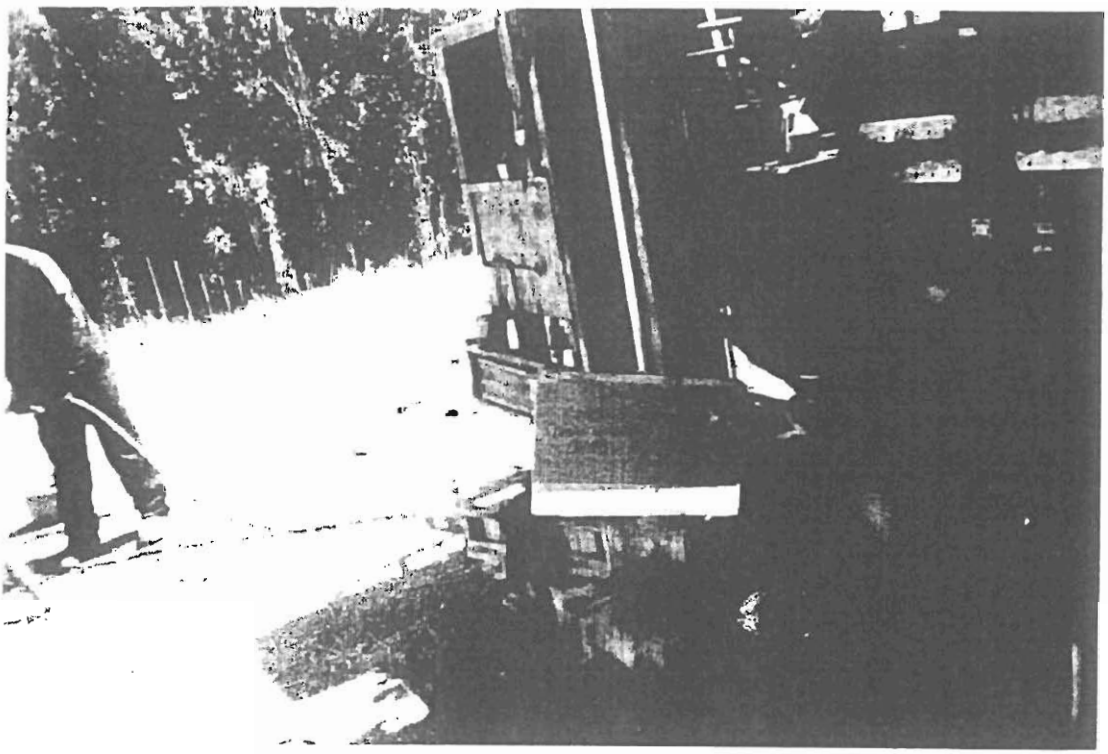
MAQUINA DE SONDEOS INSTALADA EN EL PUNTO DE PERFORACION S-1



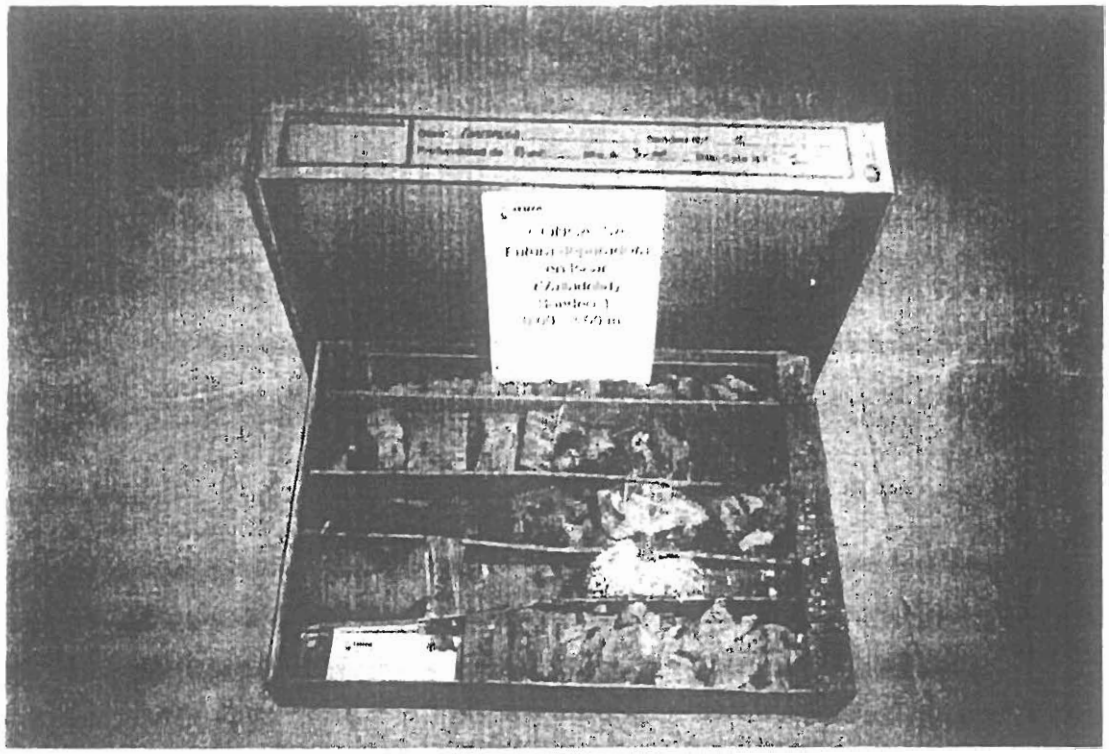
SONDEO 1. CAJA 1



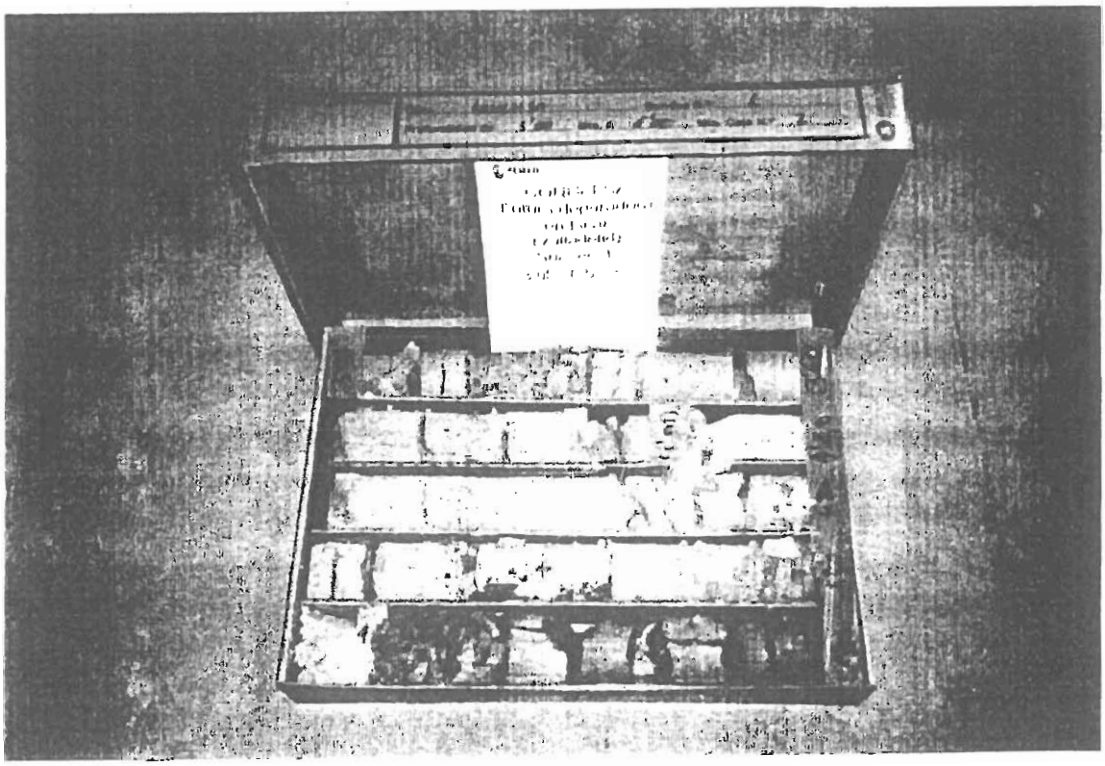
SONDEO 1. CAJA 2



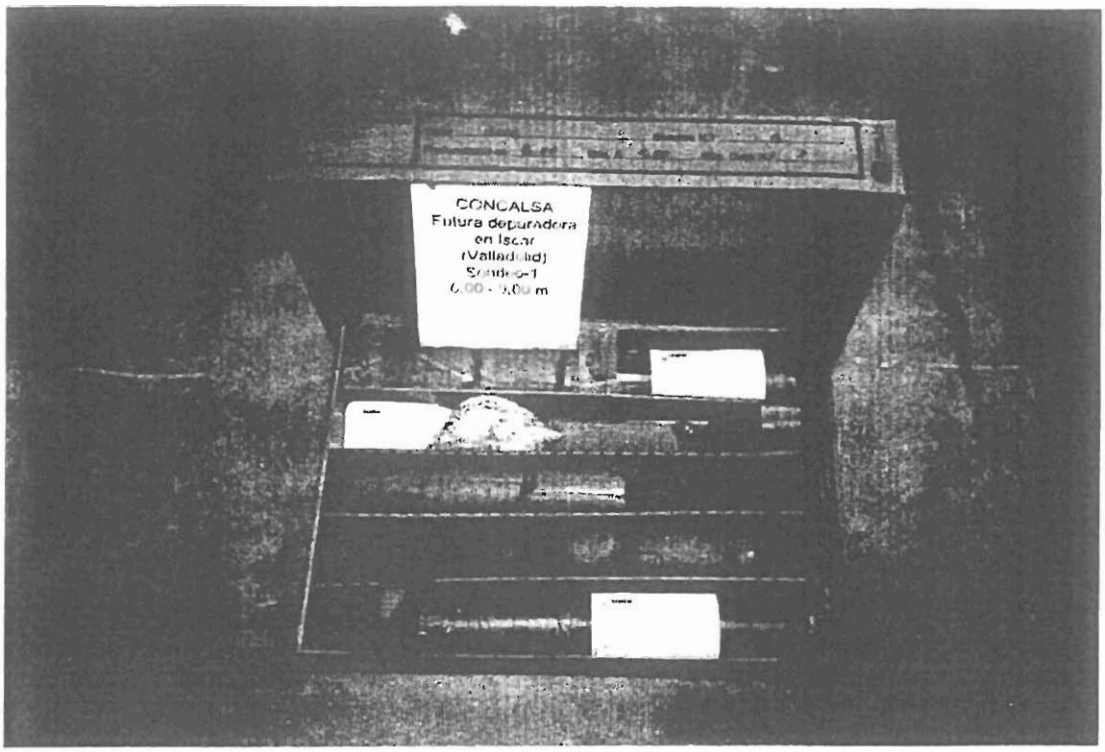
MAQUINA DE SONDEOS INSTALADA EN EL PUNTO DE PERFORACION S-1



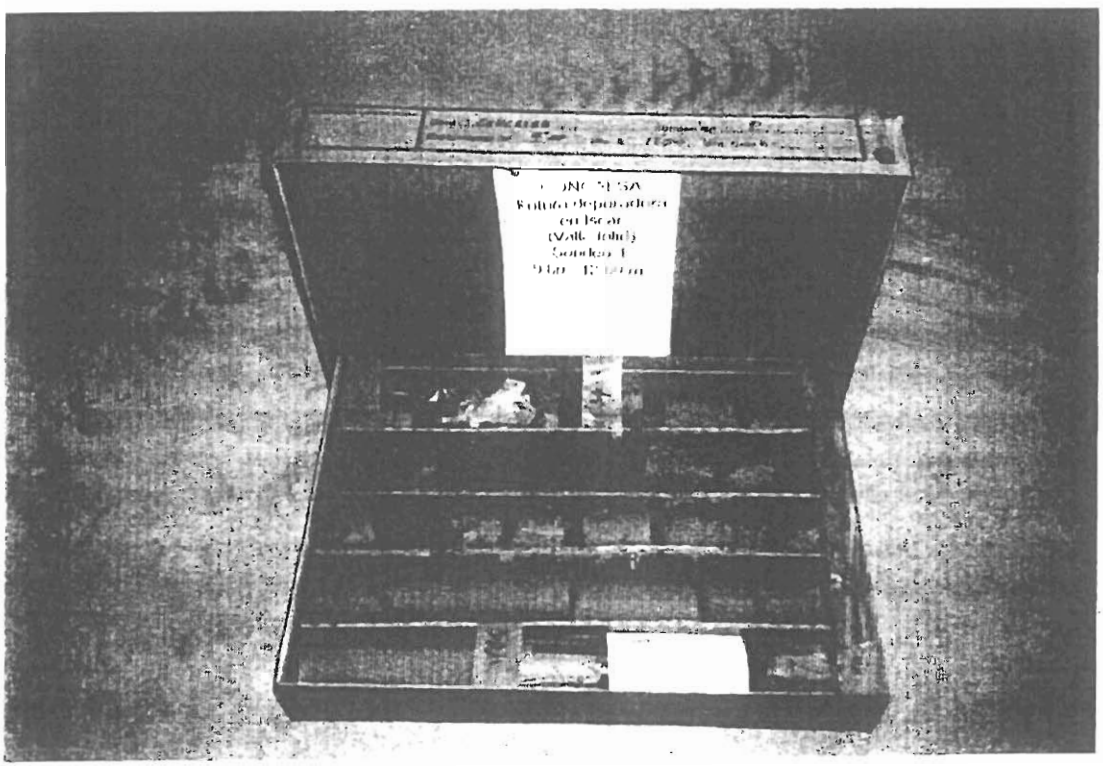
SONDEO 1. CAJA 1



SONDEO 1. CAJA 2



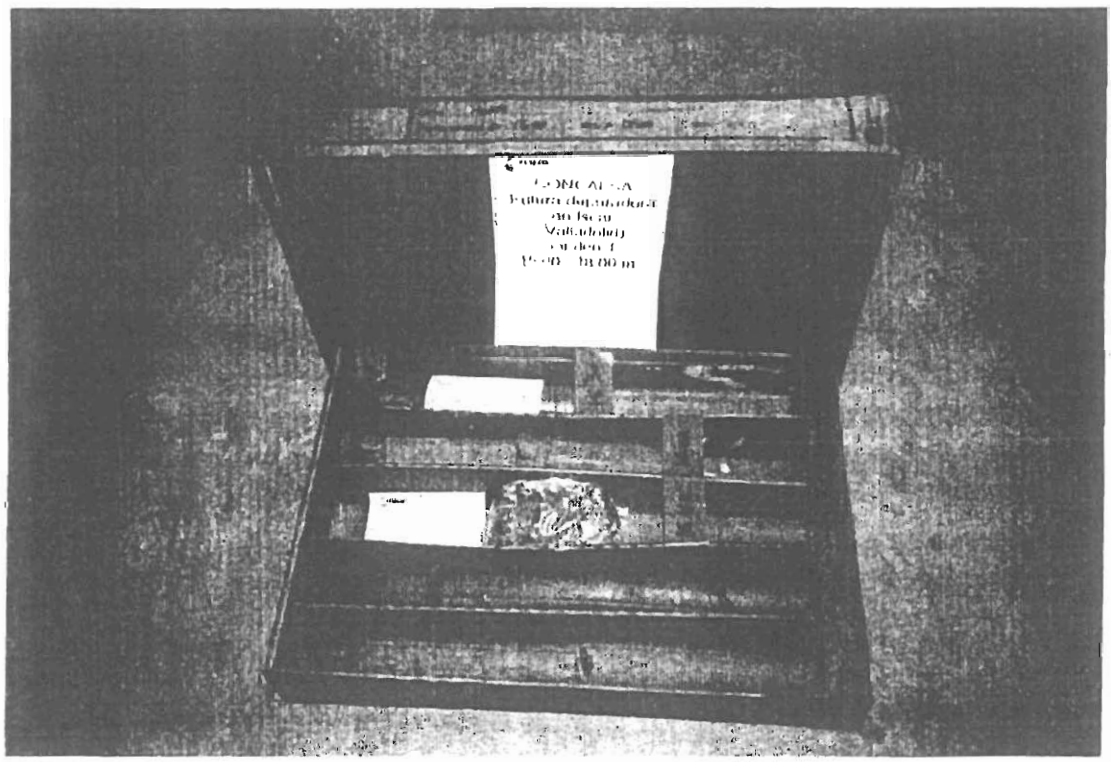
SONDEO 1. CAJA 3



SONDEO 1. CAJA 4

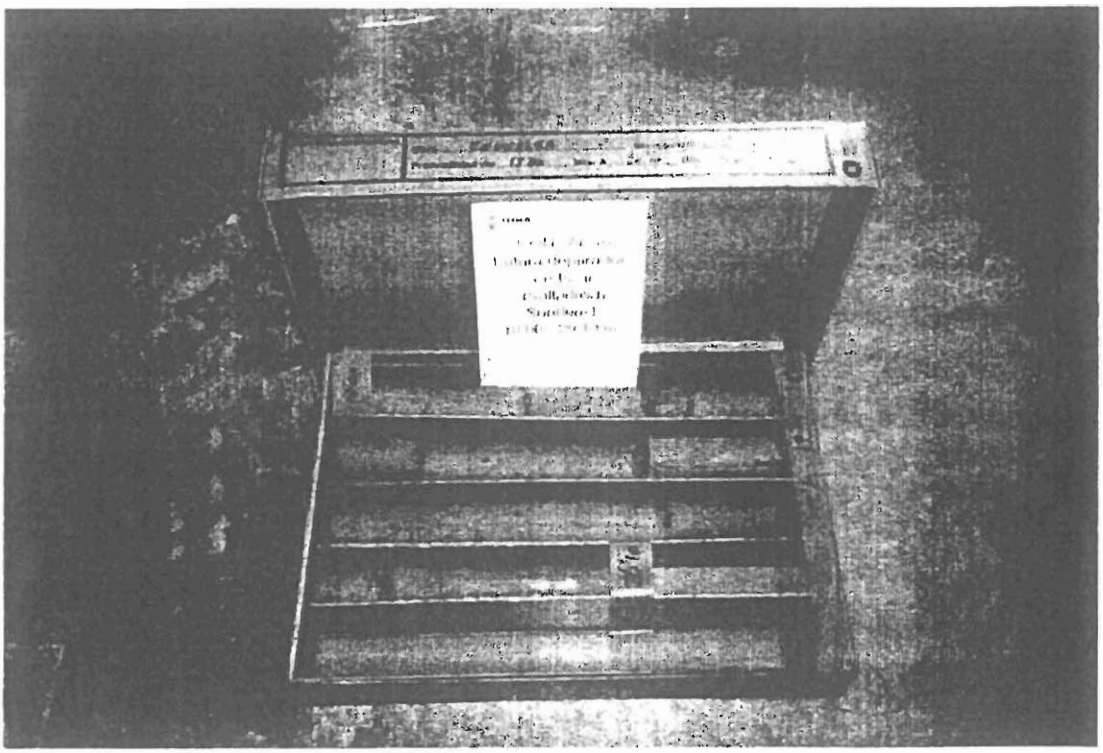


SONDEO 1. CAJA 5



SONDEO 1. CAJA 6

Acreditado por la Junta de Castilla y Leon. Areas: Mecánica de suelos. Real 12(-88 Hormigon en masa y armado. Real. 1200/SHA-HH Viales. Real 1200/SV-00. Mor ND y ensayos in situ GEOTECNIA Real 1200/SV-00

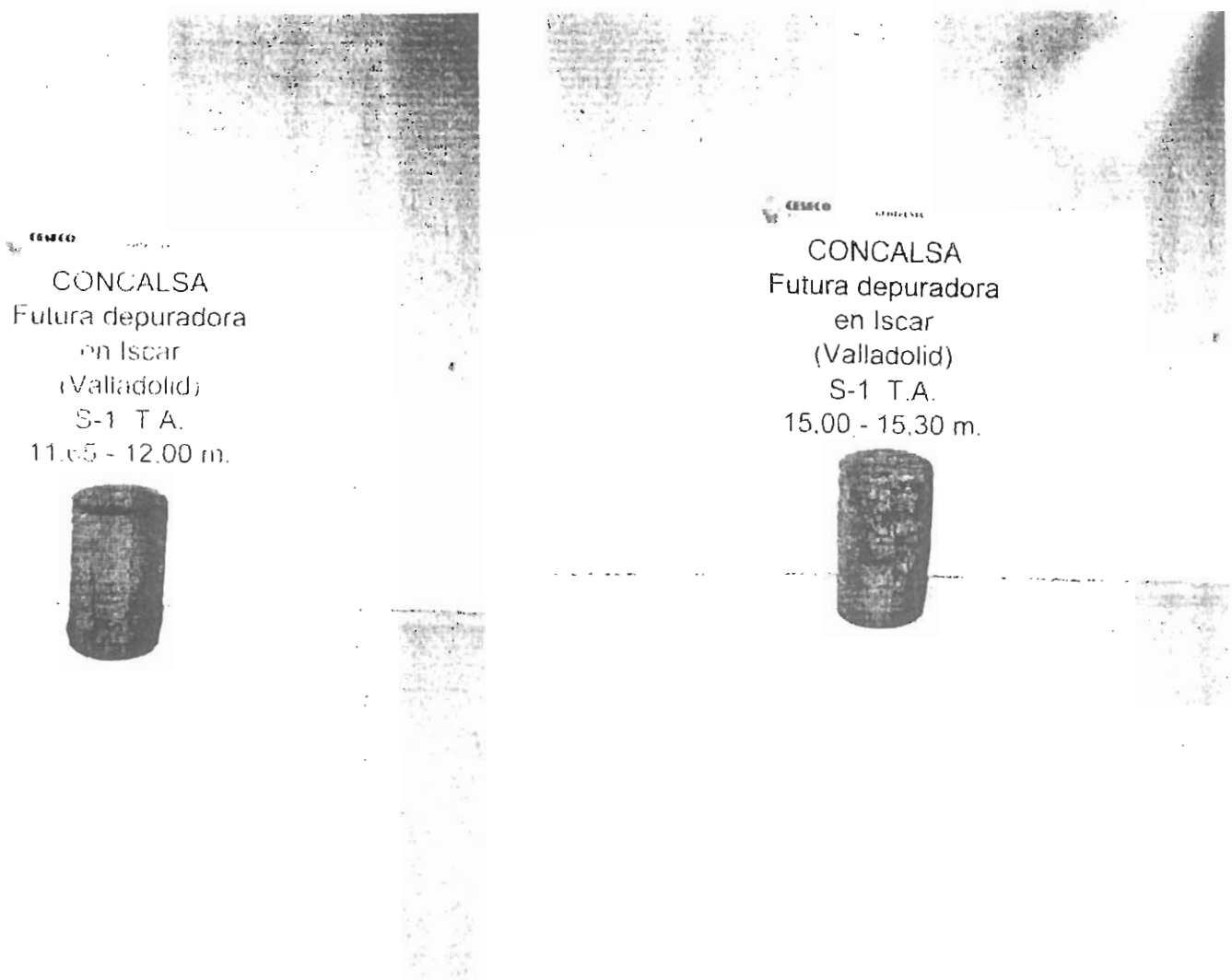


SONDEO 1. CAJA 7

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

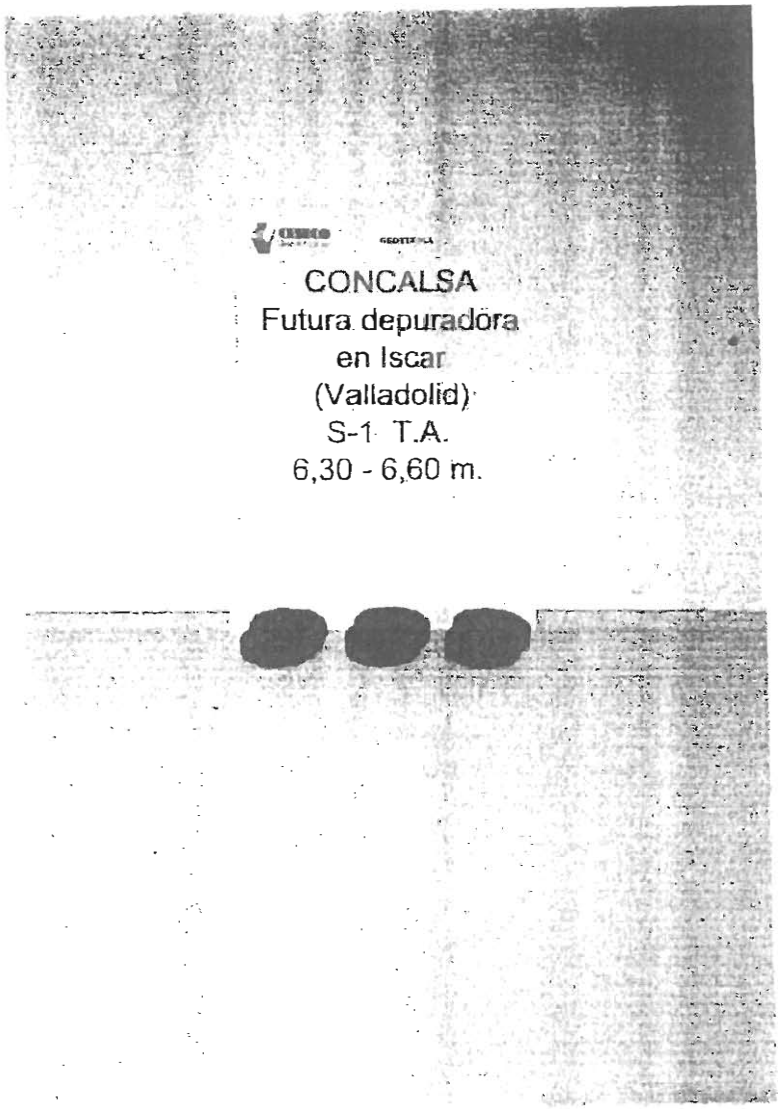
GEOTECNIA

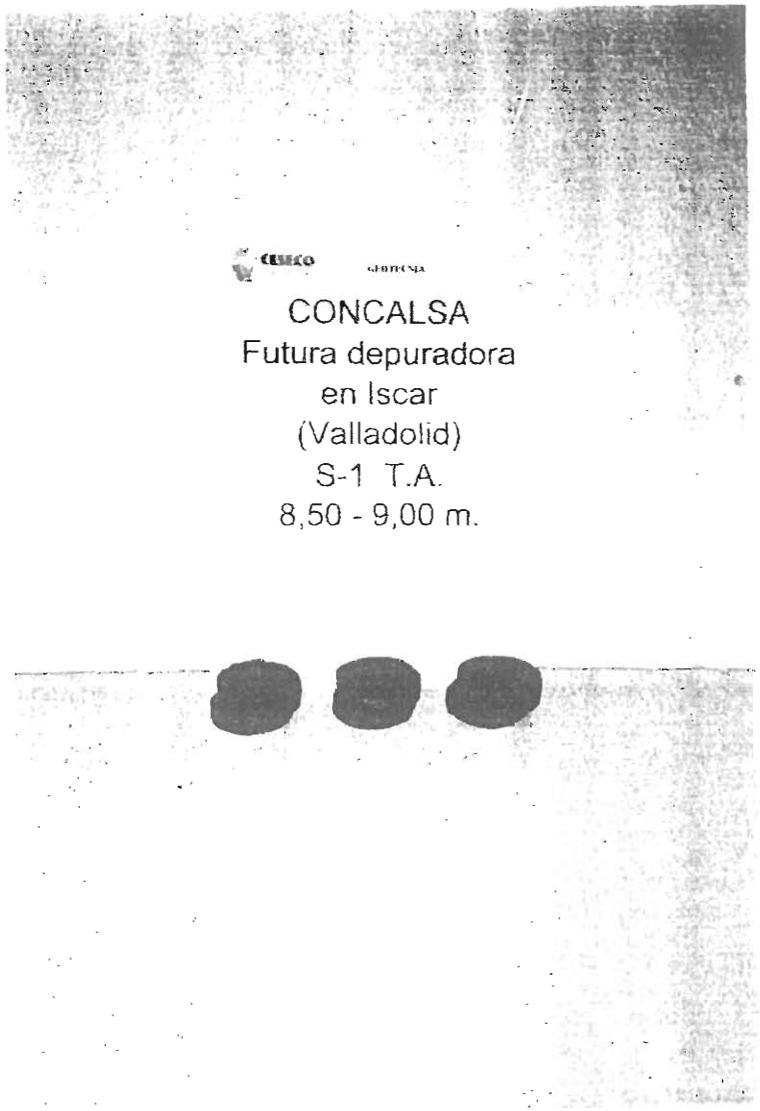
MUESTRAS ENSAYADAS A COMPRESION SIMPLE



CESECO
Laboratorio de Control de Calidad
GEOTECNIA

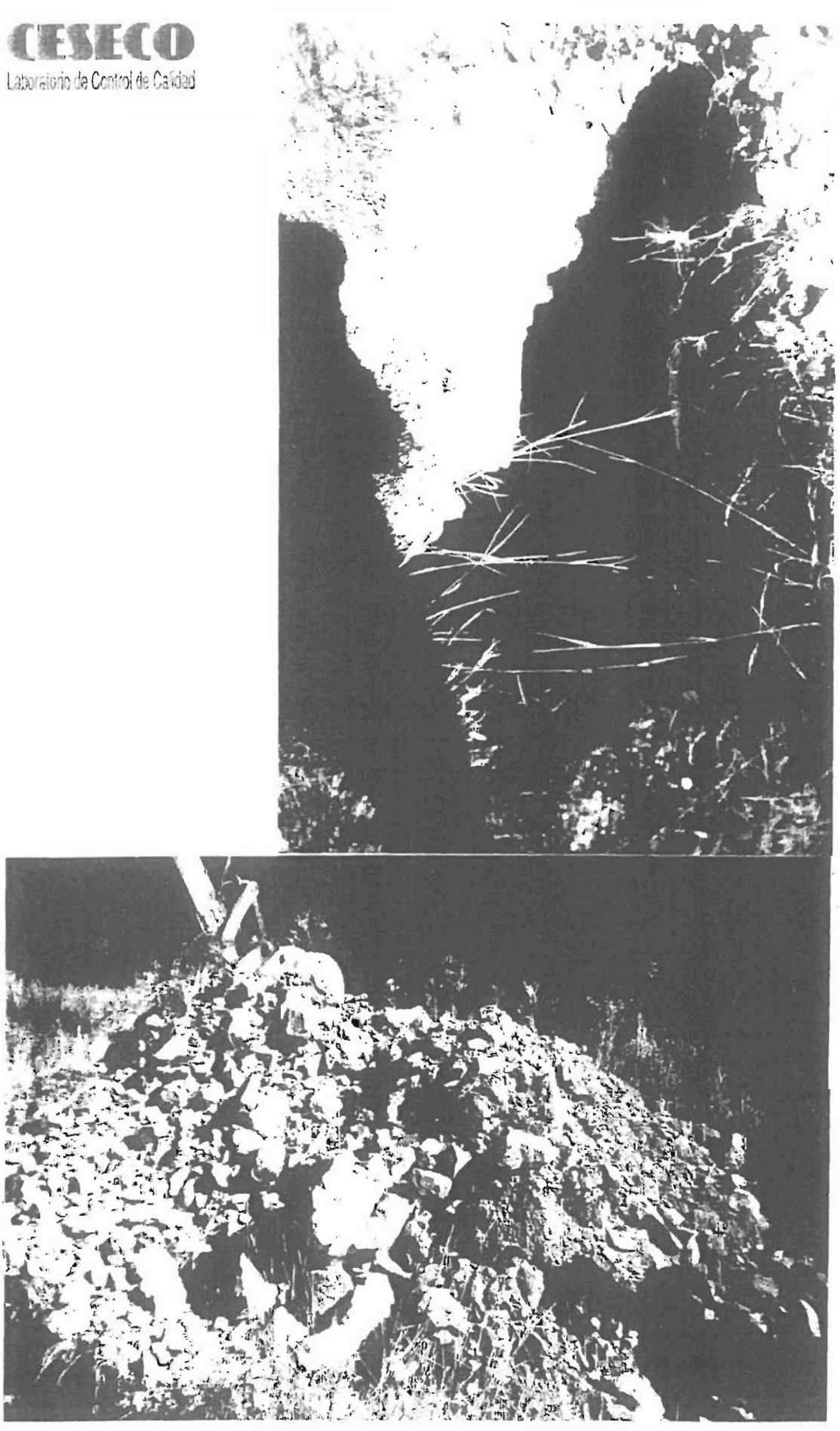
MUESTRAS ENSAYADAS A COMPRESION SIMPLE





MUESTRAS ENSAYADAS A CORTE DIRECTO

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad



CALICATA Y MATERIAL EXTRAIDO

APÉNDICE 3

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE LA EDAR DE TORDESILLAS. MAYO 2002

ANEJO Nº 3: GEOLOGÍA Y GEOTECNIA

ÍNDICE

1. OBJETO 3

2. TRABAJOS REALIZADOS 3

2.1. TRABAJOS DE CAMPO 3

2.1.1. CALICATAS 3

2.1.2. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA 4

2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO 5

3. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA 7

3.1. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA Y GEOTÉCNICA 7

3.2. NIVEL FREÁTICO 9

4. INFORME DE CIMENTACIÓN - CONCLUSIONES 9

4.1. EXCAVACIÓN 9

4.2. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE 10

APENDICE 1: LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO

APENDICE 2: CORTES ESTRATIGRÁFICOS DE LAS CALICATAS

APENDICE 3: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

APENDICE 4: INFORMES DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

APENDICE 5: ANEJO FOTOGRÁFICO

1. OBJETO

Investigación y control de calidad, S.A. (INCOSA), ha realizado un Estudio Geológico-Geotécnico para el reconocimiento y caracterización del subsuelo en una parcela situada entre el Camino de Tordesillas a Torrecilla, y el canal de Tordesillas, y próxima a la autovía.

El objeto de este estudio es determinar las características geotécnicas de los materiales que conforman el sustrato en el área investigada, con el fin de definir la tipología de cimentación más recomendable y la tensión admisible del terreno. En el presente Informe se incluye el desglose y resultados de los trabajos realizados, así como las conclusiones y recomendaciones que se deducen tras el análisis de los datos obtenidos.

2. TRABAJOS REALIZADOS

2.1. TRABAJOS DE CAMPO

Los trabajos de investigación se han planificado en base a la realización de calicatas y penetraciones dinámicas D.P.S.H. llevadas hasta el rechazo.

2.1.1. CALICATAS

Se han excavado dos (2) calicatas mediante una retroexcavadora, con objeto de estudiar a cielo abierto los niveles aflorados en el área, así como para observar la cota de nivel freático, si fuese detectado, y el comportamiento de los materiales aflorados en su presencia. En los niveles identificados se procedió a la toma de muestras representativas a fin de caracterizarlos, mediante la ejecución de ensayos de identificación en el laboratorio.

La profundidad alcanzada por las calicatas y las muestras tomadas se relacionan en el cuadro adjunto:

CALICATA		MUESTRA	
Nº	PROFUNDIDAD (m)	REF. MUESTRA	PROFUNDIDAD (m)
1	3,7	LV02/0316	1,50 – 1,80
2	3,9	LV02/0317	1,50 – 2,50
		LV02/0318	3,20 – 3,50

Nota. Las profundidades están referidas respecto de la superficie del terreno, en el momento de realizar los ensayos.

La situación de las calicatas y un corte esquemático de las mismas puede observarse en los Apéndices nº 1 y 2 de este informe. En el Apéndice nº 5 se recoge un reportaje fotográfico de las mismas.

2.1.2. ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

Se han realizado dos (2) ensayos de penetración dinámica por el procedimiento denominado Dynamic Probig Super Heavy (D.P.S.H.) realizados según la norma UNE 103-801-94. Este ensayo consiste en hacer penetrar en el terreno una puntaza mediante el golpeo de una maza de 63,5 Kg. de peso, que cae, en caída libre, desde una altura de 76 cm., con el objeto de medir el número de golpes que se requiere para conseguir una penetración en el terreno de 20 cm. El ensayo finaliza cuando tras una andanada de 100 golpes no se consigue el intervalo de 20 cm de penetración.

Las profundidades alcanzadas en las penetraciones dinámicas han sido:

PENETRACIÓN DINÁMICA Nº	PROFUNDIDAD (m.)
1	6,20
2	3,80

Nota. Las profundidades están referidas respecto de la superficie del terreno, en el momento de realizar los ensayos.

En el Apéndice nº3 se incluyen los diagramas de penetración, así como el golpeo necesario para cada intervalo de hinca. El emplazamiento de los puntos de penetración queda reflejado en el plano de situación del Apéndice nº1.

2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras obtenidas de las calicatas se ha procedido a la programación de los ensayos de clasificación, cuya finalidad es la identificación de los diferentes niveles detectados en el subsuelo.

Todos los ensayos fueron realizados siguiendo las normas UNE correspondientes. A continuación se incluye una tabla resumen con los resultados de los ensayos realizados sobre las muestras, mientras que en el Apéndice nº 4 figuran unas hojas descriptivas de cada muestra analizada. La nomenclatura empleada en la tabla resumen es la siguiente:

H = humedad

LL = límite líquido

LP = límite plástico

IP = índice de plasticidad

Bolos = granos mayores de 63 mm

Gravas = granos comprendidos entre 2 y 63 mm

Arenas = granos comprendidos entre 0,08 y 2 mm

Finos = granos menores de 0,08 mm

$SO_4^=$ = contenido en sulfatos

TABLA RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO

CALICATA Nº	MUESTRA		NATURALEZA DEL TERRENO	CLASIF. CASAGRANDE	PLASTICIDAD			GRANULOMETRÍA				SO_4 (%)
	Ref.	Profundidad (m)			LL	LP	IP	Bolos (%)	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	
C-1	LV02/0316	1,5-1,8	ARENA CON GRAVAS	SP-SM	No	No	N.P.	0,0	53,2	40,9	5,8	No detectados
C-2	LV02/0317	1,5-2,5	ARCILLA ARENOSA CON GRAVAS	CL	37,8	20,5	17,3	0,0	26,0	23,7	50,4	No detectados
C-2	LV02/0318	1,4-1,8	ARCILLA ARENOSA	GP-GM	No	No	N.P.	0,0	65,2	28,7	6,1	--

3. CARACTERIZACIÓN GEOTÉCNICA

3.1. DESCRIPCIÓN ESTRATIGRÁFICA Y GEOTÉCNICA.

Todo el entorno de la parcela investigada está dominado por materiales cuaternarios de edad reciente, correspondientes a depósitos aluviales asociados al río Duero.

A partir de la información aportada por las calicatas y de los resultados obtenidos en los ensayos de laboratorio, en la parcela objeto del presente informe pueden establecerse, de techo a muro, los siguientes niveles estratigráficos y geotécnicos:

Nivel-1: Arena arcillosa y Arcilla arenosa de color marrón.

Este nivel está constituido por una mezcla de materiales de diversas granulometrías, predominando generalmente la fracción arenosa, aunque en ocasiones puede dominar la fracción arcillosa. Presenta una compacidad de suelta a moderadamente densa (Crespo, 2000).. Su potencia en las calicatas realizadas ha resultado ser de entre 1,15 y 3,0 m.

Una muestra ensayada de este nivel, ha arrojado los siguientes resultados:

GRANULOMETRÍA				PLASTICIDAD			SULFATOS (%)	CLASIF. CASAGRANDE
Bolos (%)	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	LL	LP	IP		
0,0	26,0	23,7	50,3	37,8	20,5	17,3	No Detectados	CL

Nivel-2: Arena limosa con bolos, gravas y gravillas.

Este nivel se ha observado en las dos calicatas realizadas, con una fracción de gravas muy variable, presentando una potencia de hasta 2,55 m. en la cata C-1. La compacidad va de suelta a moderadamente densa (Crespo, 2000), y su color es beige con un ligero tono ocre.

Una muestra ensayada de este nivel, ha arrojado los siguientes resultados:

GRANULOMETRÍA				PLASTICIDAD			SULFATOS (%)	CLASIF. CASAGRANDE
Bolos (%)	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	LL	LP	IP		
0,0	53,2	40,9	5,8	No	No	No plástico	No Detectados	SP-SM

Nivel-3: Gravas, gravillas y ocasionales bolos redondeados de cuarzo en matriz arenolimosa.

Nivel de color beige grisáceo, constituido por materiales procedentes de los depósitos cuaternarios dejados por la evolución del río Duero. Este nivel solamente se ha reconocido en la calicata C-2, entre los 3,20 y los 3,90 m. de profundidad. Su compacidad es de suelta a moderadamente densa (Crespo, 2000). Se caracteriza por presentar una clasificación de Casagrande de GP-GM, esto es, gravas arenolimosas sin plasticidad mal graduadas. Una muestra ensayada de este nivel, ha arrojado los siguientes resultados:

GRANULOMETRÍA				PLASTICIDAD			SULFATOS (%)	CLASIF. CASAGRANDE
Bolos (%)	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (%)	LL	LP	IP		
0,0	65,2	28,7	6,1	No	No	No plástico	No Detectados	GP-GM

3.2. NIVEL FREÁTICO

En las investigaciones realizadas no se ha detectado la presencia de nivel freático, por lo que no se espera que las labores de cimentación se vean afectadas por el mismo.

En la calicata C-2 ha podido observarse humedad en el fondo de la calicata, lo que sugiere que el nivel freático pudiera encontrarse próximo. Dado que los acuíferos asociados a estos materiales suelen ser de tipo superficial, y pueden sufrir importantes oscilaciones de nivel dependiendo de la estacionalidad y las precipitaciones, deberá considerarse que cualquier actuación que descienda por debajo de los 4,5 m. podrá verse afectada por el nivel freático.

4. INFORME DE CIMENTACIÓN - CONCLUSIONES

A la vista de las características que presentan los materiales del subsuelo de la parcela, y considerando la tipología de la estructura a construir, se concluye que la cimentación podrá abordarse de modo directo mediante zapatas o losas de cimentación.

4.1. EXCAVACIÓN

En caso de requerirse la excavación de materiales para la nivelación de la parcela, o para el emplazamiento de cualquiera de las estructuras de las que conste la depuradora, ésta podrá abordarse mediante medios convencionales.

A continuación se proponen para el terreno unos parámetros geotécnicos estimados, a efectos del cálculo de empujes:

Arena arcillosa o arcilla arenosa con algunas gravas: Los parámetros geotécnicos, se han estimado utilizando la compacidad/consistencia mínima obtenida en los ensayos de penetración DPSH, realizando una equivalencia con el ensayo de penetración estándar, y utilizando y aplicando la expresión propuesta por la "Bridge Road Especification":

$$\phi = 15 + \sqrt{15 \cdot N}$$

Siendo N el golpeo medio obtenido en el ensayo SPT.

- Densidad: 2,3 – 2,1 t/m^3 (Estimada a partir de Tablas)
- Cohesión: 0 t/m^2 dado que se trata de suelos granulares sin plasticidad.
- Angulo de rozamiento interno: 27,5 °

4.2. CÁLCULO DE LA CAPACIDAD PORTANTE

Dadas las características de los materiales que afloran en la parcela, y la tipología de cimentación recomendada, la carga admisible por hundimiento será sensiblemente mayor a la que determinará el máximo asiento admisible para este tipo de estructuras.

A partir de los resultados de los ensayos de penetración dinámica superpesada (DPSH), asumiendo una equivalencia entre los índices de golpeo de la penetración dinámica DPSH y la penetración estándar de $N_{SPT}=1,5xN_{DPSH}$, puede utilizarse la metodología propuesta por *Terzaghi y Peck* (1960), en terrenos granulares, para el cálculo de la carga admisible en cimentaciones superficiales, según la cual:

$$Q_{adm} = \frac{N.s}{8} \qquad B \leq 1,20 \text{ m.}$$

$$Q_{adm} = \frac{N.s}{12}\left(\frac{B+0,3}{B}\right)^2 \qquad B > 1,20 \text{ m.}$$

Siendo:

- Q_{adm}= carga admisible del terreno (Kg/cm^2)
- N= n° golpes del ensayo de penetración estándar (N_{spt})
- S= asiento máximo admisible (en pulgadas)
- B= ancho de la zapata (m.)

Se limita el asiento para este tipo de estructuras en una pulgada (2,53 cm).

Estos mismos autores proponen otra expresión para el cálculo de la tensión admisible por asiento, en cimentaciones mediante losa, que es la siguiente:

$$Q_{adm} = \frac{N.s}{12}$$

Siendo:

Q_{adm}= carga admisible del terreno (Kg/cm^2)

N= n° golpes del ensayo de penetración estándar (N_{spt})

S= asiento máximo admisible (en pulgadas)

En estas estructuras el asiento máximo admisible es de dos pulgadas(5,06 cm).

Los índices de compacidad más desfavorables de los materiales que se encontrarán en la zona de influencia de las cimentaciones, tanto para el caso de que se apoye superficialmente, como si opta por realizar algún tipo de excavación, son similares. Los promedios más desfavorables son de N_{DPSH}= 7.

Los valores de las tensiones admisibles resultantes para diferentes anchos de cimentación, pueden consultarse en la siguiente tabla:

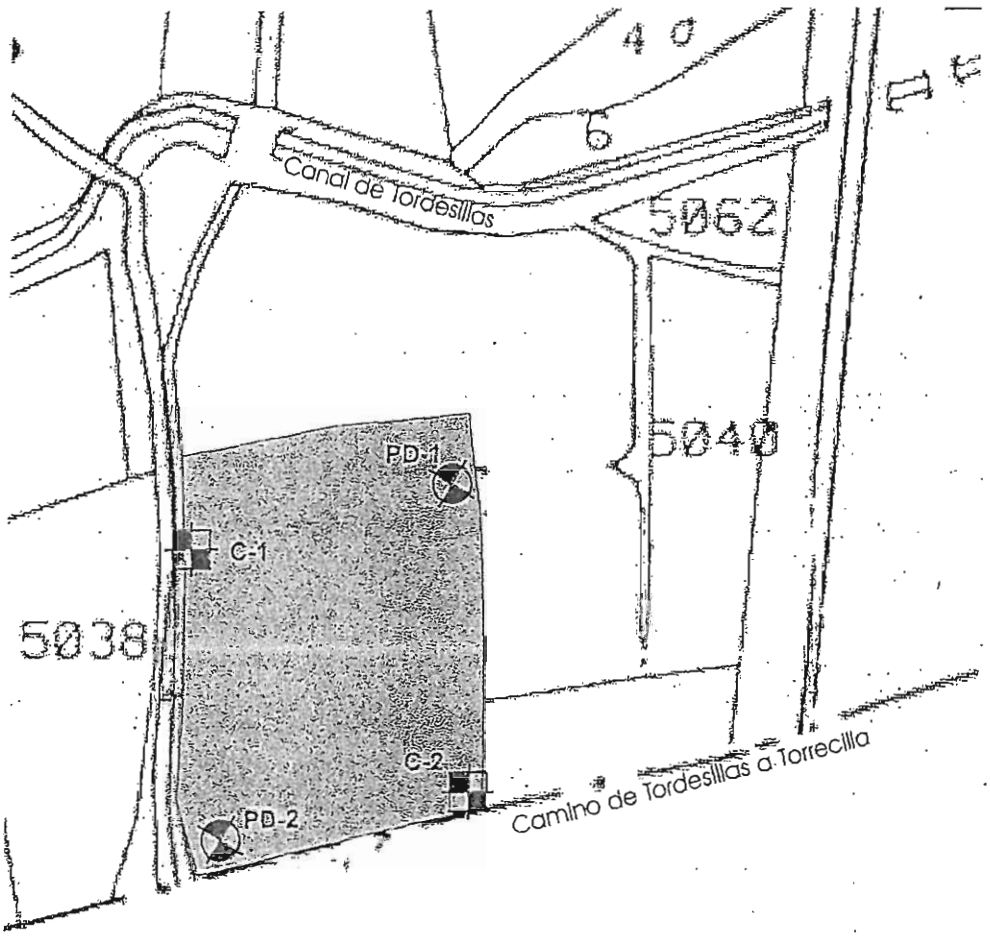
ANCHO DE CIMENTACIÓN	Q_{adm} (Kg/cm^2)	ASIENTO MÁXIMO ADMISIBLE
Losa	1,75	2"
Zapata		
B=1,2 m	1,31	
B=2,0 m	1,16	1"
B=3,0 m	1,06	
B=4,0 m	1,01	

En el caso de optar por una cimentación por losa, para el cálculo del coeficiente de balasto se propone un valor de K_{30} de 3,0 Kp/cm^3.

En los ensayos realizados sobre las muestras de suelos, no han detectado sulfatos, por lo que no será necesaria la utilización de cementos sulforresistentes.

Debe tenerse en cuenta que las labores realizadas son reconocimientos puntuales, por lo que en la correlación entre los mismos existe un cierto grado de extrapolación, solo válido si se confirma al abrir las excavaciones para ejecutar la cimentación.

APENDICE 1: LOCALIZACIÓN DE LOS TRABAJOS DE CAMPO



TÍTULO: E.G PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA DEPURADORA EN TORDESILLAS -VALLADOLID-	INCOSA
PETICIONARIO: CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN	*N/EXP.:* E01/1913
	FECHA: MARZO 2002
PLANO: LOCALIZACIÓN DE TRABAJOS DE CAMPO	*ESCALA:* Aprox. 1/2.000

APENDICE 2: CORTES ESTRATIGRÁFICOS DE LAS CALICATAS

INCOSA

TITULO:
E.G. PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA DEPURADORA EN TORDESILLAS (VALLADOLID).

PETICIONARIO:
CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE. JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN.

COORDENADAS
X=
Y=
Z=

FECHA: 06/03/02

CATA C-1

Nº EXP.: GH-1913

	PROFUNDIDAD (m)	POTENCIA (m)	ESTRATIGRAFÍA	DESCRIPCION DEL TERRENO	MUESTRAS	Nº MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	COMPACIDAD/CONSISTENCIA	CLASIFICACIÓN CASAGRANDE	NIVEL FREÁTICO
0										
	0,50	0,50		TIERRA VEGETAL. ARENA ARCILLOLIMOSA DE COLOR MARRÓN CON RAICES. (TIERRA DE CULTIVO).						
1	1,15	0,65		TIERRA VEGETAL. ARENA LIMOSA BEIGE-MARRÓN CLARO.						
	2,50	1,35		ARENA LIMOSA CON BOLOS, GRAVAS Y GRAVILLAS. COLOR BEIGE CON UN LIGERO TONO OCRE, Y DE COMPACIDAD SUELTA A MODERADAMENTE COMPACTAS.		LV02/0316	MA	S-SC	SP-SM	
2										
3	3,70	1,20		ARENA MEDIA/GRUESA, DE COLOR BEIGE CLARO, CON ALGUNA GRAVA Y GRAVILLA.						
4				FIN CALICATA 3,70 m						
5										

OBSERVACIONES

Incosa	TITULO: E.G. PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA DEPURADORA EN TORDESILLAS (VALLADOLID).	COORDENADAS X= Y= Z=	CATA C-2
	PETICIONARIO: CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE. JUNTA DE CASTILLA Y LEÓN.	FECHA: 06/02/02	Nº EXP.: 601-1913

	PROFUNDIDAD (m)	POTENCIA (m)	ESTRATIGRAFÍA	DESCRIPCION DEL TERRENO	MUESTRAS	Nº MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	COMPACIDAD/CONSISTENCIA	CLASIFICACIÓN CASAGRANDE	NIVEL FREÁTICO
0										
1				ARCILLA ARENOSA Y ALGUNA GRAVA. COLOR MARRÓN.						
2		3,00				LV02/0317	MA	S	CL	
3	3,00									
	3,20	0,20		ARENA LIMOSA BEIGE ALGO HÚMEDA DE COMPACIDAD						
		0,70		GRAVAS Y GRAVILLAS EN MATRIZ ARENOLIMOSA DE COLOR BEIGE-GRISÁCEA. COMPACIDAD SUELTA A MODERADAMENTE DENSA.		LV02/0318	MA	S-SC	GP-GM	
4	3,90			FIN CALICATA 3,90 m						
5										

OBSERVACIONES

EN LAS GRAVAS SE DAN DERRUMBAMIENTOS DE LAS PAREDES A MURO. SALEN HÚMEDAS, AUNQUE NO SE LLEGA A DETECTAR EL NIVEL FREÁTICO.

APENDICE 3: ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

PENETRACION DINAMICA SUPERPESADA. UNE 103-801-94

PESO DE LA MAZA 63,5 Kg — ALTURA DE CAIDA 0,76 m

PUNTAZA CILINDROCONICA : — AREA BASE: 20 cm2 - CONICIDAD 90º - LONGITUD 76,3 mm.

PENETRACIÓN DINÁMICA Nº: PD-1 FECHA: 06/02/2002 Nº EXPEDIENTE: E01/1913

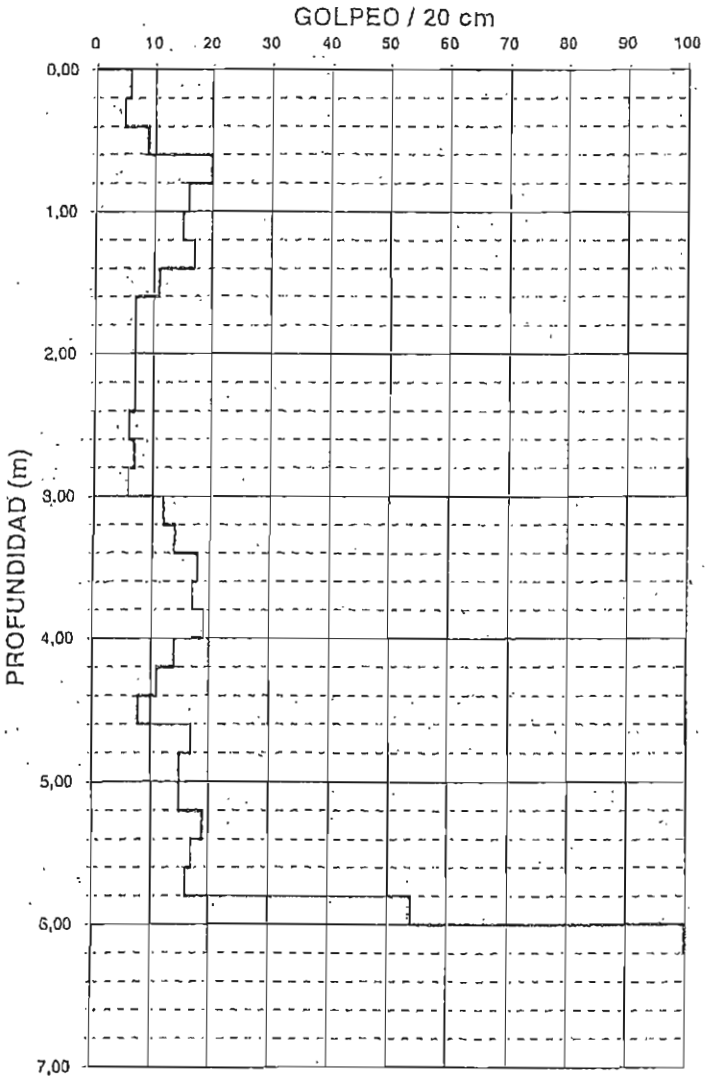
OBRA: E.G. PARA LA CONSTRUCCIÓN DE UNA DEPURADORA EN TORDESILLAS (VALLADOLID).

PETICIONARIO: CONSEJERIA DE MEDIO AMBIENTE. JUNTA DE CASTILLA Y LEON

COTA: La existente en la parcela en el instante de realizar la prospección.

NIVEL FREÁTICO: —

PROFUNDIDAD m.	Nº GOLPES	PROFUNDIDAD m.	Nº GOLPES
0,00 - 0,20	6	-	—
0,20 - 0,40	5	-	—
0,40 - 0,60	9	-	—
0,60 - 0,80	20	-	—
0,80 - 1,00	16	-	—
1,00 - 1,20	15	-	—
1,20 - 1,40	17	-	—
1,40 - 1,60	11	-	—
1,60 - 1,80	7	-	—
1,80 - 2,00	7	-	—
2,00 - 2,20	7	-	—
2,20 - 2,40	7	-	—
2,40 - 2,60	6	-	—
2,60 - 2,80	7	-	—
2,80 - 3,00	6	-	—
3,00 - 3,20	12	-	—
3,20 - 3,40	14	-	—
3,40 - 3,60	18	-	—
3,60 - 3,80	17	-	—
3,80 - 4,00	19	-	—
4,00 - 4,20	14	-	—
4,20 - 4,40	11	-	—
4,40 - 4,60	8	-	—
4,60 - 4,80	17	-	—
4,80 - 5,00	15	-	—
5,00 - 5,20	15	-	—
5,20 - 5,40	19	-	—
5,40 - 5,60	17	-	—
5,60 - 5,80	16	-	—
5,80 - 6,00	54	-	—
6,00 - 6,20	100	-	—
6,20 -	—	-	—
-	—	-	—
-	—	-	—
-	—	-	—
-	—	-	—
-	—	-	—
-	—	-	—
-	—	-	—
-	—	-	—
-	—	-	—
-	—	-	—
-	—	-	—
-	—	-	—

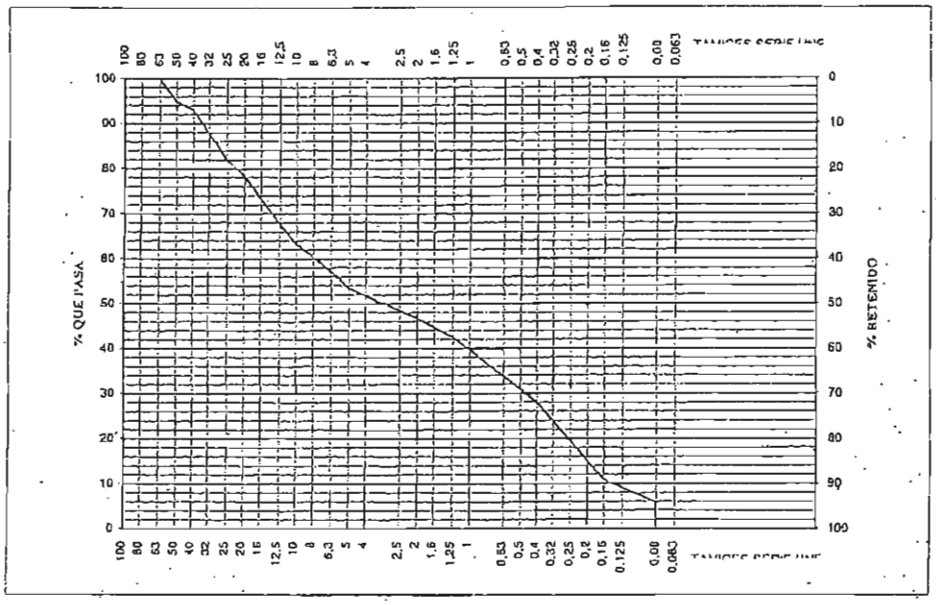


APENDICE 4: INFORMES DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO

PETICIONARIO: CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE.
ESTUDIO: DEPURADORA EN TORDESILLAS (VALLADOLID)
Cata: C-1
Profundidad: 1,50 - 1,80

EXPEDIENTE Nº 01/1913
DOCUMENTO Nº
MUESTRA Nº LV02/0316
Fecha Inic/final ensayo:
Fecha emisión: dd/mm/aa

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/93)



TAMIZ UNE	% Pasa
63	100,0
50	94,9
40	93,1
25	81,9
20	78,5
12,5	67,7
10	63,4
6,3	57,2
5	53,4
2	46,8
1,25	42,6
0,4	28,0
0,16	10,9
0,08	5,8

tamaño partículas (mm)

Bolos	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina
	GRAVA			ARENA		

LÍMITES DE ATTERBERG	
Límite Líquido (UNE 103-103/94)	No
Límite Plástico (UNE 103-104/93)	No
Índice de Plasticidad	N.P.

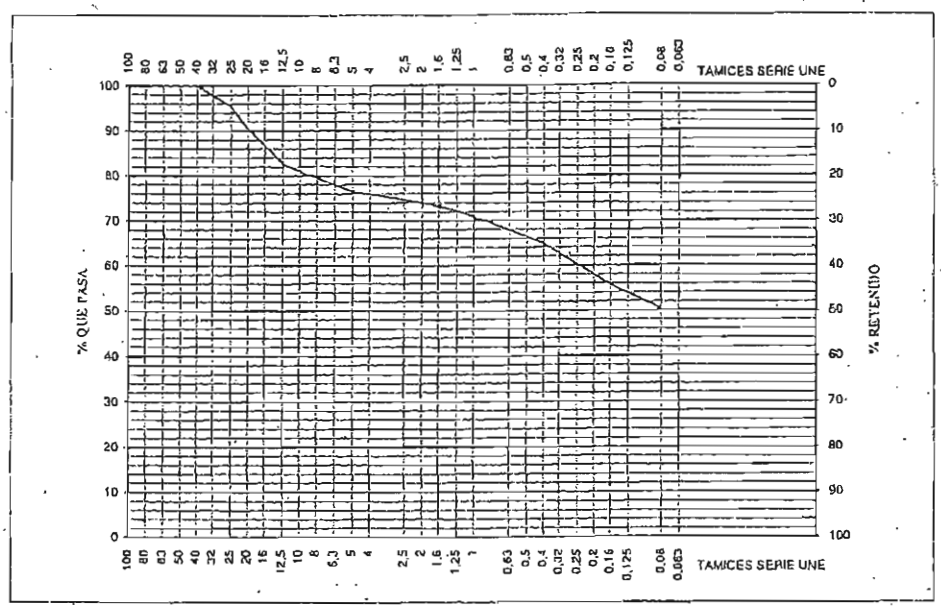
Carbonatos (%) (UNE 103-200/93)	---
Materia orgánica (%) (NLT-118)	---
Sulfatos (%) (UNE 103-202/95)	No detectados
Humedad natural (%) (UNE 103-300/93)	---

OBSERVACIONES:

PETICIONARIO: CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE.
ESTUDIO: DEPURADORA EN TORDESILLAS (VALLADOLID)
Cata: C-2 M-1
Profundidad: 1,50 - 2,50

EXPEDIENTE Nº 01/1913
DOCUMENTO Nº
MUESTRA Nº LV02/0317
Fecha inic/final ensayo:
Fecha emisión: dd/mm/aa

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/93)



TAMIZ UNE	% Pasa
63	100,0
50	100,0
40	100,0
25	95,5
20	90,5
12,5	82,9
10	81,1
6,3	78,0
5	76,6
2	74,0
1,25	72,3
0,4	64,9
0,16	55,8
0,08	50,4

tamaño partículas (mm)

Bolos	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina
	GRAVA			ARENA		

LÍMITES DE ATTERBERG	
Límite Líquido (UNE 103-103/94)	37,8
Límite Plástico (UNE 103-104/93)	20,5
Índice de Plasticidad	17,3

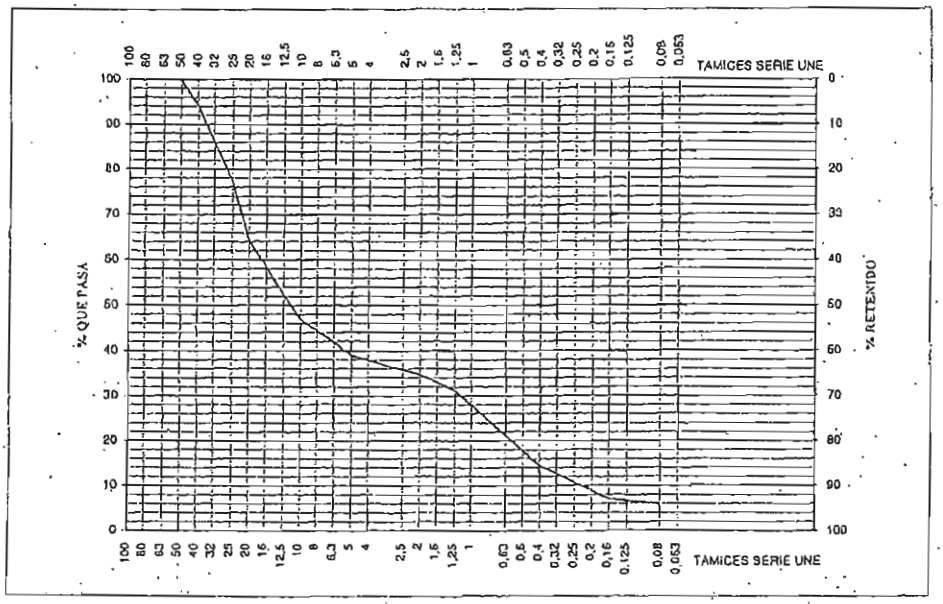
Carbonatos (%) (UNE 103-200/93)	----
Materia orgánica (%) (NLT-118)	----
Sulfatos (%) (UNE 103-202/95)	No detectados
Humedad natural (%) (UNE 103-300/93)	----

OBSERVACIONES:

PETICIONARIO: CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE.
ESTUDIO: DEPURADORA EN TORDESILLAS (VALLADOLID)
Cata: C-2 M-2
Profundidad: 3,20 - 3,50

EXPEDIENTE Nº 01/1913
DOCUMENTO Nº
MUESTRA Nº LV02/0318
Fecha Inic/final ensayo:
Fecha emisión: dd/mm/aa

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO POR TAMIZADO (UNE 103-101/93)



TAMIZ UNE	% Pasa
63	100,0
50	100,0
40	94,3
25	77,1
20	64,5
12,5	52,5
10	47,1
6,3	41,9
5	39,0
2	34,8
1,25	31,3
0,4	14,4
0,16	7,1
0,08	6,1

tamaño partículas (mm)

Bolos	Gruesa	Media	Fina	Gruesa	Media	Fina
	GRAVA			ARENA		

LÍMITES DE ATTERBERG	
Límite Líquido (UNE 103-103/94)	NO
Límite Plástico (UNE 103-104/93)	NO
Índice de Plasticidad	N.P.

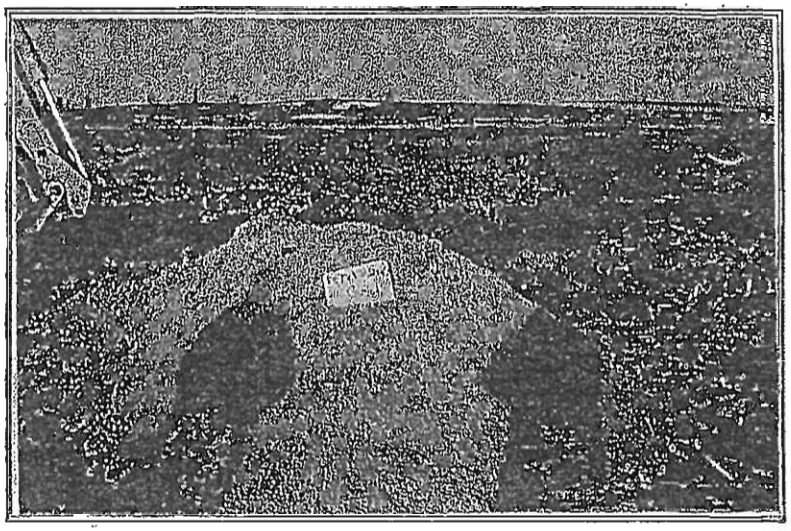
Carbonatos (%) (UNE 103-200/93)	----
Materia orgánica (%) (NLT-118)	----
Sulfatos (%) (UNE 103-202/95)	----
Humedad natural (%) (UNE 103-300/93)	----

OBSERVACIONES:

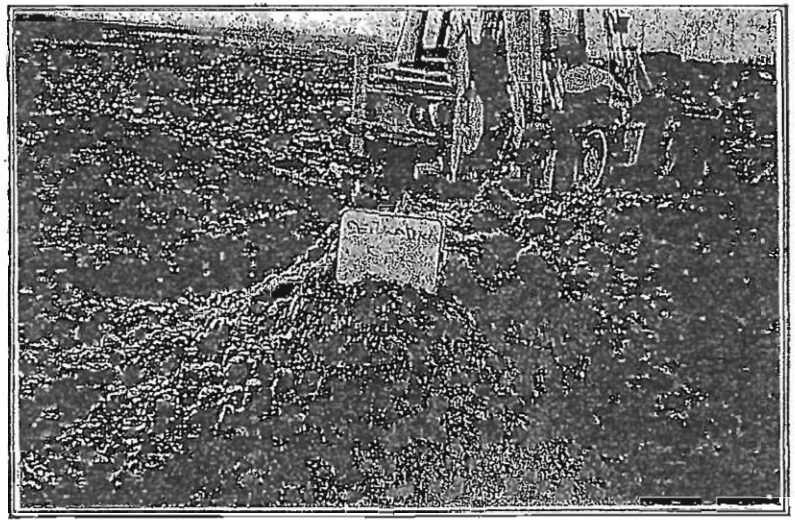
APENDICE 5: ANEJO FOTOGRÁFICO



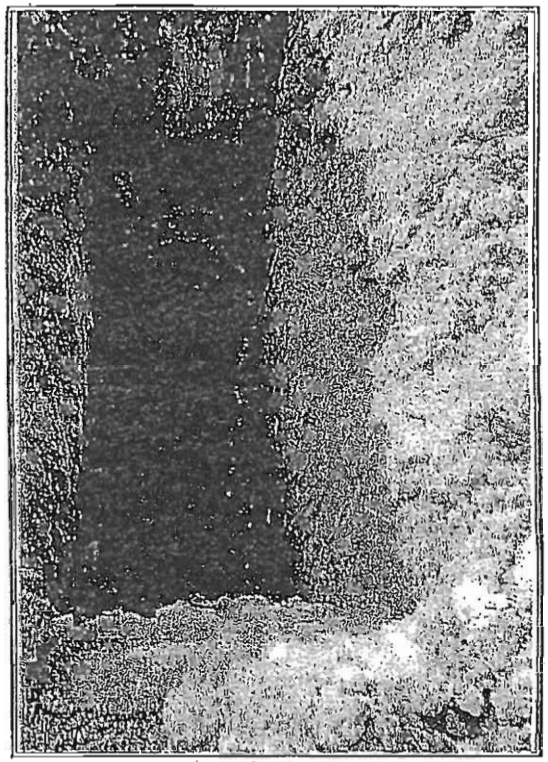
CALICATA C-1



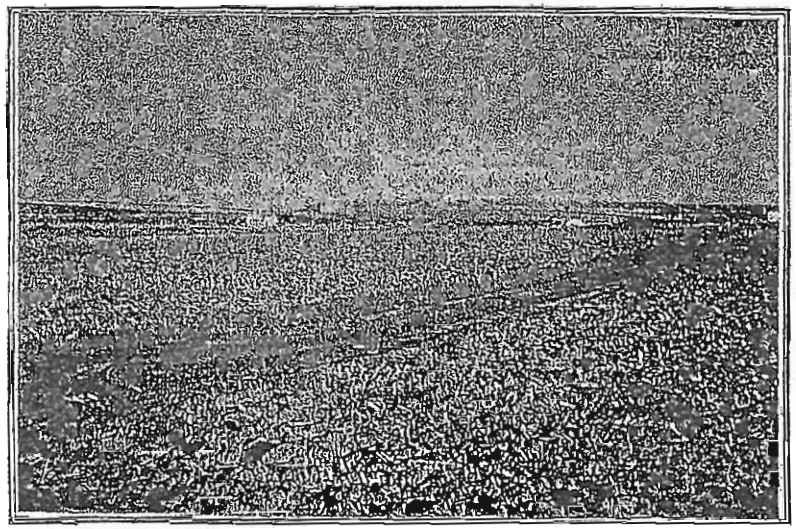
CALICATA C-1

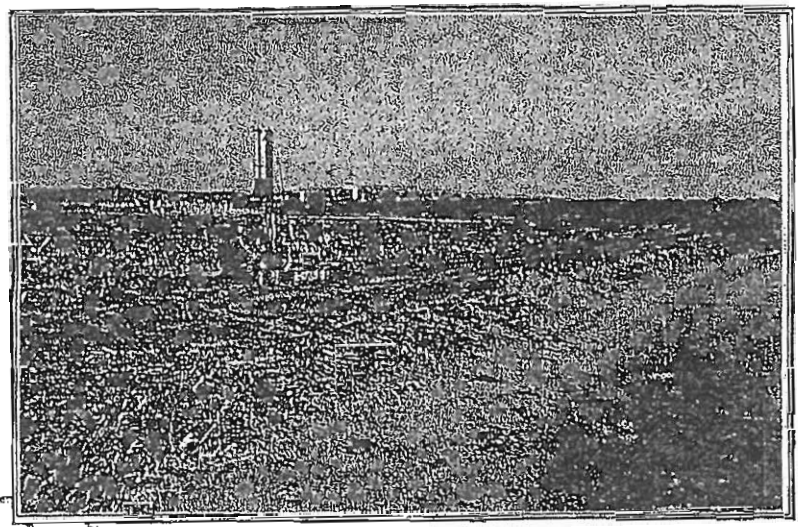


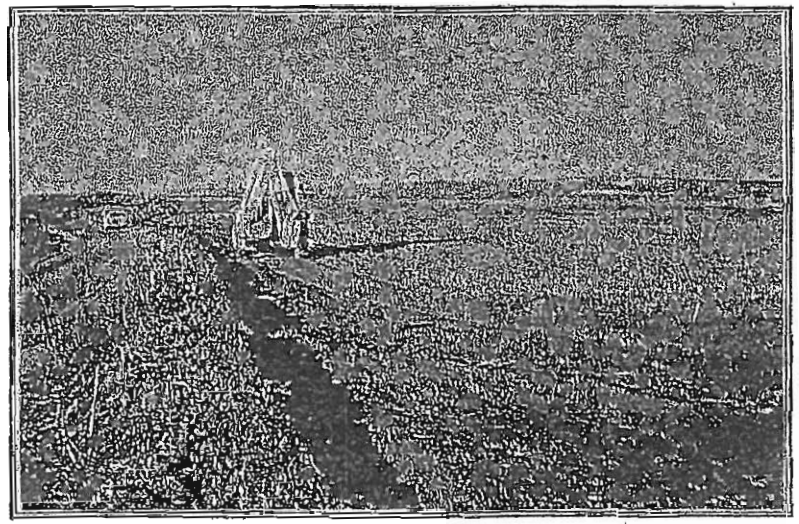
CALICATA C-2



CALICATA C-2







VISTA PANORÁMICA DE LA PARCELA

APÉNDICE 4

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE TUDELA DE DUERO. MAYO 2012

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

TRABAJO	**R-123/12**	**DEL 22-5-2012**
ESTUDIO	**ESTUDIO GEOLOGICO - GEOTECNICO COLECTOR MARGEN IZQUIERDA DEL RIO DUERO TUDELA DE DUERO (VALLADOLID)**	
ARCHIVO	**123/12**	
PETICIONARIO	**U.T.E. INCISA - ECOSISTEMAS**	

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

INDICE

1. INTRODUCCION
   1.1. Objeto y alcance del estudio
   1.2. Metodología
   1.3. Trabajos realizados
2. PROSPECCIONES Y ENSAYOS
   2.1. Prospecciones de campo
   2.2. Ensayos de laboratorio
3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAZADO
   3.1. Geología general
   3.2. Hidrogeología
   3.3. Climatología
   3.4. Sismicidad
4. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS GENERALES DE LOS MATERIALES
5. GEOTECNIA DEL TRAZADO
   5.1. Estratigrafía y características geotécnicas de los materiales
   5.2. Excavabilidad
   5.3. Estabilidad de la zanja
   5.4. Relleno de la zanja
   5.5. Agresividad de los terrenos
6. UTILIZACION DE LOS MATERIALES
7. CIMENTACION
   7.1. Capacidad portante
   7.2. Asientos estimados
8. CONCLUSIONES

ANEJOS:

ANEJO I: - PLANOS DE SITUACION
- MAPA GEOLOGICO GENERAL
- PERFIL LITOLOGICO

ANEJO II: - REGISTRO DEL SONDEO
- REGISTRO DE LAS CALICATAS
- RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA TIPO D.P.S.H
- RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO
- CALCULOS DE CIMENTACION PROFUNDA

ANEJO III: - DOCUMENTACION FOTOGRAFICA

1. INTRODUCCION

A petición de la **U.T.E. INCISA – ECOSISTEMAS,** se ha realizado el estudio del terreno sobre el que se proyecta llevar a cabo la ejecución en la localidad de Tudela de Duero (Valladolid) de un colector el cual discurrirá por la margen izquierda del río Duero hasta conectar con el actual colector de la margen derecha del Duero, el cual a su vez discurre hasta la E.D.A.R. de Tudela de Duero. (Ver Anejo I.- Planos de Situación).

Según los datos facilitados por el peticionario se tiene prevista la realización de las siguientes actuaciones en la zona objeto de estudio:

- 2 Pozos de bombeo, el nº 1 (PB-1) en el inicio del colector y el nº 2 a una distancia de 463 m, terminando en otro pozo de bombeo ya existente a 1892 m, respecto del origen del colector. Desde cada uno de los pozos de bombeo parte un tramo en impulsión, la primera con una longitud medida de 463 m y la segunda con una longitud 1429 m hasta el pozo de bombeo en el cual finaliza el proyecto.

- A lo largo del trazado del colector se instalarán pozos de registro, en los cambios de pendiente, de dirección y dividiendo los tramos rectos de mayor longitud del colector.

El trazado del colector subdivide en 7 ejes, entre puntos singulares del mismo, los cuales se relacionan a continuación:

- Eje I de 0+000 a 0+268

Este tramo se inicia en el pozo de bombeo 1 junto al río Duero y finaliza en el principio del Eje II, donde el colector se encuentra ya instalado en zona urbanizada residencial.

- Eje II de 0+268 a 0+463

Este tramo se encuentra instalado, discurre por zona residencial urbanizada y finaliza en la plaza del Álamo donde se construirá un pozo de bombeo (pozo 2), eliminando el actual vertido al río Duero.

- Eje III de 0+463 a 0+604

Este tramo, de nueva construcción se corresponde con tramo de impulsión entre el pozo de bombeo 2 y el eje III, el cual se encuentra instalado, discurre por zona residencial urbanizada.

- Eje IV de 0+604 a 0+787

Este tramo, se encuentra ya instalado, discurre al igual que los ejes II, III y principio del eje V, por zona residencial urbanizada, finaliza conectando con el eje V eliminándose el vertido actual al río Duero.

- Eje V de 0+787 a 1+442

Este tramo, de nueva construcción conecta en el punto de actual vertido al río con el cruce sobre el río Duero en la pasarela peatonal del camino de Palacios, discurre en su primer tramo por zona urbanizada y en un segundo tramo por zona no urbanizada, junto a un camino peatonal.

- Eje VI de 1+442 a 1+610

Este tramo de nueva construcción discurres sobre y junto a la pasarela peatonal sobre el río Duero, conecta el eje V, con el eje VII, el cual discurre ya por la margen derecha del río Duero.

- Eje VII de 1+610 a 1+892

En este tramo se reformará el colector existente ya instalado, inicia en el final del paso de la pasarela sobre el río Duero y finaliza en un pozo de bombeo denominado en este informe pozo 3.

Encargado dicho informe a **CESECO, S.A.**, los trabajos llevados a cabo han consistido en la recopilación de la información existente sobre proyectos anteriores realizados en la zona y la ejecución de las prospecciones de campo (sondeos y ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H.) y ensayos de laboratorio necesarios para completar el reconocimiento de las características litológicas de los diferentes terrenos presentes en la zona de estudio: estructura, disposición, potencia, edad, etc... y de sus características geotécnicas: granulometría, plasticidad, resistencia a compresión, etc..., Todo ello se ha realizado con el fin de que esta campaña de prospecciones y ensayos sirva de base al estudio geotécnico del nuevo colector proyectado y emitir las condiciones de cimentación y los posibles problemas constructivos: método de excavación, capacidad portante, asientos, nivel de agua subterránea, impermeabilización, tipo y características de cimentación, estabilidad de zanja, etc...

Para la realización de dicho estudio, el peticionario: **U.T.E. INCISA - ECOSISTEMAS**, nos ha proporcionado varios planos y perfiles en los cuales se definen los puntos característicos y condiciones geometricas de la obra objeto de este estudio.

1.1. Objeto y alcance del estudio.

El estudio se ha realizado siguiendo las directrices que marcan las especificaciones técnicas para este tipo de conducciones, centrándose en los siguientes puntos:



- Conclusiones sobre la viabilidad de la traza establecida.
- Características geológicas de las formaciones atravesadas por la obra proyectada (litología, estructura, espesor de suelos, etc).
- Características geotécnicas de los materiales atravesados por el trazado (excavabilidad, estabilidad de la zanja, etc.).
- Agresividad de los terrenos.
- Recomendaciones sobre medidas a adoptar en zonas conflictivas, en cuanto a posibles deslizamientos, niveles freáticos, etc.
- Litología y condiciones de cimentación de loa pozos de bombeo proyectados.

1.2. Metodología

El trabajo se ha iniciado con la recopilación de la información bibliográfica existente sobre la zona. Se han consultado las cartografías geológicas a escala 1:200.000 y 1:50.000, correspondientes al área estudiada, publicados por el IGME, y trabajos específicos en zonas afectadas por el trazado previsto y en especial el estudio realizado por CESECO S.A. en el año 2008 sobre el colector de la margen izquierda del río Duero en Tudela de Duero, con un trazado parecido al previsto para este informe.

Para la realización de los trabajos de campo, laboratorio y redacción del informe, se han seguido una serie de pautas que a continuación se enumeran de forma muy somera:

En primer lugar, se ha reconocido el trazado en su conjunto habiéndose reconocido los diferentes niveles geológico-geotécnicos en la zona sobre la cual discurrirá la futura conducción (estratigrafía, características geomecánicas, hidrogeología, etc.), así como la situación de los pozos de bombeo proyectados y puntos singulares.

Con estos trabajos de campo pudieron obtenerse muestras del subsuelo sobre las que realizar diferentes ensayos de laboratorio para la determinación de los parámetros geotécnicos más relevantes de las formaciones geológicas afectadas y clasificación del material para su empleo como material de relleno de zanja.

Por último, se ha procedido a la redacción del informe en base a los trabajos geotécnicos realizados, en el que se proporcionan los datos necesarios para el establecimiento de las soluciones de cimentación, excavabilidad y relleno de zanjas de acuerdo con las características de la obra prevista.

1.3. Trabajos realizados

Como se ha comentado para la redacción de este estudio, se llevaron a cabo los siguientes trabajos, agrupándose las campañas realizadas en 2008 y en 2012:

- Realización de un sondeo a rotación con extracción de testigo continuo, hasta una profundidad de 12,00 m, con toma de testigo continúo del terreno atravesado en la zona de ubicación del pozo nº 2.

- Realización de 3 ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H.

- Se han tomado como información de estudios anteriores:

- Realización de 3 calicatas mediante maquina retroexcavadora mixta hasta profundidades comprendidas entre 3,3 y 3,90 m con toma de muestra del terreno en ellas.

- Realización de 3 ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H.

- Ensayos de laboratorio sobre muestras obtenidas tanto en campañas anteriores como sobre muestras recogidas en el sondeo realizado en la zona de construcción del pozo de bombeo nº 2. Con las muestras de suelo obtenidas, se han realizado ensayos de identificación: granulometría, plasticidad (límites de Atterberg) y contenido en sulfatos ($SO_4^=$), ensayo Proctor Modificado, Proctor Normal, sales solubles, sulfatos solubles, materia orgánica, Humedad, densidad seca y compresión, determinándose su clasificación según Casagrande y la A.A.S.H.T.O ("American Association of State Highway and Transportation Officials"). En el ANEJO II.- Ensayos de Laboratorio, figuran los gráficos y los resultados obtenidos en los ensayos realizados.

- Redacción de informe.

2. PROSPECCIONES Y ENSAYOS

Se expone en el siguiente capitulo toda la campaña de investigación realizada empleada para la redacción del informe, tanto en el año 2012, como en el año 2008.

2.1. PROSPECCIONES DE CAMPO

2.1.1 SONDEO

Se han realizado tres sondeos a rotación con extracción de testigo continuo, mediante batería doble; con el fin de reconocer la disposición, potencia, edad, compacidad, etc. de los diferentes materiales y la situación del nivel freático en la zona de construcción de pozo de bombeo nº 2, sobre el trazado del eje V y sobre el trazado del eje VII. Los sondeos han sido ejecutados por CESECO, S.A. con una sonda TP-50, acreditada por la Junta de Castilla y León.

En la siguiente tabla se indica la denominación, la profundidad alcanzada, el número de testigos parafinados (T.P.) y el número de ensayos de penetración dinámica (S.P.T.) realizados en los sondeos, así como la situación del nivel freático.

SONDEO Nº	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)	TESTIGOS PARAFINADOS (T.P.)	ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA STANDARD (S.T.P.)	NIVEL FREÁTICO (m)
S-1 (2012)	4,00	2	3	5,70
S-2 (2012)	4,00	-	1	-
S-3 (2012)	4,00	-	1	-

Los testigos obtenidos se han almacenado en cajas de cartón parafinado colocados de forma ordenada, separando las diferentes maniobras con tablillas de madera y están depositados en la nave del Laboratorio de **CESECO, S.A.** De todas las cajas se ha tomado una fotografía en color. (Ver anejo III Documentación fotográfica).

2.1.2. ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA TIPO D.P.S.H.

Se han realizado un total de cinco ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H., tres en las zonas de construcción / implantación de los pozos de bombeo y otros dos a lo largo del trazado del colector en los ejes III y IV, todos ellos con el fin de contrastar los resultados obtenidos en el sondeo y calicatas, al objeto de determinar la capacidad portante del subsuelo en estos puntos. Los ensayos se han realizado con un equipo acreditado por la Junta de Castilla y León, que cumple las normas S.I.M.S.F.E.

El ensayo de penetración dinámica consiste en introducir una puntaza de forma cónica con base circular de 5,0 cm. de diámetro (20,0 cm² de área), por medio de golpeo de una maza de 63,5 Kg. de peso, que cae desde una altura de 75 cm, esta maza transmite su energía a la puntaza a través de un varillaje cuyo peso es de 6,2 Kg. por metro lineal. Se anota el número de golpes necesarios para introducir la puntaza 20 cm en el terreno; esta operación se repite hasta obtener un tramo de dicha longitud de 20 cm en el que sean necesarios más de 100 golpes para introducir la puntaza en el terreno (rechazo).

De acuerdo con el número de golpes necesarios para introducir la puntaza cónica en el terreno se puede deducir la carga admisible del mismo a diferente profundidad; en este ensayo no existe rozamiento lateral, ya que el varillaje es de menor sección que la puntaza descrita anteriormente.

En la siguiente tabla se indica la ubicación de cada uno de los ensayos de penetración dinámica realizados y la profundidad a la que se ha alcanzado rechazo en cada uno de ellos.

ENSAYO Nº	ZONA DE REALIZACION	PROFUNDIDAD ALCANZADA
P-3 (2008)	POZO DE BOMBEO Nº 1	9,80 m
P-2 (2008)	POZO DE BOMBEO Nº 2	9,00 m
P-3 (2012)	POZO DE BOMBEO Nº 3	6,00 m

ENSAYO Nº	ZONA DE REALIZACION	PROFUNDIDAD ALCANZADA
P-2 (2012)	EJE III	4,80 m
P-1 (2012)	EJE IV	4,00 m

En el Anejo II figura el resultado de los 5 ensayos de penetración dinámica realizados, a los que se adjunta un gráfico en donde se anota la profundidad en ordenadas y el número de golpes para realizar la penetración en abscisas, obteniendo un diagrama que nos da una idea de las resistencias de los terrenos atravesados.

Se ha tomado una fotografía en color de la maquina instalada en cada punto de ensayo el cual consta en el Anejo III, Documentación Fotográfica.

2.1.3. CALICATAS.

Se han realizado tres calicatas mecánicas mediante maquina retroexcavadora alcanzando profundidades comprendidas entre 3,3 y 3,9 m. En ellas se han recogido muestras del terreno, a fin de realizar una identificación materiales presentes en el subsuelo de la zona investigada.

Todos los ensayos se han realizado a la cota actual del terreno. En este informe se considera cota 0,0 m, la cota de superficie del terreno, en el momento de la realización de este estudio la cual queda definida en los perfiles litológicos adjuntos (Ver anejo I).

La campaña de sondeo, ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H. y calicatas, ha sido supervisada por un geólogo de CESECO, S.A. especializado en este tipo de trabajo; a cuyo cargo ha estado además el registro e interpretación de dichos trabajos (registro litológico, ensayos de penetración, situación del nivel freático, etc...) los cuales figuran en el Anejo II.

Por último, se ha realizado un perfil litológico del trazado donde constan las características principales del subsuelo de la zona objeto de estudio. (Ver Anejo I. Perfil litológico).

2.2. ENSAYOS DE LABORATORIO

Con las muestras obtenidas en el sondeo y en las calicatas se han realizado ensayos de identificación: granulometría, plasticidad (límites de Atterberg) y ensayos químicos: contenido en sulfatos ($SO_4^=$), determinándose su clasificación según Casagrande, A.A.S.H.T.O. e índice de grupo. También se han determinado sobre parte de las muestras obtenidas en el sondeo sus propiedades físicas y mecánicas: humedad natural, densidad seca y resistencia a compresión simple, corte directo, etc.

Las normas utilizadas para los ensayos son las siguientes:

- Granulometría por tamizado (UNE 103.101).
- Límites de Atterberg: Límite líquido (UNE 103.103) y Límite plástico (UNE 103.104).
- Contenido en sulfatos (UNE 103.201).
- Humedad Natural (UNE 103.300).
- Densidad Seca (UNE 103.301).
- Resistencia a compresión Simple (UNE 103.400).
- Ensayo de Corte Directo (UNE 103.401).

Con la muestra de agua tomadas en la calicata nº 5, (C-5) y en el sondeo nº 1, se han realizado ensayos de pH, Contenido en sulfatos ($SO_4^=$), Contenido en magnesio (Mg^{++}), Amonio (NH_4^+), Residuo seco 110º y Anhídrido carbónico libre (CO_2), determinadose su agresividad al hormigón.

En el Anexo II, Ensayos de Laboratorio, figuran los gráficos y los resultados obtenidos en los ensayos realizados.

3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAZADO

3.1. GEOLOGÍA GENERAL

Geológicamente, la localidad de Tudela de Duero se encuentra enmarcada en el sector central de la Cuenta Terciaria Continental del Duero, la cual forma una depresión de origen tectónico que se rellenó durante el Terciario con sedimentos de origen continental, sobre los que existen recubrimientos cuaternarios, principalmente de origen fluvial y aluvial.

Geomorfológicamente, la zona estudiada está asentada en el valle aluvial del río Duero, el cual presenta un modelado de relieve en graderío resultado de un sistema de terrazas escalonadas (típico de los valles fluviales de esta región).

El terreno presenta una cota absoluta comprendida entre 708 y la 694 m y una cota relativa entre de 10 - 20 m sobre el cauce actual del río Duero.

La zona objeto de estudio se ubica en su mayor parte (ejes I a V) sobre la margen izquierda del río Duero, el eje VI cruza el río Duero y el eje VII, se ubica en la margen derecha del río.

A continuación se describen las distintas unidades litológicas existentes a lo largo del trazado investigado.

CUATERNARIO

Capa A (SUELO VEGETAL)

Superficialmente en gran parte del la practica totalidad del trazado del nuevo colector existe un nivel de suelo vegetal arenoso cuya potencia es del orden de 0,3 – 0,5 m. este conjunto se encontrará parcialmente alterado en la zona del trazado que discurre bajo los viales ya urbanizados.

Capa B (RELLENOS)

En superficie en algunas zonas, en especial en la zona urbanizada del trazado el nivel superficial esta formado por un conjunto de rellenos conformado por diferentes tipos de materiales, colocado tanto para la ejecución de los viales como para ganar espacio al cauce del río Duero.

Capa C (ARENAS LIMOSAS, Depósitos aluviales)

Bajo el nivel de suelo vegetal y rellenos en algunos tramos existe un nivel de arenas limosas de color ocre – amarillento, poco compactas. La potencia de este conjunto varía de unos puntos a otros oscilando en torno a 3,0 m como espesor representativo y superior en la zona de inicio del colector.

Capa D (GRAVAS Y ARENAS, Terrazas fluviales)

En la totalidad del trazado con la excepción del cauce del río Duero y los escarpes situados junto a este aparecen los materiales típicos de la terraza aluvial del Duero. Estos materiales aparecen, bien bajo el nivel superior de suelo vegetal, o bien bajo el nivel de arenas limosas descrito en anteriormente. Este conjunto en base a los ensayos realizados podemos decir que presenta una potencia del orden de 3,0 – 4,0 m.

TERCIARIO

Capa E. (UNIDAD PEDRAJA DE PORTILLO)

Bajo los depósitos aluviales aparecen los materiales típicos de la cuenca terciaria del Duero. Este conjunto se encuentra constituido por arenas arcillosas y arcillas arenosas. Este conjunto se conoce como "Unidad Pedraja de Portillo" (Mapa geológico nacional), constituida por fangos arcósicos rojizos y gris verdosos, entre los que se intercalan pequeños canales de arcosas finas a gruesas.

Las arcosas y los fangos se disponen en secuencias granodecrecientes, observándose cicatrices erosivas, a veces muy pronunciadas en la base de los niveles arenosos. Normalmente, no se aprecia estructura interna, aunque en ocasiones parecen existir laminaciones debidas a estratificación cruzada de megarriple.

En conjunto, la facies tiene una probable procedencia del Oeste, fundamentalmente del noroeste. Las coladas son, al parecer, el agente más importante de la sedimentación y ocasionalmente, se instalarían pequeños canales fluviales.

3.2. HIDROGEOLOGÍA

3.2.1. PERMEABILIDAD

Los niveles superiores de rellenos antrópicos y suelo vegetal (Capas A y B), debido a su naturaleza heterogénea, son susceptibles de presentar permeabilidades muy variables de alta a media ($10^{-2} < k > 10^{-5}$ m/s).

La permeabilidad del nivel de arenas limosas (Capa C) que aparecen bajo los niveles superiores en el segundo tramo del trazado del colector es del orden de: $10^{-7} < k > 10^{-8}$ m/s).

La permeabilidad "k" estimada para el conjunto de gravas y arenas con finos (Capa D), es alta debido a la baja proporción de finos y la podemos considerar del orden de $10^{-2} < k > 10^{-5}$ m/s.

En el caso del conjunto de arcillas arenosas y arenas arcillosas de la Unidad Pedraja de Portillos (Capa E), la permeabilidad es mucho menor debida al alto contenido en finos, considerándose $10^{-8} < k > 10^{-11}$ m/s en función del contenido en finos de los niveles que forman esta capa.

Los valores de permeabilidad indicados se han estimado en base los ensayos realizados y a la Tabla D.28 del CTE. Seguridad Estructural Cimientos.

3.2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La existencia de depósitos granulares con mayor permeabilidad que el sustrato inferior, de naturaleza fundamentalmente limosa y arcillosa, origina la aparición en estos depósitos de un acuífero aluvial de carácter superficial y libre. Los detríticos gruesos funcionan como acuífero y los finos, normalmente como acuitardos. La permeabilidad del acuífero en este caso, se asocia a la porosidad intergranular existente en los sedimentos fluviales, siendo tanto mayor cuanto menor sea la proporción de limos o arcillas.

Desde el punto de vista hidráulico, el acuífero superior normalmente se comporta como acuífero libre, y más abajo, la mayoría de los acuíferos se comportan como semiconfinados, utilizando el inmenso almacenamiento de agua de los limos y otros materiales de baja permeabilidad, que se comportan como acuitardos.

3.2.3. EVALUACION HIDROGEOLOGICA

Durante la realización de las investigaciones de campo se ha detectado en algunos puntos la presencia de un nivel freático el cual en principio no afectará a la mayor parte del trazado. En el tramo inicial se estima la presencia de un nivel de agua a una profundidad de 4,5 m bajo la cota del terreno, conectado con la lamina de agua del río Duero. En el primer tramo del trazado sobre la terraza del río Duero (Eje II), se ha localizado un nivel de agua a una profundidad de 3,20 m en la calicata C-5, en la zona de realización del pozo de bombeo nº 2 se ha localizado la existencia de un nivel freático a una profundidad de 5,7 m, en la zona de segundo tramo sobre la terraza, (eje IV) no se ha localizado la presencia dé nivel freático en el primer tramo y si en la zona cercana a la pasarela a la profundidad de 3,9 m (Calicata, 2008), en la margen derecha del río (eje VII), no se la localizado la presencia de nivel freático.

En estas circunstancias y teniendo en cuenta las cotas de cimentación prevista para cada uno de los pozos de bombeo (3,5 – 4,0 m pozo nº 1, y 4,5 – 5,0 m pozo nº 2 y el existente pozo nº 3 a la profundidad aproximada de 3,0 m), y la situación de estos se prevé que el nivel de agua subterránea quede situado por debajo de la cota de cimentación de cada uno de los tres pozos de bombeo.

En el caso de las excavaciones que queden afectadas por la presencia de nivel freático, lo cual en principio no se estima suceda así, este, deberá ser evacuado inmediatamente antes del vertido del hormigón de limpieza y mantener la excavación estanca durante el periodo de realización de la obra. Por otro lado, consideramos conveniente ejecutar los elementos con perfecta estanqueidad a fin de evitar entradas y salidas de agua del colector y pozos.

Las posibles subpresiones producidas por el nivel freático en el caso de que alguno de los elementos del colector quedara situad por debajo de este nivel se verán compensadas con el propio peso del elemento y con el peso de las tierras de relleno de zanja en las zonas de colector.

3.3. CLIMATOLOGÍA

El clima de la provincia de Valladolid, es propio de la Meseta Central, en la que se encuentra. Es parecido al clima mediterráneo típico, pero con características de climas continentales, de temperaturas más extremas. Este clima no recibe la influencia del mar, motivo por el cual las temperaturas son las más extremas de España, veranos con mucho calor e inviernos bastante fríos, con una oscilación de 18° C. La estación estival es la más seca y se superan con gran frecuencia los 30° C, alcanzándose esporádicamente más de 35° C. Sin embargo, en invierno es frecuente que las temperaturas bajen de los 0° C, produciéndose heladas en las noches despejadas de nubes y nevadas esporádicas.

Las precipitaciones siguen un patrón muy parecido al del clima mediterráneo típico, y están entre los 400 – 600 mm, con un máximo durante el otoño y la primavera. Las precipitaciones en Valladolid llegan de una manera suave y a lo largo de varios días, lo que favorece al campo. La menor influencia del mar, no obstante, hace que sea un clima más seco que el típico. En la provincia de Valladolid, el clima mediterráneo continental presenta unas temperaturas de aproximadamente de dos a cinco grados más altas que en el resto de las zonas con este clima, motivado principalmente por la escasez de montañas que presenta y por la altitud, la cual está comprendida ente 50 y 200 metros menos de media que el conjunto de Castilla y León. Por lo tanto, Valladolid tiene el clima más confortable de toda la meseta norte, con una temperatura media anual de 14 ° C.

3.4. SISMICIDAD

De acuerdo con la "Norma de Construcción Sismorresistente (NCSE-02)" actualmente en vigor, la cual regula por medio del Mapa de Peligrosidad Sísmica, aquellas zonas del territorio en el que es de aplicación obligatoria la citada Norma. En dicho Mapa (ver *Fig. 2.1. Mapa de Peligrosidad Sísmica* de NCSE-02), figura la aceleración sísmica básica "a_b", que es un valor característico de la aceleración horizontal de la superficie del terreno, y el coeficiente de contribución, que tiene en cuenta la influencia de los distintos tipos de terremotos esperados de acuerdo con la peligrosidad sísmica en cada punto.

De acuerdo con el apartado 1.2.3. de la citada Norma, no es necesaria su aplicación en las edificaciones de importancia normal o especial cuando la aceleración sísmica básica a_b sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.

De acuerdo con el Mapa de Peligrosidad Sísmica incluido anteriormente, la zona estudiada se localiza en una zona de intensidad baja, con valor de la aceleración sísmica básica inferior a 0,04 g, por lo que no es necesario considerar las acciones sísmicas sobre las estructuras proyectadas.

A efectos de esta Norma, la futura construcción queda clasificada como de *Importancia Especial* (aquellas cuya destrucción por el terremoto, pueda interrumpir un servicio imprescindible o dar lugar a efectos catastróficos).

Teniendo en cuenta las características de los materiales encontrados en la zona objeto de estudio, nos encontramos en *Terrenos Tipo III* (suelo granular de compacidad media; Coeficiente C = 1,6) y *Terrenos Tipo II* (suelos granulares densos y cohesivos duros; Coeficiente C = 1,3).

4. CARACTERISTICAS GEOLOGICAS GENERALES DE LOS MATERIALES

La zona estudiada se encuentra en su práctica totalidad sobre el casco urbano de Tudela de Duero.

En los momentos de la realización de las prospecciones de campo realizadas para la redacción del presente Estudio Geológico – Geotécnico la zona, presenta una topografía variable, desde zonas subhorizontales (pendiente <1°) a zonas con pendientes moderadas en los escarpes entre terrazas y en las zonas con vista al cauce del río Duero, donde las pendientes son ligeramente superiores llegando incluso hasta los xx en el escarpe del río al inicio del trazado.

Se puede subdividir el trazado del colector en los siguientes tramos en función de la litología de los materiales por los que atraviesa:

Tramo 1, desde inicio en PB-1 hasta 0+040

Llanura de inundación del río Duero

De 0,0 m a 0,3 – 0,5 m.	SUELO VEGETAL arenoso con alguna grava dispersa.
De 0,0 m a 6,0 – 7,0 m	ARENAS LIMOSAS, de color ocre, poco compactas.
A partir de 6,0 – 7,0 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Tramo 2, de 0+040 a 0+080

Escarpe del valle fluvial.

A partir de 0,0 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas bajo un nivel superior de suelo vegetal de poca entidad.

Tramo 3, de 0+080 a 0+430

Terraza fluvial

De 0,0 m a 0,3 – 0 5 m	SUELO VEGETAL, arenoso de color marrón oscuro. Nivel de rellenos en zonas urbanizadas. (el cual puede alcanzar mayor potencia)
De 0,3 – 0,5 m a 3,0 – 4,5 m	GRAVAS Y ARENAS cuarciticas de color ocre y blanquecino.
A partir de 3,0 – 4,5 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Tramo 4, de 0+430 a 0+510

Terraza fluvial (Vaguada vertiente al río Duero)

De 0,0 m a 0,3 – 2,0 m	SUELO VEGETAL arenoso de color oscuro y RELLENOS, materiales removilizados por la acción humana para la urbanización y nivelación de la zona.
De 0,3 – 2,0 m a 2,0 m – 3,0 m	GRAVAS Y ARENAS, ARENAS LIMOSAS de color ocre, poco compactas.
De 2,0 – 3,0 m a 2,0 – 5,0 m	ARENAS LIMOSAS, de color ocre, poco compactas.
A partir de 2,0 – 5,0 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Tramo 5, de 0+510 a 1+255

Terraza fluvial

De 0,0 m a 0,3 – 1,0	SUELO VEGETAL arenoso de color marrón y nivel de rellenos en zonas urbanizadas.
De 0,3 – 1,0 a 3,0 – 4,0 m	GRAVAS Y ARENAS cuarciticas, bastante densas.
A partir de 3,0 – 4,0 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Tramo 6, de 1+255 a 1+430 (inicio de pasarela)

Terraza fluvial

De 0,0 a 0,5 - 3,5 m	ARENAS LIMOSAS, de color ocre.
De 0,5 – 3,5 m a 2,0 – 5,0 m	GRAVAS Y ARENAS cuarciticas, bastante densas.
A partir de 2,0 – 5,0 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Tramo 7, de 1+430 a 1+570 (Pasarela sobre el río Duero)

Colector adosado a pasarela peatonal ya construida.

Tramo 8, de 1+570 a 1+890 (Final de trazado).

Camino junto al cauce del río Duero.

De 0,0 m a 0,3 – 1,0 m *4,0 m en el punto final*	RELLENOS, materiales removilizados para la reejecución de paseo peatonal e instalación de redes de servicios ya existentes.
A partir de 0,3 -1,0 y de 4,0 m *en el punto final*	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

5. GEOTECNIA DEL TRAZADO

5.1. ESTRATIGRAFÍA Y CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

A continuación se exponen las características geológico-geotécnicas observadas en los materiales existentes a lo largo del trazado, en función de propiedades fisicomecánicas y su comportamiento frente a la excavabilidad y estabilidad de la zanja.

Los datos que se han utilizado para establecer dicha caracterización geológico-geotécnica proceden tanto de la información bibliográfica existente, como del análisis de los datos obtenidos en campo sobre afloramientos, sondeo, calicatas, ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H., así como de los ensayos de laboratorio sobre las muestras tomadas.

CAPAS A Y B) SUELO VEGETAL Y RELLENOS

En las calicatas y sondeo realizados se ha localizado la existencia de un nivel superior de suelo vegetal arenoso de tonos oscuros el cual en las zonas urbanizadas se encontrará parcialmente alterado y sustituido en ocasiones por los materiales que forman el firme de los viales y plazas, así como terrenos ganados al cauce del río Duero.

Estos conjuntos en agrupación presenta potencias del orden de 0,3 – 0,5 m, s bien pueden alcanzar potencias muy elevadas en punto excepcionales, tales como rellenos junto al talud del río, vaguada de pozo de bombeo nº 2, actuaciones para instalación de colectores y pozos de bombeo ya ejecutados, etc…

Este nivel deberá ser eliminado o recompactado convenientemente en su totalidad para la realización de los elementos de cimentación.

Estabilidad de la zanja. Paredes inestables a medio plazo. En el caso de la realización de la cimentación de los pozos de bombeo el nivel deberá ser ataluzado al objeto de evitar pequeños descendimientos al fondo de la excavación.

CAPA C) ARENAS LIMOSAS

Bajo los niveles de suelo vegetal y rellenos aparecen los materiales pertenecientes a los depósitos aluviales del río Duero, formados por un nivel de arenas limosas de color ocre y por un nivel de gravas y arenas. El nivel de arenas limosas se ha localizado en la zona de inicio de colector en el pozo de bombeo nº 1 bajo el nivel de suelo vegetal, en la zona de pozo de bombeo 2 bajo el nivel de gravas y arenas y junto a la pasarela peatonal sobre el nivel de gravas y arenas.

En el primer punto presenta una potencia incluso superior a 5,0 m, en el segundo punto incluso superior a 2,0 m y junto a la pasarela desde 0,5 m a 3,0 m.

En base a los resultados de los ensayos realizados (ver Anejo II), podemos considerar como representativos para esta capa, los siguientes parámetros geotécnicos:

Porcentaje de finos (limos y arcillas, < tamiz nº 200) = 15,4 – 71,3 %

Porcentaje de arenas (material comprendido entre tamiz nº 4 y nº 200) = 28,7 - 84,2 %

Porcentaje de gravas (> tamiz nº 4) = 0 %

Plasticidad: Límite líquido = No plástico a 26,9

Índice de plasticidad = No plástico a 9,8

Resistencia a la penetración dinámica tipo D.P.S.H. (S.P.T.) N_{20} = 0 – 19

Contenido en sulfatos: 0,02 %

Clasificación Casagrande = CL, SM

Clasificación A.A.S.H.T.O. = A-4 y A-2-4

Índice de grupo = 0 a 7

En base a las correlaciones más habituales podemos considerar representativos los siguientes parámetros geotécnicos:

- Cohesión (C) = 0,0 – 0,1 Kp/cm²
- Ángulo de rozamiento interno (ϕ) = 20 - 25°
- [1]Módulo de deformación (E) = 10 - 150 Kp/cm²
- [2]Coeficiente de Poisson (μ) ≈ 0,30

---

1 Valores teóricos obtenidos de tablas [COAM, Cimentaciones (3ª edición) y Geotecnia y Cimientos (2ª edición)]

2 Valores teóricos obtenidos de tablas [COAM, Cimentaciones (3ª edición) y Geotecnia y Cimientos (2ª edición)]

A partir de datos existentes en la literatura geotécnica especializada (Documento Básico SE-C Cimientos) a estos materiales se les puede asignar un coeficiente de balasto (K_{30}) del orden de 10 MN/m^3, correspondientes a una grava arenosa.

La excavabilidad de estos materiales es fácil mediante maquina retroexcavadora convencional.

Estabilidad de la zanja. Paredes estables durante un periodo lógico de ejecución de las obras, en ausencia de nivel freático, con presencia de nivel freático paredes inestables.

CAPA D) GRAVAS Y ARENAS.

Estos materiales conforman la litología característica de las terrazas fluviales de la zona, están formados por gravas y arenas, por lo general bastante densas aunque puntualmente su compacidad es inferior en algunos tramos, en especial en aquellos afectador por la presencia del nivel freático.

Estos materiales conforman varios niveles de terrazas, si bien las características del conjunto son bastante similares de unos puntos a otros. Aparecen bajo el nivel de suelo vegetal

y rellenos en la mayor parte del trazado de la margen izquierda del río y puntualmente en superficie junto a la pasarela peatonal.

En base a los resultados de los ensayos realizados (ver Anejo II), podemos considerar como representativos para esta capa, los siguientes parámetros geotécnicos.

Porcentaje de finos (limos y arcillas, < tamiz nº 200) = 3,1%

Porcentaje de arenas (material comprendido entre tamiz nº 4 y nº 200) = 59,0%

Porcentaje de gravas (> tamiz nº 4) = 27,9 %

Plasticidad: Límite líquido =No plástico

Índice de plasticidad = No plástico

Contenido en sulfatos ($SO_4^=$) = 0,01 %

Resistencia a la penetración dinámica tipo D.P.S.H., N_{20} = 9 – > 30

Clasificación Casagrande = SP

Clasificación A.A.S.H.T.O. = A-1-b

Índice de grupo = 0.

PG-3 = Seleccionado

En base a las correlaciones mas habituales empleadas en geotecnia podemos considerar como representativos los siguientes parámetros geotécnicos obtenidos a partir de los ensayos realizados.

- Cohesión (C) = 0,00 Kp/cm²
- Angulo de rozamiento interno (ϕ) = 35° – 40°
- [1]Módulo de deformación (E) = 300 - 400 Kp/cm²
- [2]Coeficiente de Poisson (μ) ≈ 0,30

---

1 Valores teóricos obtenidos de tablas [COAM, Cimentaciones (3ª edición) y Geotecnia y Cimientos (2ª edición)]

2 Valores teóricos obtenidos de tablas [COAM, Cimentaciones (3ª edición) y Geotecnia y Cimientos (2ª edición)]

A partir de datos existentes en la literatura geotécnica especializada (Documento Básico SE-C Cimientos) a estos materiales se les puede asignar un coeficiente de balasto (K_{30}) de entre 70-300 MN/m^3, correspondientes a una grava arenosa, en función de la compacidad del nivel.

La excavabilidad de estos materiales es fácil a moderada mediante retroexcavadora convencional, únicamente los rendimientos pudieran ser ligeramente inferiores en aquellos tramos en los cuales la presencia de carbonatos haya producido algunos encostramientos del nivel.

Estabilidad de la zanja. Inestables.

CAPA E) ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS

Nivel encontrado por lo general a partir de 3,0 y 5,0 m de profundidad en la mayor parte del trazado y de 0,5 -- 1,0 m en la margen derecha del cauce del río Duero. La potencia de esta capa puede considerarse como superior a 50 m, suficiente como para no considerar otros materiales subyacentes afectados por los futuros elementos, cualquiera que sea su tipología.

Litologicamente este nivel está formado por arenas arcillosas y arcillas arenosas, con algún tramo de poca potencia de niveles netamente arenosos, o bien con algunas gavas dispersas.

En este nivel se han realizado tres pruebas S.P.T. que han dado los siguientes resultados:

1)	S.P.T. (P.A.)	5,50-6,10 m	(S-1)	50 R
2)	S.P.T. (P.A.)	7,50-8,10 m	(S-1)	37 R
3)	S.P.T. (P.A.)	2,00-2,60 m	(S-3)	50 R

Los resultados obtenidos muestran un valor de golpeo correspondiente a suelos compactos (> 50 Rechazo; Tabla D.23 del D.B. SE-C Cimientos).

En base a los resultados de los ensayos realizados (ver Anejo II), podemos considerar como representativos para esta capa, los siguientes parámetros geotécnicos.

Porcentaje de finos (limos y arcillas, < tamiz nº 200) = 43,3 – 72,9 %
Porcentaje de arenas (material comprendido entre tamiz nº 4 y nº 200) = 56,7 – 27,1 %
Porcentaje de gravas (> tamiz nº 4) = 0 %
Plasticidad: Límite líquido = 23,0 – 38,1
Índice de plasticidad = 8,7 a 21,5
Contenido en sulfatos ($SO_4^{=}$) = 0,06 %
Humedad natural= 12,79 – 15,64 %
Densidad seca (γ) = 1,86 – 1,88 g/cm^3
Resistencia a la penetración dinámica standard (S.P.T.) N_{30} > 37 R
Resistencia a la penetración dinámica tipo D.P.S.H. N_{20} > 20 R
(Rechazo en los niveles inferiores).
Resistencia a compresión simple = 6,3 – 6,2 Kp/cm^2
Clasificación Casagrande = CL y SC.
Clasificación A.A.S.H.T.O. = A-4 y A-6
Índice de grupo = 2 y 12

En función de los valores medios obtenidos en los ensayos y de las correlaciones habituales en mecánica de suelos podemos considerar representativos los siguientes parámetros geotécnicos:

- Cohesión (C) = 0,0 – 1,7 Kp/cm²
- Angulo de rozamiento interno (ϕ) = 22° - 27
- [1]Módulo de deformación (E) ≥ 250 Kp/cm²

[2]Coeficiente de Poisson (μ) ≈ 0,30

---

1 Valores teóricos obtenidos de tablas [COAM, Cimentaciones (3ª edición) y Geotecnia y Cimientos (2ª edición)]

3 Valores teóricos obtenidos de tablas [COAM, Cimentaciones (3ª edición) y Geotecnia y Cimientos (2ª edición)]

A partir de datos existentes en la literatura geotécnica especializada (Documento Básico SE-C Cimientos) a estos materiales se les puede asignar un coeficiente de balasto (K_{30}) de entre 60-200 MN/m^3, correspondientes a una arcilla dura.

La excavabilidad de estos materiales es fácil a moderada mediante retroexcavadora convencional., aumentando la compacidad del terreno por lo general con la profundidad.

Estabilidad de la zanja. Debido al alto porcentaje de arcillas y limos que encontramos en esta capa, las paredes de las zanjas se estiman estables incluso por debajo del nivel freático con la excepción de aquellos tramos en los que el conjunto presente un elevado contenido en arenas.

5.2. EXCAVABILIDAD

A partir de los reconocimientos y prospecciones realizadas, todos los materiales existentes a lo largo del trazado estudiado, serán excavables mediante medios mecánicos convencionales.

5.3. ESTABILIDAD DE LA ZANJA

Dadas las características geológico-geotécnicas de los materiales del trazado, la estabilidad de la zanja es adecuada para excavaciones subverticales realizadas sobre los conjuntos de arenas limosas de arenas arcillosas y arcillas arenosas, siempre y cuando estos

materiales no estén afectados por el nivel freático. Por el contrario el conjunto de gravas y arenas es inestable.

Podemos distinguir por lo que a estabilidad de la zanja se refiere 4 zonas:

En margen izquierda del río, en inicio de trazado, sobre arenas limosas, poco compactas, estables para taludes 1H/2V.

En escarpe del río Duero en margen izquierda y sobre el paseo peatonal (Calle Solana Alta la zanja se ejecutará sobre un suelo vegetal y materiales de relleno el cual presenta una potencia de 0,3 – 1,0 m y bajo este aparece el nivel de arenas arcillosas y arcillas arenosas. En estos tramos la zanja es estable para taludes 1H/1V sobre el nivel de rellenos y suelo vegetal y para taludes subvertícales en el nivel de arenas arcillosas y arcillas arenosas. Cabe mencionar que el colector en margen izquierda se instalara sobre la zanja ya ejecutada para la instalación del actual colector.

En zona de plaza del Álamo (bombeo 2) el colector y pozo de bombeo se ejecutarán sobre rellenos en el nivel superior y sobre gravas y arenas y arenas limosas en los niveles inferiores. En el nivel superior (rellenos) la zanja se considera estable para taludes 1H/2V y en el nivel inferior de gravas y arenas 1H/1V.

El resto del trazado del colector se ejecutará sobre suelo vegetal y rellenos en superficie y bajo estos gravas y arenas, en este caso la zanja se considera estable para taludes 1H/1V en el nivel de rellenos y 1H/2V en los niveles de arenas limosas y gravas y arenas.

En las zonas del trazado plenamente urbanizadas o bien en las zonas en las cuales se afecte al nivel freático será necesaria la entibación de la zanja, en cualquier caso se deberá seguir la normativa vigente para trabajos en el fondo de zanjas.

5.4. RELLENO DE LA ZANJA

Antes de proceder al relleno de la zanja será necesaria la preparación de la explanada sobre la que se asentará la cama de apoyo de la conducción. En el caso de que exista agua acumulada en su fondo, será necesaria su extracción mediante drenaje o bombas de achique.

5.5. AGRESIVIDAD DEL TERRENO

De los análisis del agua subterránea, se obtienen los valores siguientes:

Ph= 7,47
Contenido en sulfatos ($SO_4^{=}$) = 303 mg/l
Contenido en magnesio (Mg^{++}) = 9,3mg/l
Amonio (NH_4^{+}) = < 0,64 mg/l
Residuo seco 110º = 1336 mg/l
Anhídrido carbónico libre (CO_2) = 18,0 mg/l.

De las muestras de suelos tomadas en las calicatas y sondeo, el contenido en sulfatos obtenido es $\leq$ 0,06 mg/kg.

En base a los análisis de agresividad realizados tanto se deduce que los suelos no son agresivos frene al hormigón, por el contrario el agua del nivel freático es débilmente agresiva (Q_a), por lo cual los elementos estructurales de hormigón en contacto con el agua del nivel freático deberán estar confeccionados con hormigón resistente a los agentes químicos. Según la instrucción EHE será necesario emplear un contenido mínimo en cemento de 325 Kg/m^3, una máxima relación agua/cemento de 0,5 y para lo cual se supone una resistencia mínima de 30 N/mm^2.

6. UTILIZACION DE LOS MATERIALES

Según el actual PG-3, correspondiente al *Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes*, a los materiales que se utilicen como relleno de zanjas para instalación de tuberías, les serán aplicables las prescripciones de rellenos localizados contenidas en el apartado 332 esto es los materiales deberán ser suelos seleccionados o adecuados.

Dada la zona por la cual discurrirá el nuevo colector los materiales de relleno de zanja en zonas no urbanas el relleno de esta zanja se podrá realizar con materiales procedentes de la propia excavación.

Los materiales del conjunto de gravas y arenas se clasifican como suelos seleccionados, mientras que por el contrario el resto de materiales se pueden clasificar como suelos tolerables.

Así pues consideramos que el relleno de la zanja se puede realizar con materiales de la propia excavación en las zonas no urbanizadas del trazado, por el contrario en las zonas urbanizadas este relleno se deberá efectuar con materiales adecuados o seleccionados (son validos como suelos seleccionados los materiales del conjunto de gravas y arenas), para posteriormente colocar sobre este relleno el paquete de firmes del los viales, en zonas



7. CIMENTACION

Teniendo en cuenta las características geológico-geotécnicas del terreno y las características previstas de los futuros elementos, serán las capas **C** (arenas limosas), **D** (gravas y arenas) y E (arenas arcillosas y arcillas arenosas), las que van a servir de apoyo a la cimentación de los futuros elementos. A continuación se obtienen los valores de cálculo paras dicha capas, con vistas a su utilización en el diseño de la cimentación.

Como ya se comentó anteriormente, las calicatas, ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H. y sondeo se han realizado a la cota actual del terreno, la cual queda definida en los perfiles litológicos adjuntos a este informe (Ver anejo I, Perfiles litológicos).

7.1. CAPACIDAD PORTANTE (CARGA ADMISIBLE)

La evaluación de la capacidad portante del terreno viene determinada necesariamente por el tipo de cimentación a diseñar, de las cargas a transmitir y de la cota de apoyo en el terreno.

En este caso, al cimentar tanto sobre la capa C (arenas limosas), como sobre la capa D (gravas y arenas) y sobre la capa E (arenas arcillosas y arcillas arenosas), ocasionalmente si bien no se espera presencia de agua en base a las prospecciones realizadas, el fondo de la excavación podrá estar afectado por la presencia del nivel freático. Por lo tanto, será necesario tener en cuenta este aspecto a la hora de realizar la excavación y el cajeado de la cimentación, colocando bombas de achique en el caso de que se llegará a cortar el nivel freático y considerar la estanqueidad de la excavación y estabilidad de la misma a la hora de realizar los muros de contención de tierras, para cada uno de los pozos de bombeo cabe considerar unos condicionantes específicos en cuanto a la cimentación de estos elementos.

Se conoce como cimentación superficial aquella que transmite las cargas de la estructura a las capas más superficiales del terreno. El elemento estructural de apoyo o transmisión de cargas de cargas de una cimentación superficial puede ser, o bien cimentación mediante *zapatas*, o bien mediante losa armada.

Los tipos de cimentación superficial pueden ser: *zapatas aisladas*, cuando cada pilar de la estructura se apoya sobre una zapata; *zapatas combinadas*, cuando se apoyan dos o más pilares; *zapatas corridas*, cuando la longitud de la zapata es notablemente mayor que su anchura y *losas de cimentación*, cuando el elemento de transmisión de las cargas al terreno tiene unas dimensiones en planta notablemente mayores que su canto o espesor.

En función de su deformabilidad respecto a la del terreno de apoyo, las cimentaciones pueden ser *flexibles* o *rígidas*, según tenga o no importancia el efecto de interacción suelo-estructura.

Métodos para el cálculo de la presión de hundimiento y presión admisible en cimentaciones superficiales, a partir de los ensayos y prospecciones geotécnicas realizadas.

Calculo de la capacidad portante a partir de los ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H.

El calculo la capacidad portante de un terreno se podrá realizar a partir de los resultados obtenidos en los ensayos de penetración dinámica tipo D.P.S.H. realizados: Una vez elegido el terreno de cimentación, se calcula la resistencia dinámica del terreno mediante la fórmula de los Holandeses (con coeficiente de seguridad igual a la unidad) y de aquí la carga admisible, teniendo en cuenta si se trata de cimentaciones superficiales o profundas.



Los valores, como se comenta en el párrafo anterior, se han deducido partiendo de la fórmula de los Holandeses, de la siguiente manera:

$$R_d = \frac{M^2 \cdot H}{e\,(M + P)\,A}$$

R_d	=	Resistencia dinámica en Kg/cm²
M	=	Peso de la maza en Kilogramos
H	=	Altura de caída de la maza
e	=	Penetración en cm/número de golpes
P	=	Peso de varillas en Kilogramos
A	=	Sección de la puntaza en cm²

Para cimentaciones superficiales, zapatas, losa, o muros de carga en medios homogéneos, puede aplicarse una carga de trabajo (sin minorar):

$$\sigma = R_d/20$$

Calculo de la capacidad portante a partir de los ensayos de penetración dinámica standard.

A partir de los ensayos de penetración standard aplicando a suelos granulares resultará una capacidad portante según Terzaghi y Peck:

$$Q_{adm} = N\ S\ x\ ((B+0.3)/B)^2$$

N = Valor obtenido en los ensayos de penetración dinámica standard (S.P.T.)

S = Asiento en pulgadas

B = Ancho de la cimentación

Coeficiente de seguridad frente al hundimiento

El coeficiente de seguridad frente al hundimiento F_h se calcula dividiendo la presión vertical de hundimiento P_{vh} por la presión vertical que actúa sobre el terreno P_v.

$$F_h = \frac{P_{vh}}{P_v}$$

Los coeficientes de seguridad frente al hundimiento dependen de las acciones del terreno sobre los cimientos. Según su permanencia en el tiempo las acciones se clasifican en: *permanentes*, *variables* o *accidentales*. En las acciones permanentes y accidentales se consideran el valor *característico* o principal. En las acciones variables se consideran: el valor *de combinación* (cuando actúa con otra acción variable), el valor *frecuente* (5 % del tiempo), y el valor *casi permanente* (>50 % del tiempo). Por último, las situaciones de *corto plazo* son aquellas en las que el terreno presenta presiones intersticiales elevadas debidas a la aplicación reciente de cargas al terreno que no han permitido su disipación.

Según el Ministerio de Fomento (2003), los coeficientes de seguridad mínimos frente al hundimiento para cimentaciones superficiales serían los siguientes:

COMBINACIÓN DE ACCIONES	COEFICIENTE DE SEGURIDAD
Casi permanente	$F_1 \geq 3,0$
Característica	$F_2 \geq 2,6$
Accidental	$F_3 \geq 2,2$

Para una combinación de acciones casi permanente y de corto plazo se adoptaría el coeficiente de seguridad F_3 (3).

La presión de servicio P_{sv} es un valor representativo de las presiones verticales P_v que se producen en las diferentes situaciones de proyecto que corresponden a determinada combinación de acciones.

- **Cimentación superficial:**

En el conjunto de la obra proyectada se proyecta llevar a cabo la construcción de tres pozos de bombeo a lo largo de trazado del nuevo colector.

En el siguiente cuadro se indica la litología existente en cada uno de los puntos de ubicación de los pozos de bombeo:

POZO Nº	UBICACIÓN (P.K. DEL TRAZADO)	PROSPECCIONES REALIZADAS EN LA ZONA	COTA DE CIMENTACION PREVISTA	COTA	LITOLOGIA Y PROFUNDIDADE DE NIVEL FREATICO
1	0+000	Calicata nº 6 y ensayo de penetración dinámica tipo D.P.S.H. Nº 3 *Ambos realizados en el año 2008*	3,5 – 4,0 m	0,0 m a 0,3 m	SUELO VEGETAL arenoso con alguna grava dispersa de color marrón.
				De 0,3 m a 6,0 – 6,5 m	LIMOS ARENOSOS, poco compactos de color ocre amarillento. (N.F. estimado a 3,5 4,0 m)
				A partir de 6,0 – 6,5 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.
2	0+496	Ensayo de penetración dinámica tipo D.P.S.H. Nº 2 (2008) y sondeo nº 1 2(2012)	4,5 – 5,0 m	0,0 m a 0,3 – 2,0 m	SUELO VEGETAL, RELLENOS
				De 0,3 – 2,0 m a 2,0 – 3,0 m	GRAVAS Y ARENAS, medianamente densas. (N.F. 5,7 m)
				De 2,0 – 3,0 m a 2,0 – 5,0 m	ARENAS LIMOSAS, poco compactas
				A partir de 2,0 -5,0 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS
3	1+880 POZO YA REALIZADO	Ensayo de penetración dinámica tipo D.P.S.H. Nº 3 (2012)	3,5 - 4,0 m	De 0,0 m a 1,0 y 4,0 m en el punto final del tramo	RELLENOS, cantos arenas, arcillas arenas, materiales removilizados, etc.
				A partir de 1,0 – 4,0 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Para el calculo de la capacidad portante del terreno en cada uno de los puntos de emplazamiento de los pozos de bombeo se emplean los resultados obtenidos en los ensayos de penetración dinamia tipo D.P.S.H contrastados con la litología observada en las calicatas y sondeo y los métodos expuestos en el apartado anterior, con lo cual obtenemos para las tipologias de cimentación definidas los siguientes resultados, considerando valores de N_{20} indicados y un factor de seguridad F_l=3 a las cotas de cimentación indicadas.

POZO Nº	DIMENSIONES DEL POZO EN PLANTA (supuestas)	CAPACIDAD PORTANTE (profundidad de cimentación)
1	6,0 m x 6,0 m	> 0,5 Kp/cm^2 (3,5 – 4,0 m)
2	6,0 m x 6,0 m	3,5 Kp/cm^2 (4,5 – 5,0 m) Sobre el nivel de arenas arcillosas y arcillas arenosas
3 (Pozo ya ejecutado)	6,0 m x 6,0 m	3,5 Kp/cm^2 (3,5 – 4,0 m) Sobre el nivel de arenas arcillosas y arcillas arenosas

En el caso del pozo de bombeo nº 1 la capacidad portante del terreno es muy baja, al mismo tiempo que el terreno es susceptible de producir asentamientos que pudieran dañar el futuro pozo de bombeo. Por lo tanto las cargas debidas al pozo de bombeo nº 1 deberán de ser transmitidos al nivel inferior de arenas arcillosas y arcillas arenosas el cual aparece a partir de 6,0 – 6,5 m de profundidad, entre otros, mediante cualquiera de los siguientes métodos.

A) Cimentación profunda mediante pilotes

En este caso los pilotes deberán atravesar el nivel de arenas limosas y empotrarse en el conjunto de arenas arcillosas y arcillas arenosas al menos hasta una profundidad de 8,0 m bajo la cota del terreno en el momento de realización de las prospecciones de campo.

En base a las prospecciones de campo y ensayos de laboratorio realizados podemos definir los siguientes valores de resistencia unitaria por punta y por fuste para pilotes de

diferentes diámetros. Para el cálculo de las mencionadas resistencias por fuste y por punta utilizamos el método basado en los criterios de Mohr – Culomb partiendo de los parámetros resistentes del terreno (cohesión y ángulo de rozamiento interno) obtenidos estos a su vez de los ensayos realizados y de correlaciones habituales empleadas en geotecnia.

DIAMETRO DEL PILOTE	UNIDAD LITOLOGICA	RESISTENCIA UNITARIA POR FUSTE	RESISTENCIA UNITARIA POR PUNTA
40 cm	ARENAS LIMOSAS	-	No valido
	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS	-	26 Kp/cm^2
50 cm	ARENAS LIMOSAS	-	No valido
	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS	-	25 Kp/cm^2

Las resistencias unitarias por fuste no se consideran debido a la situación del pozo en las cercanías del valle aluvial del río.

B) Ejecución de pozo indio hasta llegar al nivel de arenas arcillosas y arcillas arenosas. Esta solución es mucho mas complicada que la anterior debido a la existencia de un nivel freático conectado directamente con el curso del río Duero. Una vez realizada la excavación se deberá realizar el relleno de la misma mediante material adecuado bien compactado para sobre este disponer la cimentación del pozo de bombeo. La capacidad portante del terreno en este caso varía en función del grado de compactación del material de relleno, siendo la capacidad portante del sustrato inferior de arenas arcillosas y arcillas arenosas de 1,5 Kp/cm^2.

Además de los citados métodos y dada la pequeña entidad de la estructura (pozo de bombeo) y dado que el elemento permite que se produzcan pequeños asientos sin que esto afecte al correcto funcionamiento del mismo, se puede optar por la realización de cualquier otro tipo de solución constructiva que asegure el correcto funcionamiento el mismo.

7.2. ASIENTOS ESTIMADOS

Los asientos admisibles que puede soportar una cimentación sin causar daño significativo a la estructura son variables y dependen de su tipología. No obstante, para estructuras convencionales de hormigón los valores más utilizados son:

- Asiento máximo de zapatas aisladas = 2,5 cm
- Asiento máximo de losas de cimentación = 5 cm
- Asiento diferencial máximo entre apoyos contiguos = L/200 a L/500 en función de la rigidez de la estructura (L = distancia entre apoyos).

La estimación de los asientos se realiza mediante el modelo elástico definido a partir del módulo de elasticidad E y el módulo de Poisson ν.

Cálculos con el modelo elástico

Para el cálculo de los asientos, utilizamos el método elástico y de acuerdo con los parámetros geotécnicos descritos anteriormente y con las cargas supuestas de 0,6 Kp/cm^2 o inferiores, sobre el nivel de arenas arcillosas y arcillas arenosas.

$$H = q.B\,\frac{1-\mu^2}{E_s}\,I_w$$

donde:

H = asiento.

q = sobrecarga a la cota de cimentación.

B = ancho de la cimentación.

μ = coeficiente de Poisson.

I_w = coeficiente función del tipo de zapata y de la distribución de la carga.

E_s = módulo de deformación.

En la siguiente tabla se indican los asientos estimados en base al criterio expuesto y a los valores estimados del modulo de compresibilidad considerando una carga transmitida por unidad de superficie.

POZO Nº	NIVEL SOBRE EL QUE APOYA LA CIMENTACION	MODULO DE COMPRESIBILIAD	ASIENTO ESTIMADO
1	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS	250 Kp/cm^2 (Cimentación mediante pozo indio)	14 mm
2	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS	400 Kp/cm^2	9 mm



8. CONCLUSIONES

A petición de **INCISA,** se ha realizado el estudio del terreno sobre el que se proyecta llevara a cabo la acometida de un colector por la margen izquierda del río Duero en el casco urbano de la localidad de Tudela de Duero (Valladolid), cruzando en su tramo final hacia la margen derecha (calle Solana alta) y conectando con la red actual.

La conducción discurrirá desde la zona del camino de la Reguera, al oeste del casco urbano de Tudela de Duero, en un primer tramo hacia el sur, posteriormente en un segundo tramo hacia el oeste, posteriormente en un tercer tramo en dirección norte hasta llegar a la pasarela peatonal que parte del camino Palacios, cruza por esta hacia la margen derecha del río, discurre por la calle Solana Alta y conecta en el final de esta con un pozo de bombeo que eleva el caudal hacia la red actual.

Según los datos facilitados por el peticionario, se tiene prevista la realización de los siguientes elementos en la zona objeto de estudio:

- Dos pozos de bombeo situados, el primero de ellos en el inicio del colector y el número 2 a una distancia de 463 m del inicio, además el colector finaliza en otro pozo de bombeo ya existente. Desde los pozos parten tramos en impulsión en sentido ascendente hasta pozos de descarga donde conectan con tramos de colector por gravedad.

- Pozos de registro repartidos a lo largo del trazado del nuevo colector.

- Colector en tramos descendentes en el resto del trazado incluido el paso sobre la pasarela.

Para la emisión del presente informe se ha realizado una campaña de prospecciones de campo consistente en la ejecución de tres sondeos a rotación y tres ensayos de penetración dinámica, además de tomarse prospecciones y ensayos realizados en anteriores estudios sobre proyectos similares (3 calicatas y 2 ensayos de penetración dinámica).

Los reconocimientos efectuados ensayos de laboratorio realizados y la experiencia en obras cercanas, han permitido caracterizar adecuadamente el subsuelo de la zona. La investigación así realizada ha permitido inferir las siguientes conclusiones.

Geológicamente la zona estudiada se encuentra situada en el sector central de la Cuenca Continental del Duero, una depresión de origen tectónico que se rellenó durante el Terciario con sedimentos de origen continental, sobre los que existen recubrimientos cuaternarios, principalmente de origen fluvial y aluvial.

La litogia del trazado se puede dividir en los siguientes tramos:

Tramo 1, desde inicio en PB-1 hasta 0+040

Llanura de inundación del río Duero

De 0,0 m a 0,3 – 0,5 m.	SUELO VEGETAL arenoso con alguna grava dispersa.
De 0,0 m a 6,0 – 7,0 m	ARENAS LIMOSAS, de color ocre, poco compactas.
A partir de 6,0 – 7,0 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Tramo 2, de 0+040 a 0+080

Escarpe del valle fluvial.

A partir de 0,0 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas bajo un nivel superior de suelo vegetal de poca entidad.

Tramo 3, de 0+080 a 0+430

Terraza fluvial

De 0,0 m a 0,3 – 0 5 m	SUELO VEGETAL, arenoso de color marrón oscuro. Nivel de rellenos en zonas urbanizadas. (el cual puede alcanzar mayor potencia)
De 0,3 – 0,5 m a 3,0 – 4,5 m	GRAVAS Y ARENAS cuarciticas de color ocre y blanquecino.
A partir de 3,0 – 4,5 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Tramo 4, de 0+430 a 0+510

Terraza fluvial (Vaguada vertiente al río Duero)

De 0,0 m a 0,3 – 2,0 m	SUELO VEGETAL arenoso de color oscuro y RELLENOS, materiales removilizados por la acción humana para la urbanización y nivelación de la zona.

De 0,3 – 2,0 m a 2,0 m – 3,0 m	GRAVAS Y ARENAS, ARENAS LIMOSAS de color ocre, poco compactas.
De 2,0 – 3,0 m a 2,0 – 5,0 m	ARENAS LIMOSAS, de color ocre, poco compactas.
A partir de 2,0 – 5,0 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Tramo 5, de 0+510 a 1+255

Terraza fluvial

De 0,0 m a 0,3 – 1,0	SUELO VEGETAL arenoso de color marrón y nivel de rellenos en zonas urbanizadas.
De 0,3 – 1,0 a 3,0 – 4,0 m	GRAVAS Y ARENAS cuarciticas, bastante densas.
A partir de 3,0 – 4,0 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Tramo 6, de 1+255 a 1+430 (inicio de pasarela)

Terraza fluvial

De 0,0 a 0,5 - 3,5 m	ARENAS LIMOSAS, de color ocre.
De 0,5 – 3,5 m a 2,0 – 5,0 m	GRAVAS Y ARENAS cuarciticas, bastante densas.

A partir de 2,0 – 5,0 m ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Tramo 7, de 1+430 a 1+570 (Pasarela sobre el río Duero)

Colector adosado a pasarela peatonal ya construida.

Tramo 8, de 1+570 a 1+890 (Final de trazado).

Camino junto al cauce del río Duero.

De 0,0 m a 0,3 – 1,0 m *4,0 m en el punto final*

RELLENOS, materiales removilizados para la reejecución de paseo peatonal e instalación de redes de servicios ya existentes.

A partir de 0,3 -1,0 y de 4,0 m *en el punto final*

ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

Podemos distinguir por lo que a estabilidad de la zanja se refiere 4 zonas:

En margen izquierda del río, en inicio de trazado, sobre arenas limosas, poco compactas, estables para taludes 1H/2V.

En escarpe del río Duero en margen izquierda y sobre el paseo peatonal (Calle Solana Alta la zanja se ejecutará sobre un suelo vegetal y materiales de relleno el cual presenta una potencia de 0,3 – 1,0 m y bajo este aparece el nivel de arenas arcillosas y arcillas arenosas. En estos tramos la zanja es estable para taludes 1H/1V sobre el nivel de rellenos y suelo vegetal y

para taludes subverticales en el nivel de arenas arcillosas y arcillas arenosas. Cabe mencionar que el colector en margen izquierda se instalara sobre la zanja ya ejecutada para la instalación del actual colector.

En zona de plaza del Álamo (bombeo 2) el colector y pozo de bombeo se ejecutarán sobre rellenos en el nivel superior y sobre gravas y arenas y arenas limosas en los niveles inferiores. En el nivel superior (rellenos) la zanja se considera estable para taludes 1H/2V y en el nivel inferior de gravas y arenas 1H/1V.

El resto del trazado del colector se ejecutará sobre suelo vegetal y rellenos en superficie y bajo estos gravas y arenas, en este caso la zanja se considera estable para taludes 1H/1V en el nivel de rellenos y 1H/2V en los niveles de arenas limosas y gravas y arenas.

En las zonas del trazado plenamente urbanizadas o bien en las zonas en las cuales se afecte al nivel freático será necesaria la entibación de la zanja, en cualquier caso se deberá seguir la normativa vigente para trabajos en el fondo de zanjas.

El relleno de la zanja se podrá realizar con materiales de la propia excavación en las zonas no urbanizadas del trazado, por el contrario en las zonas urbanizadas este relleno se deberá efectuar con materiales adecuados o seleccionados (son validos como suelos seleccionados los materiales del conjunto de gravas y arenas), para posteriormente colocar sobre este relleno el paquete de firmes del los viales.

Cimentación de los pozos de bombeo:

En la siguiente tabla se indica la situación, prospecciones realizadas en la zona, cota prevista de cimentación y litología en cada uno de los puntos de emplazamiento de los pozos de bombeo.

POZO Nº	UBICACIÓN (P.K. DEL TRAZADO)	PROSPECCIONES REALIZADAS EN LA ZONA	COTA DE CIMENTACION PREVISTA	COTA	LITOLOGIA Y PROFUNDIDADE DE NIVEL FREATICO
1	0+000	Calicata nº 6 y ensayo de penetración dinámica tipo D.P.S.H. Nº 3 *Ambos realizados en el año 2008*	3,5 – 4,0 m	0,0 m a 0,3 m	SUELO VEGETAL arcnoso con alguna grava dispersa de color marrón.
				De 0,3 m a 6,0 – 6,5 m	LIMOS ARENOSOS, poco compactos de color ocre amarillento. (N.F. estimado a 3,5 – 4,0 m)
				A partir de 6,0 – 6,5 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.
2	0+496	Ensayo de penetración dinámica tipo D.P.S.H. Nº 2 (2008) y sondeo nº 1 2(2012)	4,5 – 5,0 m	0,0 m a 0,3 – 2,0 m	SUELO VEGETAL, RELLENOS
				De 0,3 – 2,0 m a 2,0 – 3,0 m	GRAVAS Y ARENAS, medianamente densas. (N.F. 5,7 m)
				De 2,0 – 3,0 m a 2,0 – 5,0 m	ARENAS LIMOSAS, poco compactas
				A partir de 2,0 -5,0 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS
3	1+880 POZO YA REALIZADO	Ensayo de penetración dinámica tipo D.P.S.H. Nº 3 (2012)	3,5 - 4,0 m	De 0,0 m a 1,0 y 4,0 m en el punto final del tramo	RELLENOS, cantos arenas, arcillas arenas, materiales removilizados, etc.
				A partir de 1,0 – 4,0 m	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS, bastante compactas.

A su vez en la siguiente tabla se indica la capacidad portante del terreno en cada uno de los puntos de implantación de los pozos de bombeo y los asientos máximos estimados.

POZO Nº	DIMENSIONES DEL POZO EN PLANTA (supuestas)	CAPACIDAD PORTANTE (profundidad de cimentación)
1	6,0 m x 6,0 m	> 0,5 Kp/cm^2 (3,5 – 4,0 m)
2	6,0 m x 6,0 m	3,5 Kp/cm^2 (4,5 – 5,0 m) Sobre el nivel de arenas arcillosas y arcillas arenosas
3 (Pozo ya ejecutado)	6,0 m x 6,0 m	3,5 Kp/cm^2 (3,5 – 4,0 m) Sobre el nivel de arenas arcillosas y arcillas arenosas

POZO Nº	NIVEL SOBRE EL QUE APOYA LA CIMENTACION	MODULO DE COMPRESIBILIAD	ASIENTO ESTIMADO
1	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS	250 Kp/cm^2 (Cimentación mediante pozo indio)	14 mm
2	ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS	400 Kp/cm^2	9 mm

En el caso de pozo de bombeo nº 1 el nivel de arenas limosas situadas a la cota de cimentación presenta una capacidad portante muy baja, además de ser susceptible de producir elevados asentamientos, es por esto que se recomiendan varias soluciones de cimentación diferentes como son:, bien la realización de cimentación profunda mediante pilotes empotrados en la capa de arenas arcillosas y arcillas arenosas, o bien la realización de una excavación mediante pozo indio y posterior relleno de la excavación con un material que mejore el terreno, para posteriormente colocar sobre este relleno la cimentación del pozo de bombeo.

La capacidad portante (resistencia por punta) del conjunto de arenas arcillosas y arcillas arenosas para cimentación superficial es de 25 Kp/cm^2 para pilotes de 50 cm de diámetro y de 26 Kp/cm^2 para pilotes de 40 cm de diámetro. El coeficiente de seguridad a emplear en el cálculo de las cargas admisibles del terreno será de 3.

Se la localizado la presencia de un nivel freático a una profundidad de 5,7 m en la zona de construcción del pozo de bombeo nº 2 y a una profundidad de 3,2 y 3,9 m en la margen izquierda a lo largo de algunos tramos por los que discurrirá el colector. En principio el nivel freático no afectará a la ejecución de los elementos del colector en estos tramos, por el contrario si es mas problemática la presencia de un nivel conectado con el cauce del río Duero en la zona de inicio del colector (pozo nº 1) el cual se supone situado a una profundidad de 4,5 m y pudiera afectar a la ejecución del pozo, o bien al saneo del terreno bajo cota de cimentación. La presencia de nivel freático en este punto provocará la inestabilidad de la zona, siendo necesaria

la entivación del vaciado y evacuación del agua del nivel freático mediante bombas de achique potentes.

En base a los análisis de agresividad realizados se deduce que el terrenos no agresivos frente al hormigón. Por lo cual no se considere necesario el uso de hormigones especiales (resistentes a los agentes químicos) en la confección de aquellos elementos que vayan a estar en contacto con dichos materiales, por el contrario el agua del nivel freático tomada en la zona de realización del pozo de bombeo nº 2 (P.K. 0+463) presenta una agresividad débil, por lo cual según la instrucción EHE será necesario emplear un hormigón con contenido mínimo en cemento de 325 Kg/m^3, una máxima relación agua/cemento de 0,5 y una resistencia mínima esperada de 30 N/mm^2 para la confección de los elementos en contacto con el nivel freático, si estos existieran.

Este informe consta de 51 páginas numeradas. Las recomendaciones y conclusiones enunciadas en este informe se basan en ensayos puntuales de campo y ensayos de laboratorio. Estos resultados se amplían al resto de la zona por extrapolación de los datos obtenidos.

Valladolid a 22 de mayo de 2012

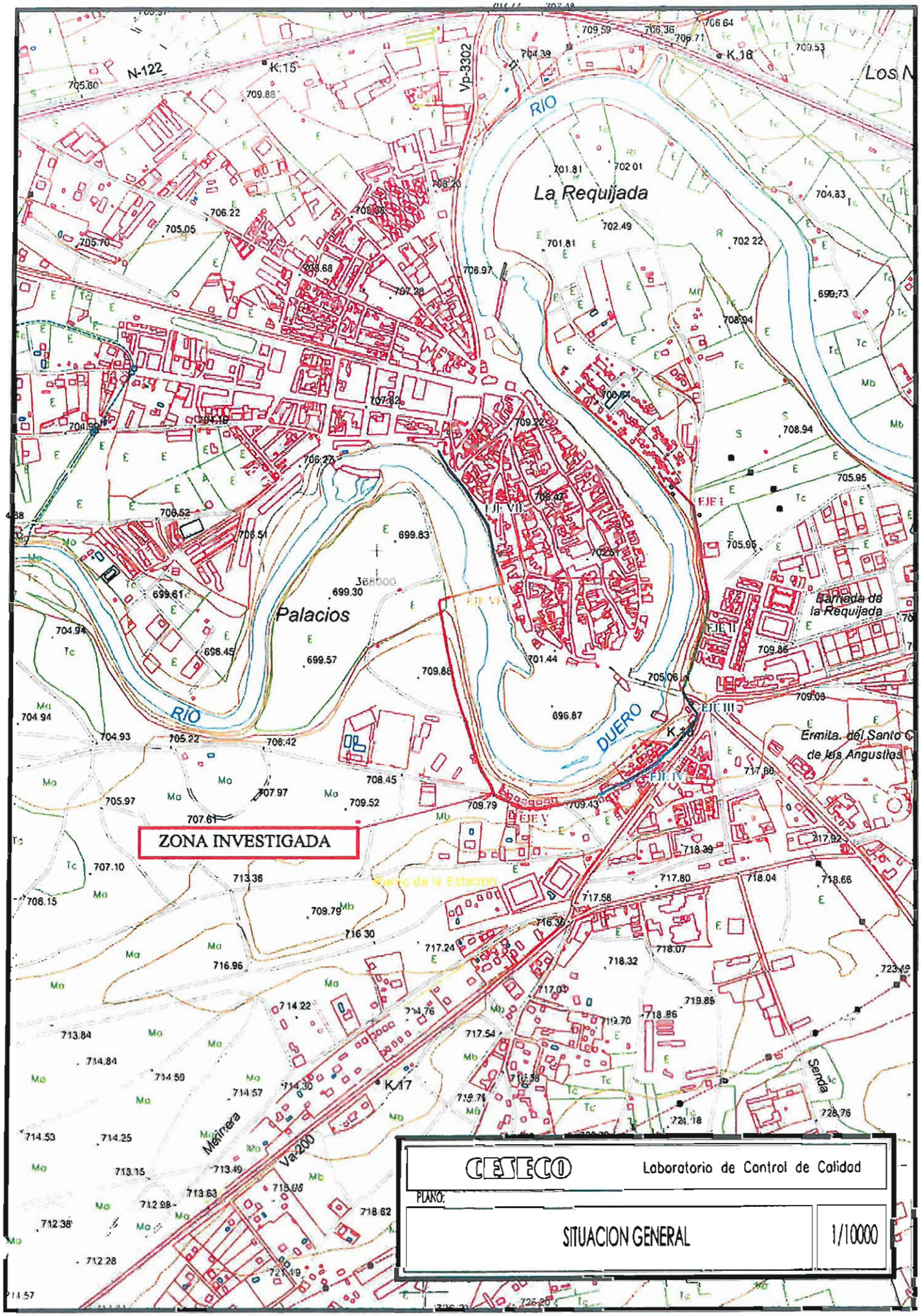
Fdo.: Raúl Herrero Peón
Ing. Técnico de Obras Públicas.
Colegiado nº 15249

Fdo.: Miguel A. Cordobés Alonso
Ldo. en CC. Geológicas
Colegiado nº 4748

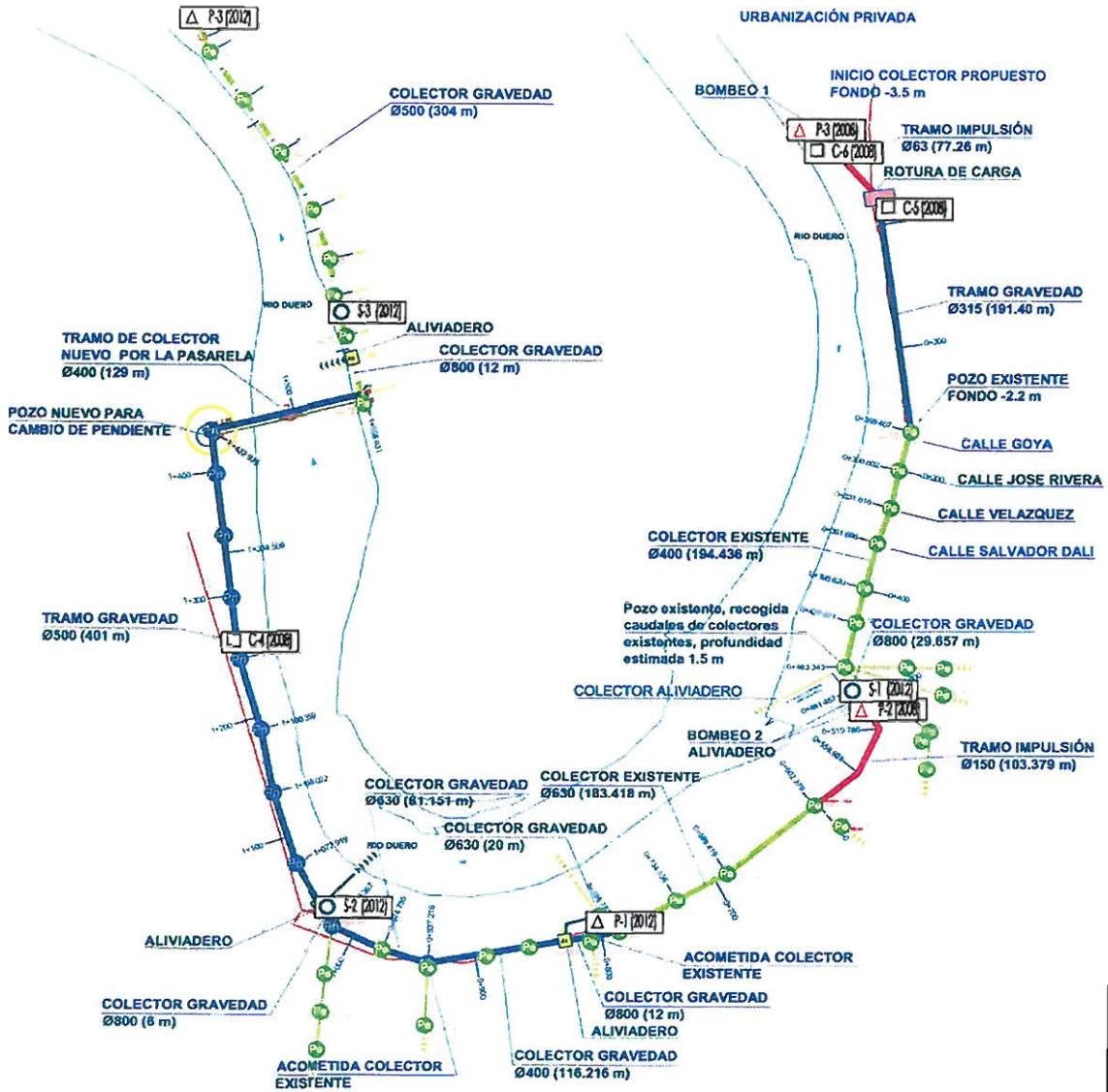
Fdo.: Ignacio López Giménez
Ldo. en CC. Geológicas
Colegiado nº 6.104
Director Técnico.

ANEJO I:
- **PLANOS DE SITUACION**
- **MAPA GEOLOGICO GENERAL**
- **PERFIL LITOLOGICO**

C/. Turquesa. Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com



CESECO	Laboratorio de Control de Calidad
PLANO: SITUACION GENERAL	1/10000



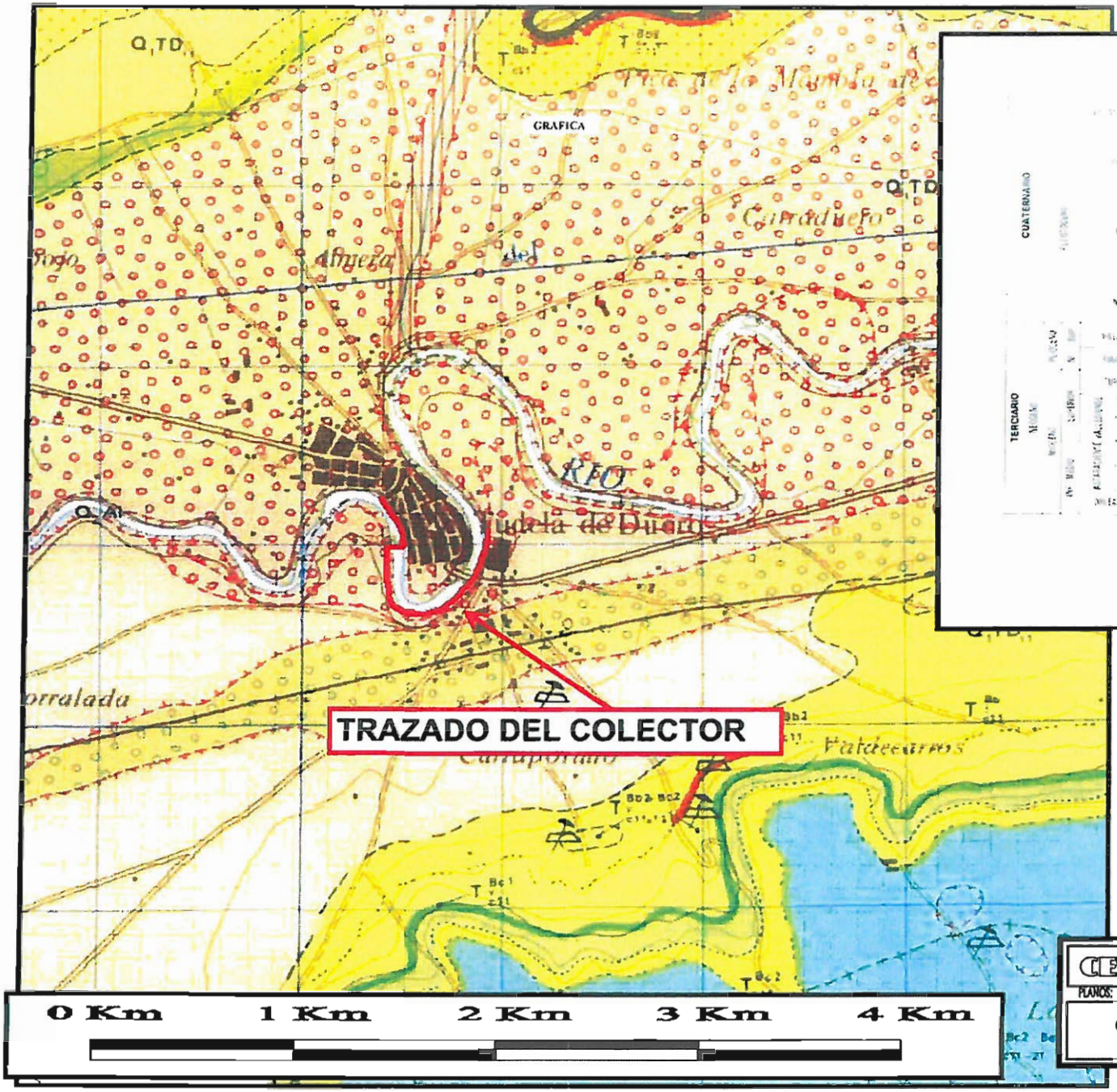
LEYENDA

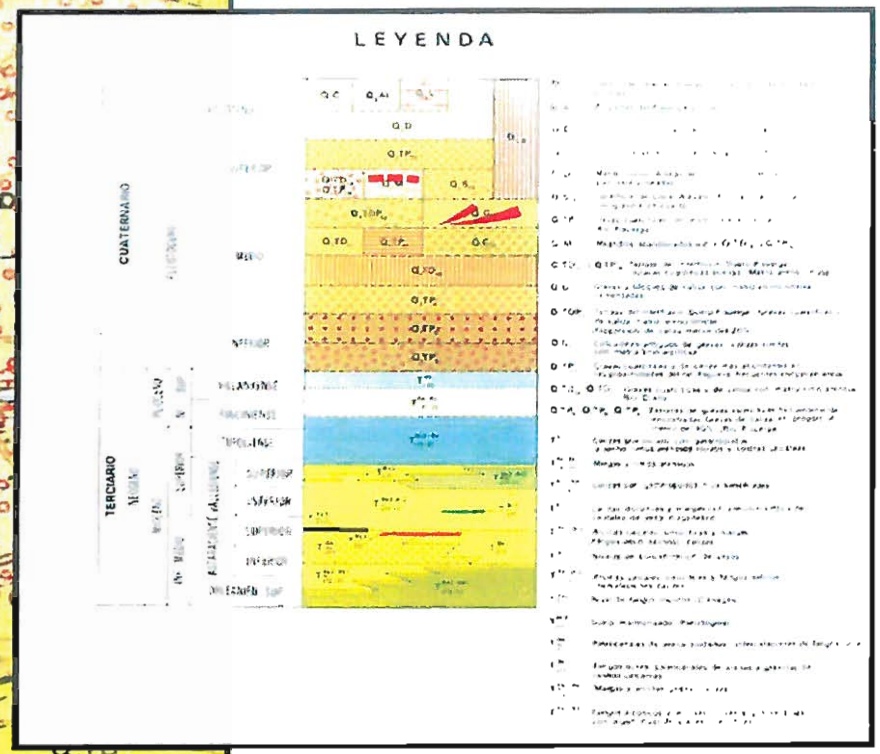
- REGISTRO SANEAMIENTO
- REGISTRO ABASTECIMIENTO
- REGISTRO DESCONOCIDO
- FAROLA
- POSTE
- REGISTRO ELECTRICO
- REGISTRO TELEFONO
- GAS NATURAL
- SUMIDEROS
- TORRE ELECTRICA
- LINEA DE ALAMBRADA
- LINEA DE TERRENO
- LINEA DE EDIFICIO
- LINEA DE CAMINO
- LINEA ELECTRICA

CITESTCO Laboratorio de Control de Calidad	PLANO 1 DE 1
PLANO: SITUACION DE PROSPECCIONES GEOTECNICAS	ESCALA: 1/4000

LEYENDA

- P-2 = ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA Nº 1 (2008)
- P-1 = ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA Nº 1 (2012)
- C-4 = CALICATA Nº 1 (2008)
- S-1 = SONDEO Nº 1 (2012)



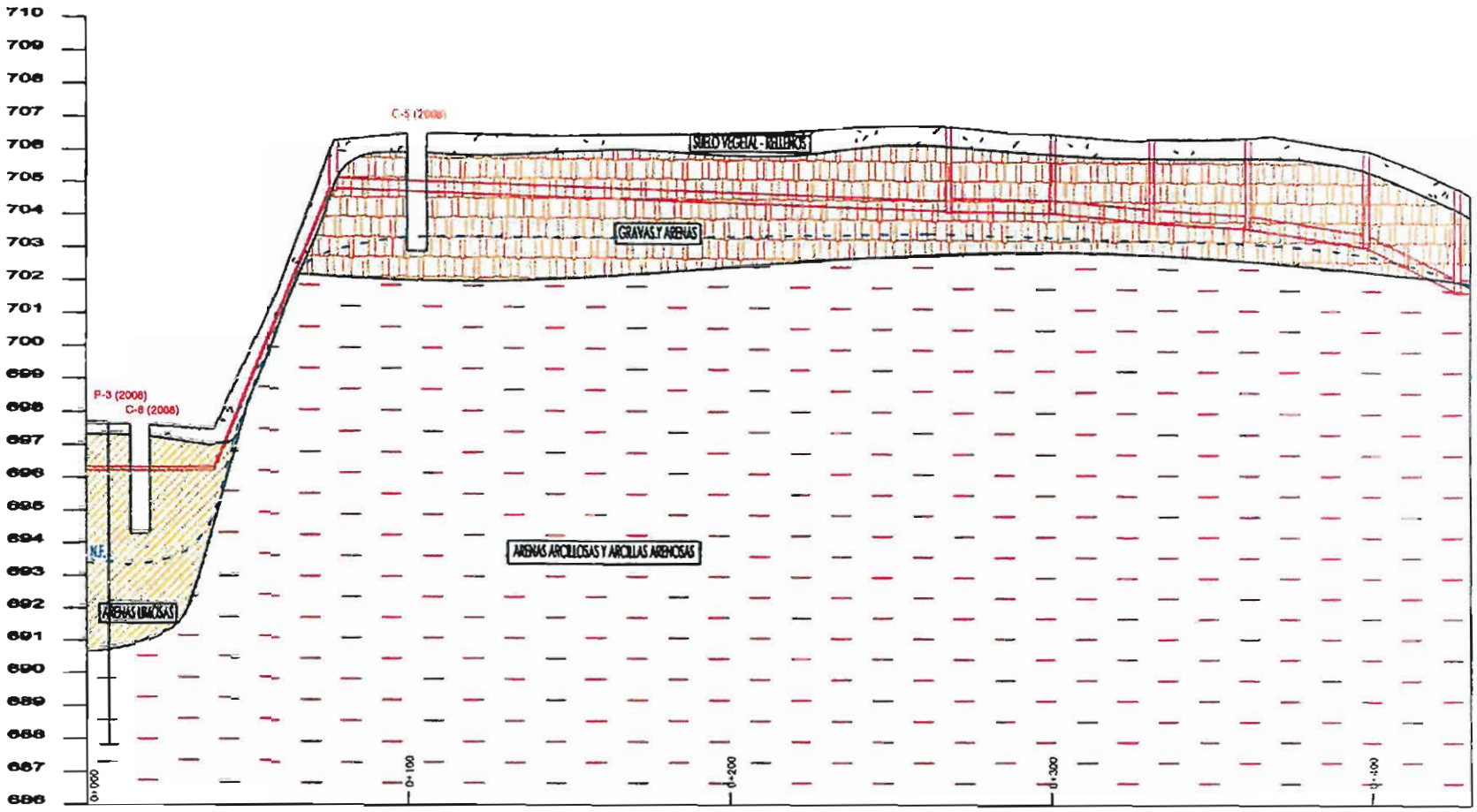


CESECO Laboratorio de Control de Calidad

ESCALA: GRAFICA

PLANOS:

GEOLOGICO NACIONAL 1/50.000

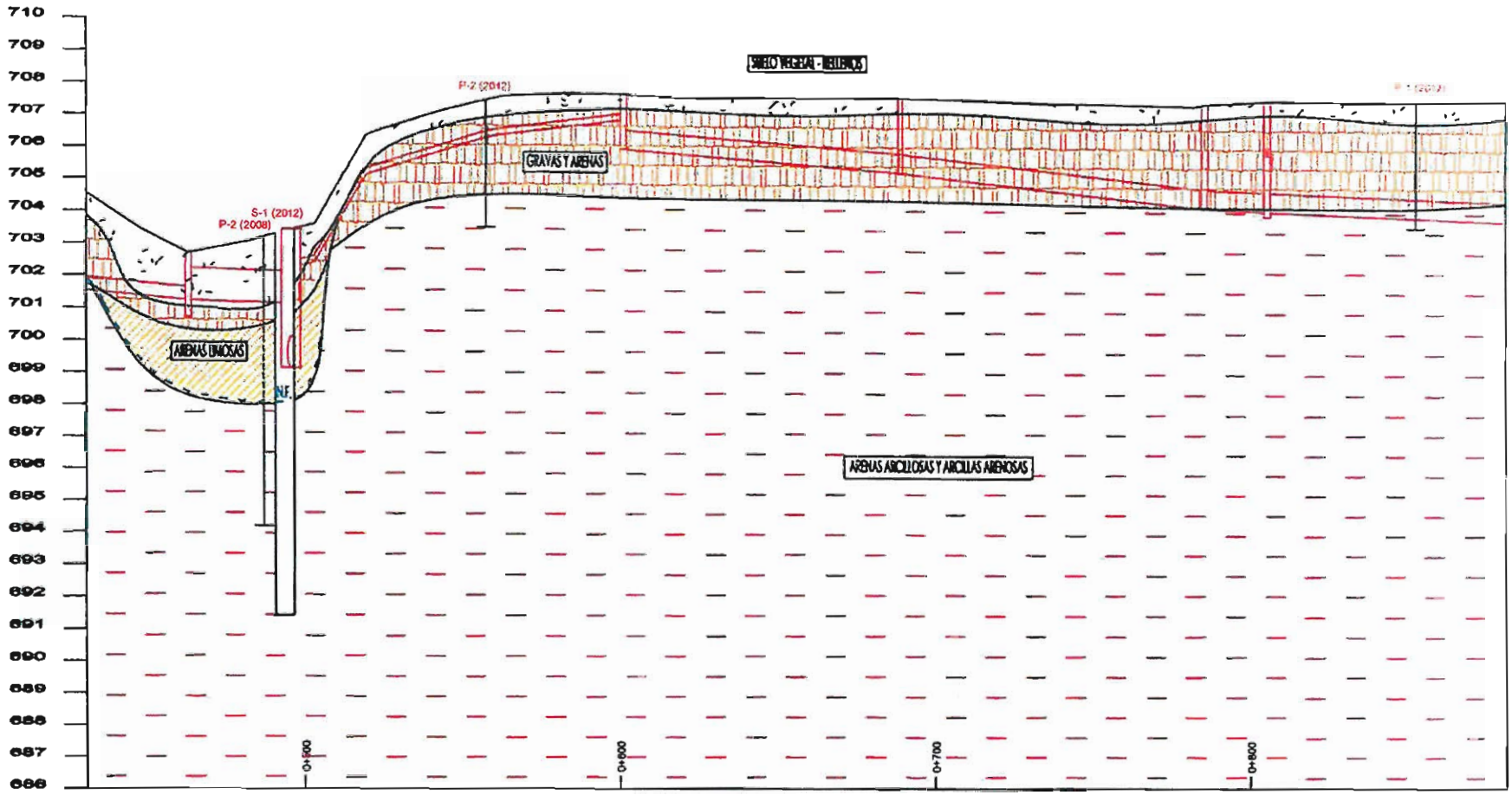


CESECO	Laboratorio de Control de Calidad		
PLANO:		ESCALA H:	ESCALA V:
PERFIL LITOLOGICO	PERFIL 1 DE 5	1/2000	1/200

LEYENDA

P-1 = ENSAYO DE PENETRACION DINÁMICA Nº 1 C-1 = CALICATA Nº 1

S-1 = SONDEO Nº-1

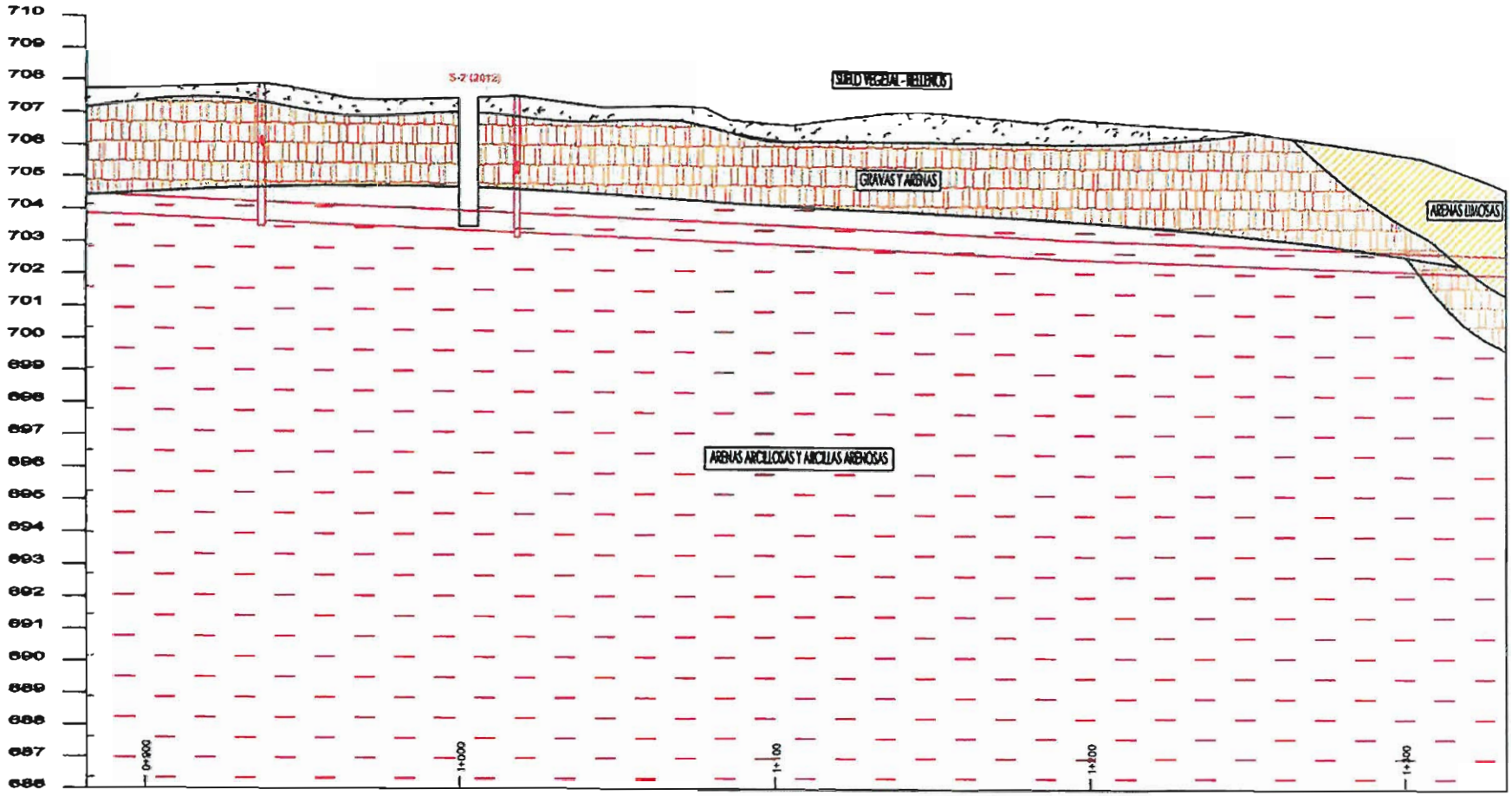


GESECO	Laboratorio de Control de Calidad		
PLANO:		ESCALA H:	ESCALA V:
PERFIL LITOLOGICO	PERFIL 2 DE 5	1/2000	1/200

LEYENDA

P-1 = ENSAYO DE PENETRACION DINÁMICA Nº 1 C-1 = CALICATA Nº 1

S-1 = SONDEO Nº-1

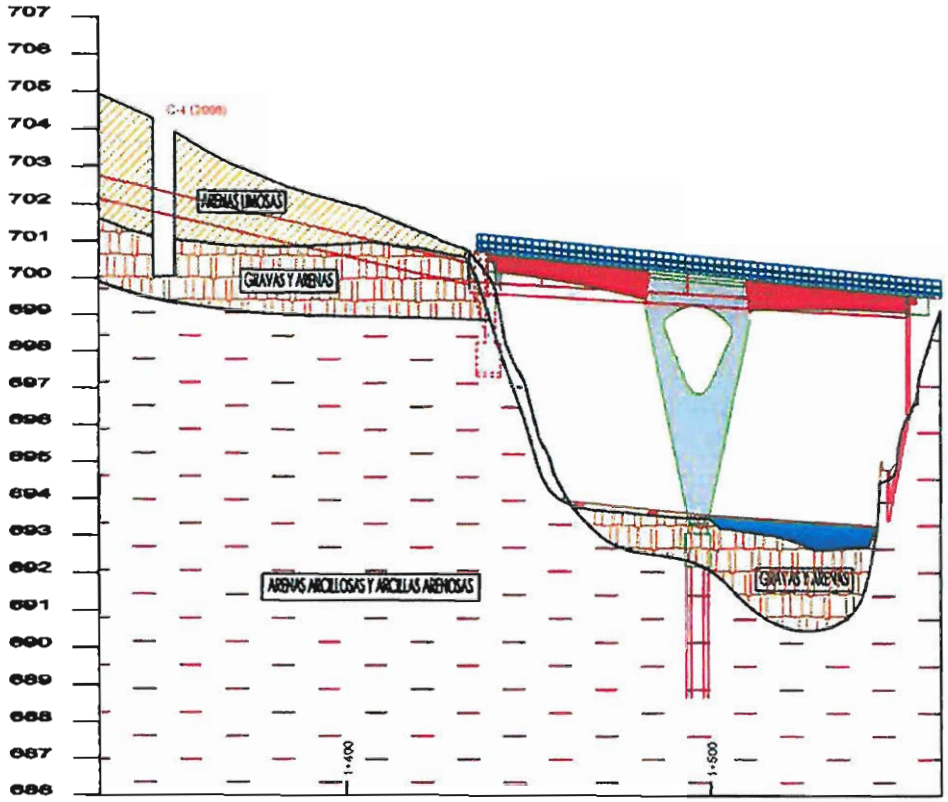


GESECO — Laboratorio de Control de Calidad			
PLANO:		ESCALA H:	ESCALA V:
PERFIL LITOLOGICO	PERFIL 3 DE 5	1/2000	1/200

LEYENDA

P-1 = ENSAYO DE PENETRACION DINÁMICA Nº 1 — C-1 = CALICATA Nº 1

S-1 = SONDEO Nº-1

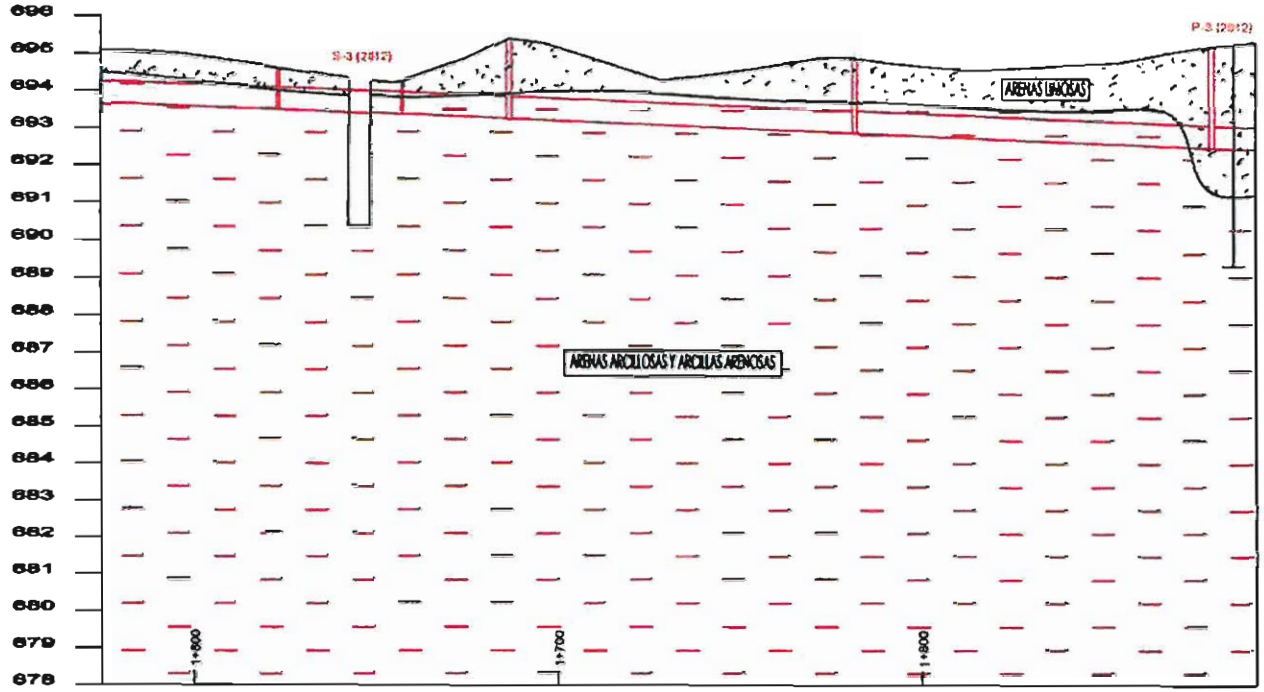


CESECO	Laboratorio de Control de Calidad		
PLANO:		ESCALA H:	ESCALA V:
PERFIL LITOLOGICO	PERFIL 4 DE 5	1/2000	1/200

LEYENDA

P-1 = ENSAYO DE PENETRACION DINÁMICA Nº 1 C-1 = CALICATA Nº 1

S-1 = SONDEO Nº-1



CESECO	Laboratorio de Control de Calidad		
PLANO:		ESCALA H:	ESCALA V:
PERFIL LITOLOGICO	PERFIL 5 DE 5	1/2000	1/200

LEYENDA

P-1 = ENSAYO DE PENETRACION DINÁMICA Nº 1 C-1 = CALICATA Nº 1

S-1 = SONDEO Nº-1

ANEJO II:
- **REGISTRO DE LOS SONDEOS**
- **REGISTRO DE LAS CALICATAS**
- **RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE PENETRACION DINAMICA TIPO D.P.S.H**
- **RESULTADO DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO**
- **CALCULOS DE CIMENTACION PROFUNDA**

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

SOLICITANTE .....: U.T.E. INCISA – ECOSISTEMAS
OBRA O ESTUDIO ...: Colector de Tudela de Duero, (Valladolid).
LOCALIZACIÓN .....: Sondeo 1 (S-1)
FECHA .....: Mayo 2012

PROF (m.)	CORTE	DESCRIPCIÓN	MUESTRA Tipo	P. PENETRACION Nº golpes/15cm	GRANULOMETRÍA 5mm 2mm 0,08mm	PLASTICI. L.L. I.P.	HUM (%)	SULF (%)	D. SECA (g/cm³)	C. SIMPLE (kp/cm²)	C. DIRECTO (kg/cm²); (°)
0 -		SOLERA									
-		RELLENOS ANTRÓPICOS Arenas y cantos cuarcíticos dispersos.									
1 -											
-		ARENAS con algo de arcilla y cantos cuarcíticos dispersos.	S P T (1 60-1 72)	50R/12							
2 -											
-		ARENAS limosas, de grano fino y color marrón.									
3 -											
-					99 6 98 9 15 4	No Plástico		0 02			
4 -											
-											
5 -											
-		ARENAS arcillosas de densidad alta y color marrón.	S P T (5 50-6 10)	13+27+34+46							
6 -											
-		ARCILLAS con bastante arena, compactas, de plasticidad media y color marrón.	T A (6 60-6 90)		100 0 99 9 72 9	38 1 21 5	15 64	0 06	1 88	6 3	1 08 24°17'
7 -											
-			S P T (7 50-8 10)	12+15+22+25							
8 -											
-			T A (8 90-9 20)		100 0 99 9 43 3	23 0 8 7	12 79	0 06	1 86	6 2	
9 -		ARENAS limosas con bastante arcilla, densas, de plasticidad baja y color marrón.									
-											
10 -											

S.P.T. ... : Penetración Standard.
I.P. ..... : Inalterada a Percusión.
T.A. ..... : Testigo de Avance Parafinado.
I.R. ..... : Inalterada a Rotación.

Nivel Freático (m.) : 5,7 m
Análisis de agua para agresividad al hormigón:
- Sulfatos (mg/l)= 303,8 - pH= 7,47 - Res. Seco 110 °C (mg/l)= 1336
- Magnesio (mg/l)= 9,3 - Amonio (mg/l)= < 0,64 - CO_2 libre (mg/l)= 18

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TÉCNICO
* Tramo de 2.50 a 5.50 m. BAUMANN GULLY, (ml/kg): 40		
	Fdo. : José Luis Pérez-San Millán	Fdo. : Ignacio López Giménez

Resultados referidos exclusivamente a material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido íntegramente con la autorización de CESECO, S.A.
Laboratorio inscrito en el Registro G. del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE).

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

SOLICITANTE .....: U.T.E. INCISA - ECOSISTEMAS
OBRA O ESTUDIO ...: Colector de Tudela de Duero, (Valladolid).
LOCALIZACIÓN .....: Sondeo 1 (S-1)
FECHA .....: Mayo 2012

PROF (m.)	CORTE	DESCRIPCIÓN	MUESTRA Tipo	E. PENETRACIÓN Nº golpes/15cm	GRANULOMETRÍA 5mm 2mm 0,08mm	PLASTICI. L.L. I.P.	HUM (%)	SULF (%)	D. SECA (g/cm3)	C. SIMPLE (kg/cm2)	C. DIRECTO (kg/cm2), (º)
10		ARENAS limosas con bastante arcilla, densas, de plasticidad baja y color marrón.									
11		ARCILLAS limosas compactas, de color marrón.									
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											

S.P.T. ... : Penetración Standard.
I.P. ..... : Inalterada a Percusión.
T.A. ..... : Testigo de Avance Parafinado.
I.R. ..... : Inalterada a Rotación.

Nivel Freático (m.) : 5,7 m
Análisis de agua para agresividad al hormigón:
- Sulfatos (mg/l)= 303,8 - pH= 7,47 - Res. Seco 110 ºC (mg/l)= 1336
- Magnesio (mg/l)= 9,3 - Amonio (mg/l)= < 0,64 - CO_2 libre (mg/l)= 18

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TÉCNICO
	Fdo. : José Luis Pérez-San Millán	Fdo. : Ignacio López Giménez

Resultados referidos exclusivamente al material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido íntegramente y con la autorización de CESECO, S.A. Laboratorio inscrito en el Registro L del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE)

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

SOLICITANTE .....: U.T.E. INCISA - ECOSISTEMAS
OBRA O ESTUDIO ...: Colector de Tudela de Duero, (Valladolid).
LOCALIZACIÓN .....: Sondeo 2 (S-2)
FECHA .....: Mayo 2012

PROF (m)	CORTE	DESCRIPCIÓN	MUESTRA Tipo	E. PENETRACION Nº golpes/15cm	GRANULOMETRÍA 5mm 2mm 0,08mm	PLASTICI LL LP	HUM. (%)	SULF. (%)	D. SECA (g/cm³)	C SIMPLE (kp/cm²)	C. DIRECTO (kp/cm²); (°)
0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 -		RELLENOS ANTRÓPICOS Arenas y cantos cuarcíticos dispersos ARENAS de grano fino con abundantes cantos cuarcíticos, de color marrón. ARCILLAS compactas marrones ARCILLAS limosas compactas, de color marrón	S P T (2 00-2 60)	7+10+10+11							

S.P.T. ... : Penetración Standard.
I.P. ..... : Inalterada a Percusión.
T.A. ..... : Testigo de Avance Parafinado.
I.R. ..... : Inalterada a Rotación.

Nivel Freático (m.) :
Análisis de agua para agresividad al hormigón:
- Sulfatos (mg/l)=
- pH=
- Res. Seco 110 °C (mg/l)=
- Magnesio (mg/l)=
- Amonio (mg/l)=
- CO_2 libre (mg/l)=

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TÉCNICO
	Fdo. : José Luis Pérez-San Millán	Fdo. : Ignacio López Giménez

Resultados referidos exclusivamente al material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido íntegramente con la autorización de CESECO, S.A. Laboratorio inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE)

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 26 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

SOLICITANTE .....: U.T.E. INCISA - ECOSISTEMAS
OBRA O ESTUDIO ...: Colector de Tudela de Duero, (Valladolid).
LOCALIZACIÓN .....: Sondeo 3 (S-3)
FECHA .....: Mayo 2012

PROF (m.)	CORTE	DESCRIPCIÓN	MUESTRA Tipo	E. PENETRACIÓN Nº golpes/15cm	GRANULOMETRÍA 5mm 2mm 0.08mm	PLASTICI. L.L. I.P.	HUM (%)	SULF (%)	D. SECA (g/cm³)	C. SIMPLE (kp/cm²)	C DIRECTO (kg/cm²); (º)
0 - 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 - 10 -		RELLENOS ANTRÓPICOS Arenas y cantos. ARENAS arcillosas de densidad alta y color marrón.	S P T (2 00-2 60)	16+23+28+31							

S.P.T. ... : Penetración Standard.
I.P. ..... : Inalterada a Percusión.
T.A. ..... : Testigo de Avance Parafinado.
I.R. ..... : Inalterada a Rotación.

Nivel Freático (m.):
Análisis de agua para agresividad al hormigón:
- Sulfatos (mg/l)= - pH= - Res. Seco 110 °C (mg/l)=
- Magnesio (mg/l)= - Amonio (mg/l)= - CO_2 libre (mg/l)=

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TÉCNICO
	Fdo. : José Luis Pérez-San Millán	Fdo. : Ignacio López Giménez

Resultados referidos exclusivamen... laterial) sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido integramente ... la autorización de CESECO, S.A
Laboratorio inscrito en el Registro G... al del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control ue Calidad de la Edificación (LECCE)

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

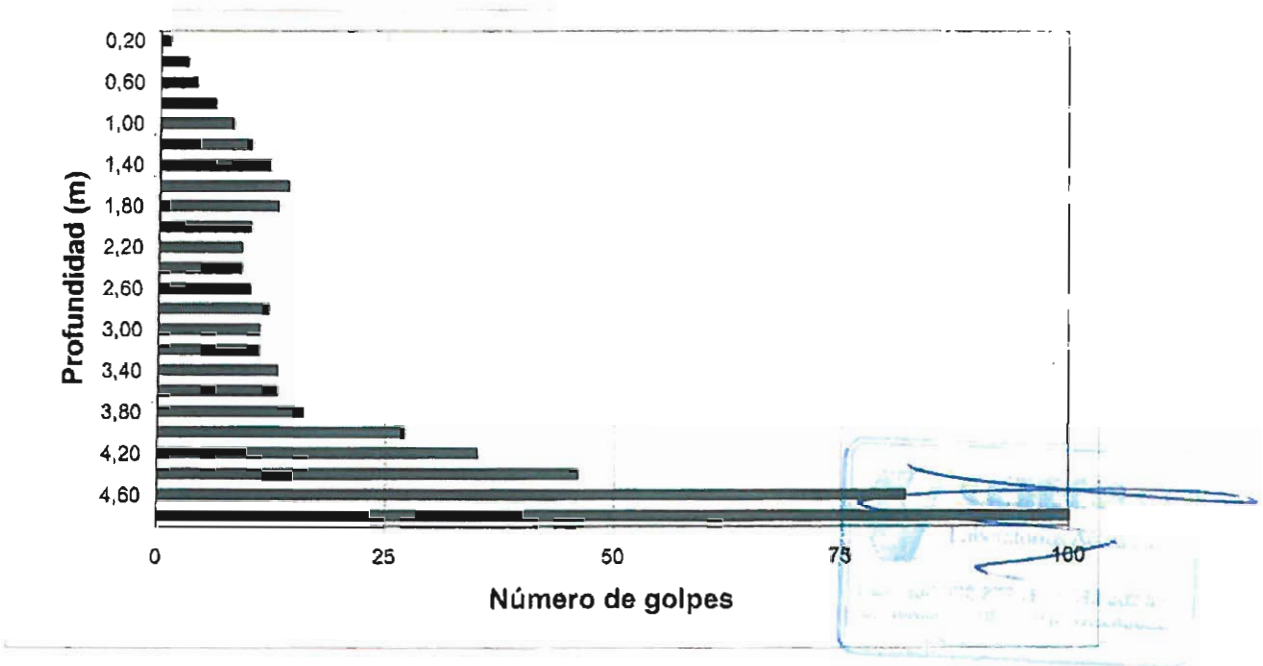
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO D.P.S.H. Nº 1

CLIENTE:	**U.T.E. INCISA - ECOSISTEMAS**	PESO MAZA: 63,5 Kg
OBRA:	**COLECTOR MARGEN IZQUIERDA**	SECCION PUNTAZA:20,00 cm^2
SITUACION:	**Cs/ REQUIJADA, ALDEAMAYOR, HERRERA**	ALTURA CAIDA: 75 cm
	PALACIOS, SOLANA ALTA -TUDELA DE DUERO (VA)-	PENETRACION: 20 cm
FECHA:	**10 DE MAYO DE 2012**	

Prof. (m)	Nº Golpes
0,20	1
0,40	3
0,60	4
0,80	6
1,00	8
1,20	10
1,40	12
1,60	14
1,80	13
2,00	10
2,20	9
2,40	9
2,60	10
2,80	12
3,00	11
3,20	11
3,40	13
3,60	13
3,80	16
4,00	27
4,20	35
4,40	46
4,60	82
4,80	100
5,00	

Prof. (m)	Nº Golpes
5,20	
5,40	
5,60	
5,80	
6,00	
6,20	
6,40	
6,60	
6,80	
7,00	
7,20	
7,40	
7,60	
7,80	
8,00	
8,20	
8,40	
8,60	
8,80	
9,00	
9,20	
9,40	
9,60	
9,80	
10,00	

Prof. (m)	Nº Golpes
10,20	
10,40	
10,60	
10,80	
11,00	
11,20	
11,40	
11,60	
11,80	
12,00	
12,20	
12,40	
12,60	
12,80	
13,00	
13,20	
13,40	
13,60	
13,80	
14,00	
14,20	
14,40	
14,60	
14,80	
15,00	



Resultados referidos exclusivamente al material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido íntegramente con la autorización de CESECO, S.A. Laboratorio inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE).

C/. Turquesa, Nº 18 - (Pol. San Cristóbal) - Telf. 983 30 22 77 - Fax 983 30 25 77 - 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

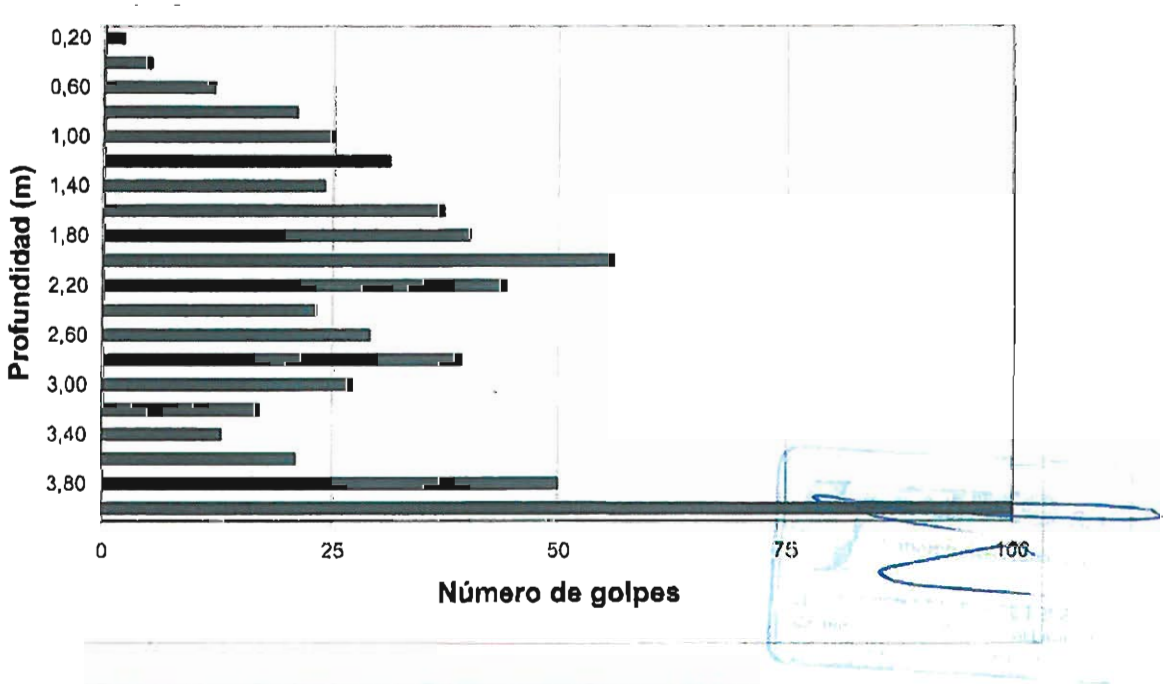
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO D.P.S.H. Nº 2

CLIENTE:	**U.T.E. INCISA - ECOSISTEMAS**	PESO MAZA: 63,5 Kg
OBRA:	**COLECTOR MARGEN IZQUIERDA**	SECCION PUNTAZA:20,00 cm^2
SITUACION:	**Cs/ REQUIJADA, ALDEAMAYOR, HERRERA**	ALTURA CAIDA: 75 cm
	PALACIOS, SOLANA ALTA -TUDELA DE DUERO (VA)-	PENETRACION: 20 cm
FECHA:	**10 DE MAYO DE 2012**	

Prof. (m)	Nº Golpes
0,20	2
0,40	5
0,60	12
0,80	21
1,00	25
1,20	31
1,40	24
1,60	37
1,80	40
2,00	56
2,20	44
2,40	23
2,60	29
2,80	39
3,00	27
3,20	17
3,40	13
3,60	21
3,80	50
4,00	100
4,20	
4,40	
4,60	
4,80	
5,00	

Prof. (m)	Nº Golpes
5,20	
5,40	
5,60	
5,80	
6,00	
6,20	
6,40	
6,60	
6,80	
7,00	
7,20	
7,40	
7,60	
7,80	
8,00	
8,20	
8,40	
8,60	
8,80	
9,00	
9,20	
9,40	
9,60	
9,80	
10,00	

Prof. (m)	Nº Golpes
10,20	
10,40	
10,60	
10,80	
11,00	
11,20	
11,40	
11,60	
11,80	
12,00	
12,20	
12,40	
12,60	
12,80	
13,00	
13,20	
13,40	
13,60	
13,80	
14,00	
14,20	
14,40	
14,60	
14,80	
15,00	



Resultados referidos exclusivamente al material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido integramente, con la autorización de CESECO, S.A.
Laboratorio inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE)

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

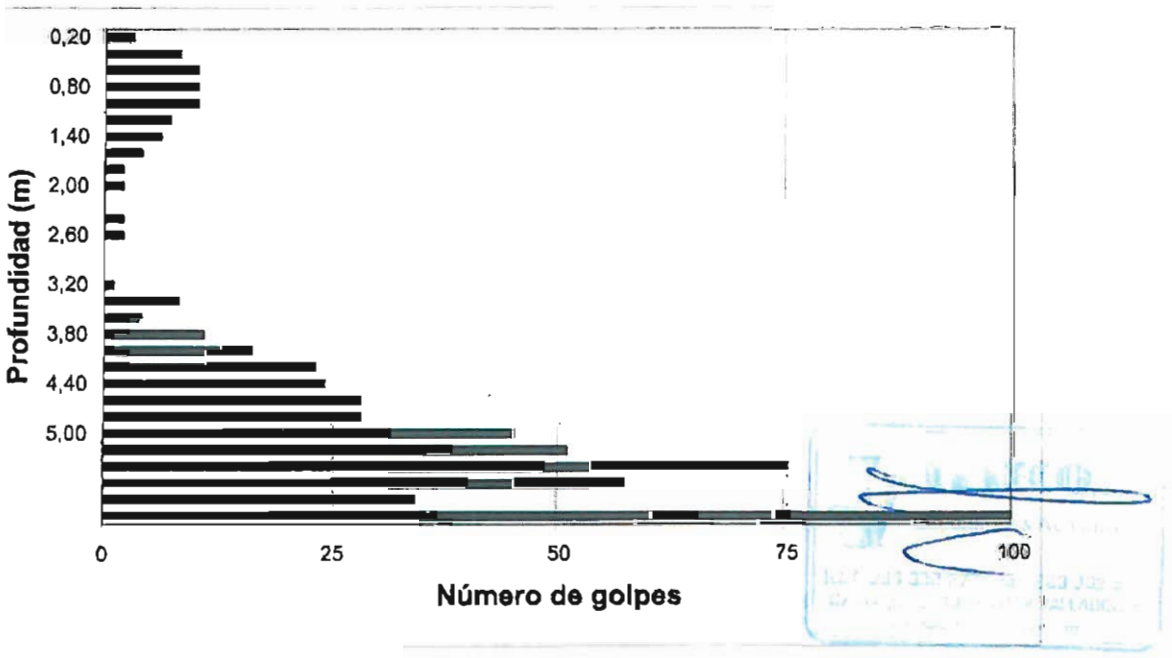
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO D.P.S.H. Nº 3

CLIENTE:	**U.T.E. INCISA - ECOSISTEMAS**	PESO MAZA: 63,5 Kg
OBRA:	**COLECTOR MARGEN IZQUIERDA**	SECCION PUNTAZA:20,00 cm^2
SITUACION:	**Cs/ REQUIJADA, ALDEAMAYOR, HERRERA**	ALTURA CAIDA: 75 cm
	PALACIOS, SOLANA ALTA -TUDELA DE DUERO (VA)-	PENETRACION: 20 cm
FECHA:	**10 DE MAYO DE 2012**	

Prof. (m)	Nº Golpes
0,20	3
0,40	8
0,60	10
0,80	10
1,00	10
1,20	7
1,40	6
1,60	4
1,80	2
2,00	2
2,20	0
2,40	2
2,60	2
2,80	0
3,00	0
3,20	1
3,40	8
3,60	4
3,80	11
4,00	16
4,20	23
4,40	24
4,60	28
4,80	28
5,00	45

Prof. (m)	Nº Golpes
5,20	51
5,40	75
5,60	57
5,80	34
6,00	100
6,20	
6,40	
6,60	
6,80	
7,00	
7,20	
7,40	
7,60	
7,80	
8,00	
8,20	
8,40	
8,60	
8,80	
9,00	
9,20	
9,40	
9,60	
9,80	
10,00	

Prof. (m)	Nº Golpes
10,20	
10,40	
10,60	
10,80	
11,00	
11,20	
11,40	
11,60	
11,80	
12,00	
12,20	
12,40	
12,60	
12,80	
13,00	
13,20	
13,40	
13,60	
13,80	
14,00	
14,20	
14,40	
14,60	
14,80	
15,00	



Resultados referidos exclusivamente al material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido integramente o la autorización de CESECO, S.A.
Laboratorio inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE)

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

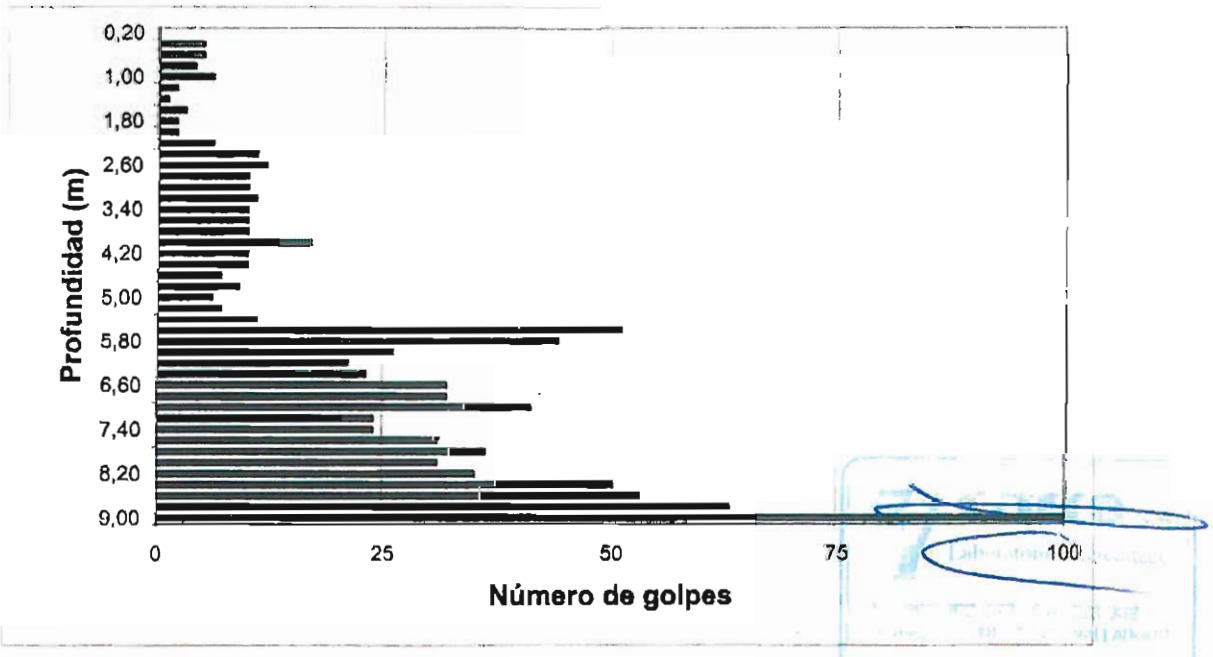
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO D.P.S.H. Nº 2 -2008-

CLIENTE:	**U.T.E. INCISA - ECOSISTEMAS**	PESO MAZA: 63,5 Kg
OBRA:	**COLECTOR MARGEN IZQUIERDA**	SECCION PUNTAZA:20,00 cm^2
SITUACION:	**Cs/ REQUIJADA, ALDEAMAYOR, HERRERA**	ALTURA CAIDA: 75 cm
	PALACIOS, SOLANA ALTA -TUDELA DE DUERO (VA)-	PENETRACION: 20 cm
FECHA:	**OCTUBRE DE 2008**	

Prof. (m)	Nº Golpes
0,20	Solera
0,40	5
0,60	5
0,80	4
1,00	6
1,20	2
1,40	1
1,60	3
1,80	2
2,00	2
2,20	6
2,40	11
2,60	12
2,80	10
3,00	10
3,20	11
3,40	10
3,60	10
3,80	10
4,00	17
4,20	10
4,40	10
4,60	7
4,80	9
5,00	6

Prof. (m)	Nº Golpes
5,20	7
5,40	11
5,60	51
5,80	44
6,00	26
6,20	21
6,40	23
6,60	32
6,80	32
7,00	41
7,20	24
7,40	24
7,60	31
7,80	36
8,00	31
8,20	35
8,40	50
8,60	53
8,80	63
9,00	100
9,20	
9,40	
9,60	
9,80	
10,00	

Prof. (m)	Nº Golpes
10,20	
10,40	
10,60	
10,80	
11,00	
11,20	
11,40	
11,60	
11,80	
12,00	
12,20	
12,40	
12,60	
12,80	
13,00	
13,20	
13,40	
13,60	
13,80	
14,00	
14,20	
14,40	
14,60	
14,80	
15,00	



material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido integramen n la autorización de CESECO, S.A.
ral del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Contr de Calidad de la Edificación (LECCE).
Resultados referidos exclusivame
Laboratorio inscrito en el Registro

C/. Turquesa, Nº 18 · (Pol. San Cristóbal) · Telf. 983 30 22 77 · Fax 983 30 25 77 · 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

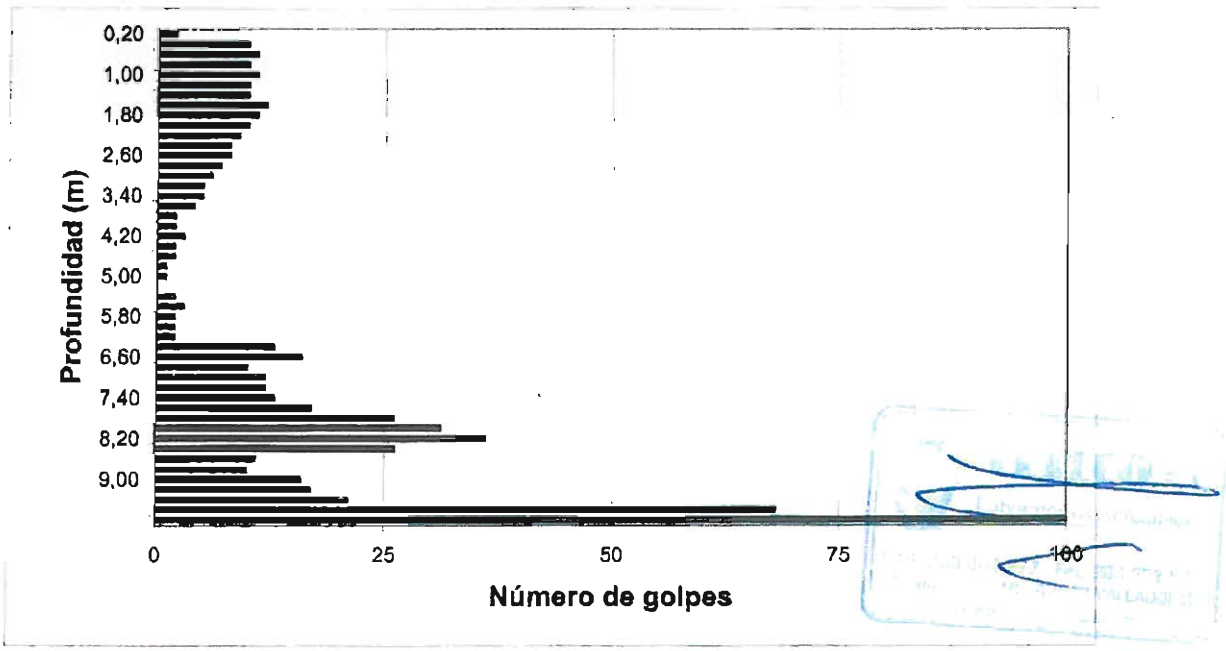
ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO D.P.S.H. Nº 3 -2008-

CLIENTE:	**U.T.E. INCISA - ECOSISTEMAS**	PESO MAZA: 63,5 Kg
OBRA:	**COLECTOR MARGEN IZQUIERDA**	SECCION PUNTAZA:20,00 cm^2
SITUACION:	**Cs/ REQUIJADA, ALDEAMAYOR, HERRERA**	ALTURA CAIDA: 75 cm
	PALACIOS, SOLANA ALTA -TUDELA DE DUERO (VA)-	PENETRACION: 20 cm
FECHA:	**OCTUBRE DE 2008**	

Prof. (m)	Nº Golpes
0,20	2
0,40	10
0,60	11
0,80	10
1,00	11
1,20	10
1,40	10
1,60	12
1,80	11
2,00	10
2,20	9
2,40	8
2,60	8
2,80	7
3,00	6
3,20	5
3,40	5
3,60	4
3,80	2
4,00	2
4,20	3
4,40	2
4,60	2
4,80	1
5,00	1

Prof. (m)	Nº Golpes
5,20	0
5,40	2
5,60	3
5,80	2
6,00	2
6,20	2
6,40	13
6,60	16
6,80	10
7,00	12
7,20	12
7,40	13
7,60	17
7,80	26
8,00	31
8,20	36
8,40	26
8,60	11
8,80	10
9,00	16
9,20	17
9,40	21
9,60	68
9,80	100
10,00	

Prof. (m)	Nº Golpes
10,20	
10,40	
10,60	
10,80	
11,00	
11,20	
11,40	
11,60	
11,80	
12,00	
12,20	
12,40	
12,60	
12,80	
13,00	
13,20	
13,40	
13,60	
13,80	
14,00	
14,20	
14,40	
14,60	
14,80	
15,00	



Resultados referidos exclusivamente al material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido íntegramente con la autorización de CESECO, S.A.
Laboratorio inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE).

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

SOLICITANTE: INCISA

OBRA: FUTURO COLECTOR TUDELA DE DUERO
MARGEN IZQUIERDA DEL RIO DUERO
TUDELA DE DUERO (VALLADOLID)

CALICATA C-4

N. F.	COTA	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN
	0,30 m		SUELO VEGETAL arenoso, de color marrón oscuro.
	0,90 m		ARENAS limpias sueltas de color blanquecino.
	2,40 m		ARENAS medias - finas con limos, medianamente compactas y de color ocre amarillento.
	3,00 m	MUESTRA C-4	LIMOS ARCILLOSOS medianamente compactos de color grisáceo.
3,90 m	3,90 m		GRAVAS Y ARENAS muy densas, de color ocre blanquecino.

Nota: La simbología empleada en la columna estratigráfica únicamente facilita la diferenciación entre litologías.

Observaciones: Paredes de la zanja inestables en el nivel de gravas.

Valladolid a 28 de octubre de 2008

Miguel Ángel Cordobés
Ldo en C.C. Geólogicas.

Fdo: Ignacio López Gimenez.
Ldo en C.C. Geólogicas.
Director-Técnico.

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

Resultados referidos exclusivamente al material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido íntegramente con la autorización de CESECO, S.A.
Laboratorio inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE).

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

SOLICITANTE: INCISA

OBRA: FUTURO COLECTOR TUDELA DE DUERO
MARGEN IZQUIERDA DEL RIO DUERO
TUDELA DE DUERO (VALLADOLID)

CALICATA C-5

N. F.	COTA	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN
	0,40 m		SUELO VEGETAL arenoso con alguna grava dispersa, de color marrón.
3,20 m	3,60 m	MUESTRA C-5	GRAVAS Y ARENAS muy densas, de color ocre blanquecino.

Nota: La simbología empleada en la columna estratigráfica únicamente facilita la diferenciación entre litologías.

Observaciones: Paredes de la zanja inestables en el nivel de gravas.

Valladolid a 28 de octubre de 2008

Miguel Ángel Cordobés
Ldo en C.C. Geólogicas.

Fdo: Ignacio López Gimenez.
Ldo en C.C. Geólogicas.
Director-Técnico.

C/. Turquesa, Nº 18 - (Pol. San Cristóbal) - Telf. 983 30 22 77 - Fax 983 30 25 77 - 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

Resultados referidos exclusivamente a la muestra sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido íntegramente y la autorización de CESECO, S.A.
Laboratorio inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE)

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

SOLICITANTE: INCISA

OBRA: FUTURO COLECTOR TUDELA DE DUERO
MARGEN IZQUIERDA DEL RIO DUERO
TUDELA DE DUERO (VALLADOLID)

CALICATA C-6

COTA	CORTE GEOLÓGICO	DESCRIPCIÓN
0,30 m		SUELO VEGETAL arenoso con alguna grava dispersa, de color marrón.
3,30 m	MUESTRA C-6	LIMOS ARENOSOS medianamente compactos de color ocre amarillento.

Nota: La simbología empleada en la columna estratigráfica únicamente facilita la diferenciación entre litologías.

Observaciones: Paredes de la zanja estables.

Valladolid a 28 de octubre de 2008

Miguel Ángel Cordobés
Ldo en C.C. Geólogicas.

Fdo: Ignacio López Gimenez.
Ldo en C.C. Geólogicas.
Director-Técnico.

C/. Turquesa, Nº 18 · (Pol. San Cristóbal) · Telf. 983 30 22 77 · Fax 983 30 25 77 · 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

Resultados referidos exclusivamente a material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido integramente, con la autorización de CESECO, S.A.
Laboratorio inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE)

Resultados referidos exclusivamente [illegible]aterial sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido íntegramente [illegible] la autorización de CESECO, S.A
Laboratorio inscrito en el Registro G[illegible]al del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE)

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad
GEOTECNIA

TABLA DE ENSAYOS. COLECTOR DE TUDELA DE DUERO, (VALLADOLID).

CATA	GRANULOMETRIA											LIMITES DE ATTERBERG			P. NORMAL		P. MODIFICADO		SALES SOLUBLES	SULFATOS SOLUBLES	MATERIA ORGANICA	CLASIFICACIÓN			
Nº	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,080	LL	LP	IP	Hum. Opt. (%)	D max (g/cm³)	Hum. Opt. (%)	D max (g/cm³)	(%)	(%)	(%)	Casagrande	A.A.S.H.T.O.	Indice Grupo	SC.S
C-4 -2003-								100,0	98,3	85,4	71,3	26,9	17,1	9,3								CL	A-4	7	
C-5 -2003-		100,0	98,2	95,9	85,9	85,0	72,3	62,1	56,0	26,6	3,1	NO PLASTICO			11,23	1,93			0,04			SP	A-1-b	0	Seleccionado
C-5 -2003-									100,0	99,9	46,1	NO PLASTICO										SM	A-4	2	

OBSERVACIONES

V.º B.º EL DIRECTOR TECNICO

Fdo. Ignacio López Gimenez

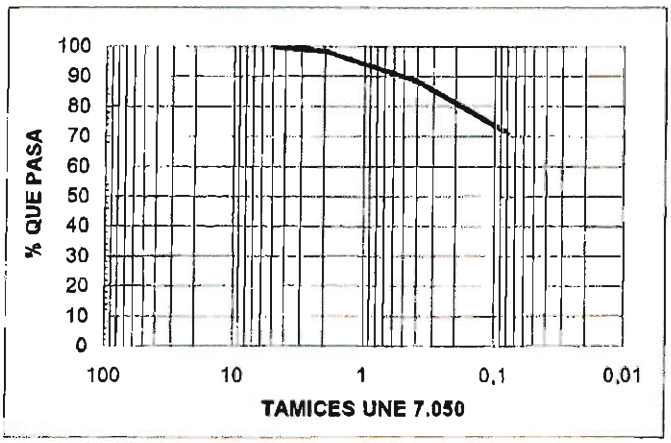
C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

I N F O R M E D E S U E L O S

TRABAJO Nº .....:	**SON-18/12**	Muestreo en obra ☒
SOLICITANTE .....:	**INCISA INGENIERIA**	Facilitada por el peticionario ☐
OBRA O ESTUDIO .....:	**Colector de Tudela de Duero (Valladolid)**	
LOCALIZACIÓN .....:	**Calicata-4 (C-4)**	
TOMA DE MUESTRA .....:	**27/10/2008**	Fecha de informe: 10/11/2008

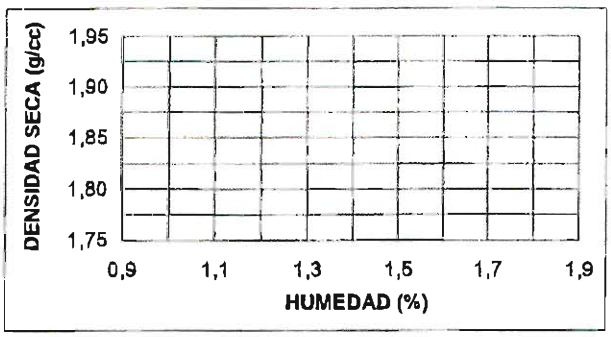


LIMITES DE ATTERBERG; UNE 103.103; 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	26,9
Límite plástico; UNE 103.104	17,1
Indice de plasticidad	9,8

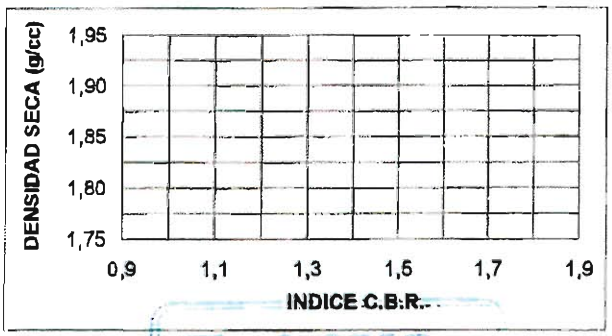
SALES SOLUBLES (%); NLT-114	
CONTENIDO EN YESO (%); NLT-115	
S.S. DISTINTAS DE YESO (%) NLT-115	
SULFATOS SOLUB. (% SO_3); UNE 103.201	
MATERIA ORGANICA (%); UNE 103.204	
COLAPSO PARA 2 kg/cm² (%); NLT-254	
HINCHAMIENTO LIBRE (%); UNE-103.601	
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103.200	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101													
Tamiz (mm.)	125	100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
Cernido (%)										**100,0**	**98,3**	**88,4**	**71,3**

PROCTOR NORMAL; UNE 103.500	
Densidad. Seca Máx. (g/cc)	
Humedad Óptima (%)	



C.B.R. DE LABORATORIO; UNE 103.502			
Energía Compactación (%)			
Indice C.B.R.			
Compactación (%)			
Densidad (g/cc)			
Humedad (%)			
Hinchamiento (%)			
Absorción (%)			
C.B.R. / Hincham. al 100%			



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	CL
A.A.S.H.T.O.	A-4
INDICE DE GRUPO	7
PG-3	
TIPO DE EXPLANADA	

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

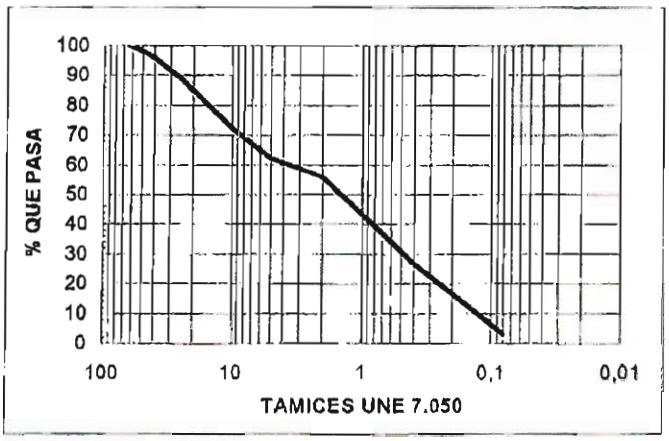
Resultados referidos exclusivamente material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido íntegramente con la autorización de CESECO, S.A.
Laboratorio inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE)

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

I N F O R M E D E S U E L O S

TRABAJO Nº .....:	**SON-18/12**	Muestreo en obra ☒
SOLICITANTE .....:	**INCISA INGENIERIA**	Facilitada por el peticionario ☐
OBRA O ESTUDIO .....:	**Colector de Tudela de Duero (Valladolid)**	
LOCALIZACIÓN .....:	**Calicata-5 (C-5)**	
TOMA DE MUESTRA .....:	**27/10/2008**	Fecha de informe: 10/11/2008

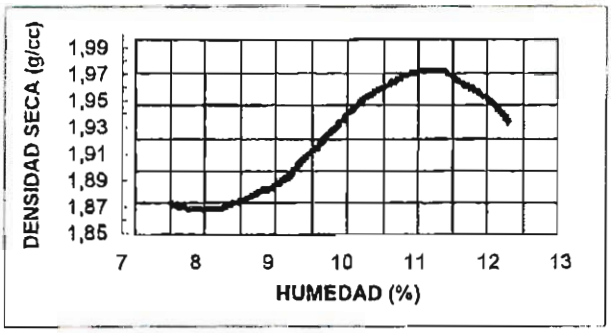


LIMITES DE ATTERBERG, UNE 103.103, 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	
Límite plástico; UNE 103.104	
Indice de plasticidad	**N.P.**

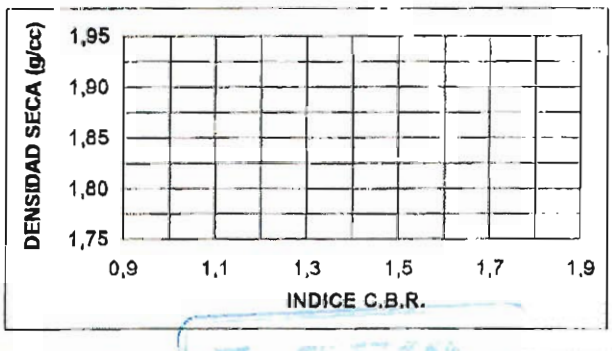
SALES SOLUBLES (%), NLT-114	**0,04**
CONTENIDO EN YESO (%), NLT-115	
S.S. DISTINTAS DE YESO (%) NLT-115	
SULFATOS SOLUB. (% $SO_4^=$), UNE 103.201	**0,01**
MATERIA ORGÁNICA (%); UNE 103.204	**0,02**
COLAPSO PARA 2 kg/cm^2 (%), NLT-254	
HINCHAMIENTO LIBRE (%), UNE-103 601	
CARBONATOS (% CO_3Ca); UNE 103.200	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101												
Tamiz (mm.)	125	100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
Cernido (%)				**100,0**	**98,2**	**95,9**	**88,9**	**85,0**	**72,3**	**62,1**	**56,0**	**26,6**	**3,1**

PROCTOR NORMAL; UNE 103.500	
Densidad. Seca Máx. (g/cc)	**1,98**
Humedad Óptima (%)	**11,28**



C.B.R. DE LABORATORIO; UNE 103.502			
Energía Compactación (%)			
Indice C.B.R.			
Compactación (%)			
Densidad (g/cc)			
Humedad (%)			
Hinchamiento (%)			
Absorción (%)			
C.B.R. / Hincham. al 100%			



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	SP
A.A.S.H.T.O.	A-1-b
INDICE DE GRUPO	0
PG-3	SELECCIONADO
TIPO DE EXPLANADA	

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
N.P.= NO PLÁSTICO		
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

Resultados referidos exclusivamente a material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido integramente o con la autorización de CESECO, S.A.
Laboratorio inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE).

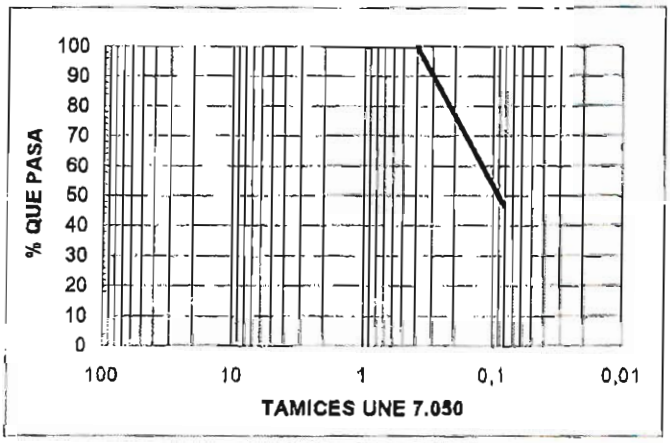
C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

I N F O R M E D E S U E L O S

TRABAJO Nº .....:	SON-18/12	Muestreo en obra	☒
SOLICITANTE .....:	INCISA INGENIERIA	Facilitada por el peticionario	☐
OBRA O ESTUDIO .....:	Colector de Tudela de Duero (Valladolid)		
LOCALIZACIÓN .....:	Calicata-6 (C-6)		
TOMA DE MUESTRA .....:	27/10/2008	Fecha de informe:	10/11/2008



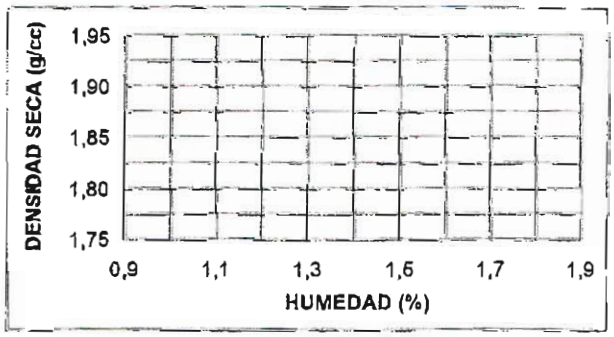
LIMITES DE ATTERBERG. UNE 103.103; 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	
Límite plástico; UNE 103.104	
Indice de plasticidad	N.P.

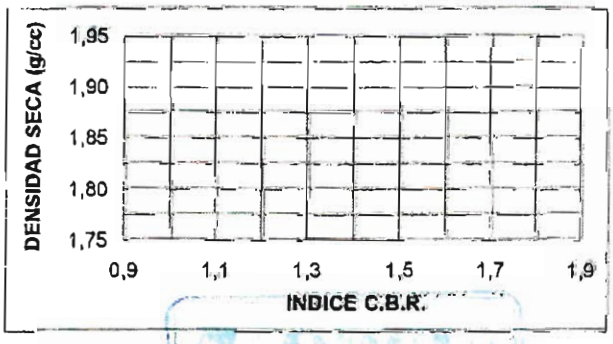
SALES SOLUBLES (%); NLT-114	
CONTENIDO EN YESO (%); NLT-115	
S.S. DISTINTAS DE YESO (%) NLT-115	
SULFATOS SOLUB. (% $SO_3^=$); UNE 103.201	0,02
MATERIA ORGÁNICA (%); UNE 103.204	
COLAPSO PARA 2 kg/cm² (%); NLT-254	
HINCHAMIENTO LIBRE (%); UNE-103.601	
CARBONATOS (% CO_3Ca); UNE 103.200	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101													
Tamiz (mm.)	125	100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
Cernido (%)											100,0	99,9	46,1

PROCTOR NORMAL; UNE 103.500	
Densidad. Seca Máx. (g/cc)	
Humedad Óptima (%)	

C.B.R. DE LABORATORIO; UNE 103.502			
Energía Compactación (%)			
Indice C.B.R.			
Compactación (%)			
Densidad (g/cc)			
Humedad (%)			
Hinchamiento (%)			
Absorción (%)			
C.B.R. / Hincham. al 100%			





CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	SM
A.A.S.H.T.O.	A-4
INDICE DE GRUPO	2
PG-3	
TIPO DE EXPLANADA	

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
N.P.= NO PLÁSTICO	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

C/. Turquesa, Nº 18 - (Pol. San Cristóbal) - Telf. 983 30 22 77 - Fax 983 30 25 77 - 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

Resultados referidos exclusivamente al material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido íntegramente con la autorización de CESECO, S.A.
Laboratorio inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE)

Resultados referidos exclusivamer aterial sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido integramente , la autorización de CESECO, S.A.
Laboratorio inscrito en el Registro Ge...ral del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE)

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@caseco.com

CESECO Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

TABLA DE ENSAYOS. COLECTOR DE TUDELA DE DUERO, (VALLADOLID).

SONDEO	TIPO DE MUESTRA	PROFUNDIDAD (m.)	GRANULOMETRICO (Tamiz nº en mm)					LIMITES DE ATTERBERG			BAUMANN GULLY (ml/kg)	HUMEDAD (%)	SULFATOS (%$SO_3^{=}$)	DENS. SECA (g/cm³)	COMP SIMPLE (kp/cm²)	CORTE DIRECTO		PEN. DIN STAN.	CLASIFICACIÓN		
			10	5	2	0,40	0,080	L.L.	L.P.	I.P.						Cohesión (kg/cm²)	Angulo Roz. Int.		Casagrande	A.A.S.H.T.O.	Indice Grupo
S-1	S.P.T.	1.60-1.72																>100R			
	TRAMO	2.50-5.50	100,0	99,6	98,9	67,5	15,4	NO PLÁSTICO			40		0,02						SM	A-2-4	0
	S.P.T.	5.50-6.10																61			
	T.A.	6.60-6.90		100,0	99,9	95,0	72,9	38,1	16,6	21,5		15,64	0,06	1,88	6,3	1,08	24°17'		CL	A-6	12
	S.P.T.	7.50-8.10																37			
	T.A.	8.90-9.20		100,0	99,9	93,9	43,3	23,0	14,3	8,7		12,79	0,06	1,86	6,2				SC	A-4	2
S-2	S.P.T.	2.00-2.60																20			
S-3	S.P.T.	2.00-2.60																51			

ANALISIS DE AGUA PARA AGRESIVIDAD AL HORMIGÓN

SONDEO	N.F (m.)	pH	Mg^{2+} (mg/l)	SO_4^{2-} (mg/l)	NH_4^{+} (mg/l)	Res. Seco (mg/l)	CO_2 (mg/l)
S-1	5,70	7,47	9,3	303,8	< 0,64	1336	18

OBSERVACIONES

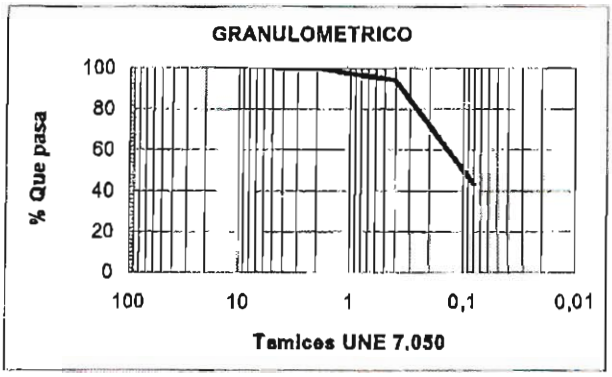
V° B° EL DIRECTOR TÉCNICO
Fdo.: Ignacio López Giménez

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYOS EN MUESTRAS DE SONDEOS

Nº REF. .....: SON-18/12	Muestreo en obra ☒
SOLICITANTE .....: INCISA - ECOSISTEMAS	Facilitada por el peticionario ☐
OBRA O ESTUDIO .: Colector de Tudela de Duero, (Valladolid).	
LOCALIZACION .....: Sondeo 1 (S-1) de 8.90 a 9.20 m.	
TIPO DE MUESTRA: Testigo de Avance Parafinado (T.A.)	
FECHA DE TOMA...: Mayo 2012	Fecha de informe: 18/5/2012

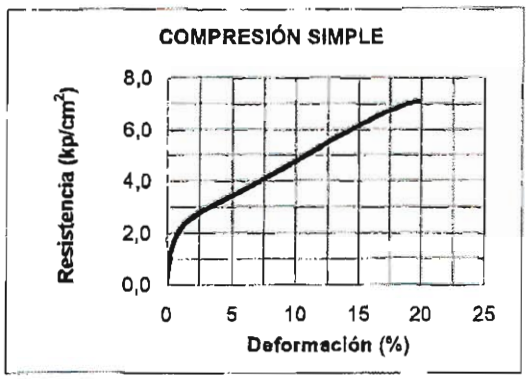


LIMITES DE ATTERBERG. UNE 103.103; 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	**23,0**
Límite plástico; UNE 103.104	**14,3**
Indice de plasticidad	**8,7**

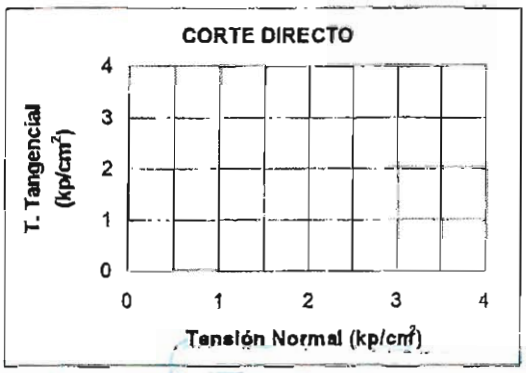
HUMEDAD NATURAL (%); UNE 103.300	**12,79**
BAUMANN GULLY (ml/kg)	
CARBONATOS (% CO_3 Ca); UNE 103 200	
SULFATOS (% SO_4); UNE 103 201	**0,06**
PRES. HINCHAM. (kg/cm^2); UNE 103.602	
DENSIDAD SECA (g/cm^3); UNE 103.301	**1,86**

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101													
Tamiz (mm.)		100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
Cernido (%)										**100,0**	**99,9**	**93,9**	**43,3**

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE. UNE 103.400	
Densidad Seca (g/cm^3)	1,86
Humedad Natural (%)	12,79
Diámetro (mm.)	72
Altura (mm.)	151
Resistencia (kp/cm^2)	**6,2**
Deformación (%)	**15,0**



ENSAYO DE CORTE DIRECTO. UNE 103.401				
Pto Nº (Nº)	Humed. (%)	D Seca (g/cm^3)	Tensión Normal (kp/cm^2)	Tensión Tang. (kp/cm^2)
Cohesión (kp/cm^2)				
Angulo de Rozamiento Interno (φ)				
Tipo de ensayo:				



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	SC
A.A.S.H.T.O.	A-4
INDICE DE GRUPO	2

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

C/. Turquesa. Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

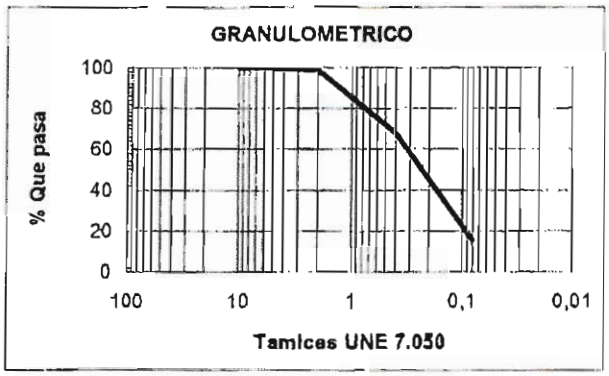
GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYOS EN MUESTRAS DE SONDEOS

Nº REF. .....: SON-18/12
SOLICITANTE .....: U.T.E. INCISA - ECOSISTEMAS
OBRA O ESTUDIO .: Colector de Tudela de Duero, (Valladolid).
LOCALIZACION .....: Sondeo 1 (S-1) de 2.50 a 5.50 m.
TIPO DE MUESTRA: Tramo
FECHA DE TOMA...: Mayo 2012

Muestreo en obra ☒
Facilitada por el peticionario ☐

Fecha de informe: 18/5/2012

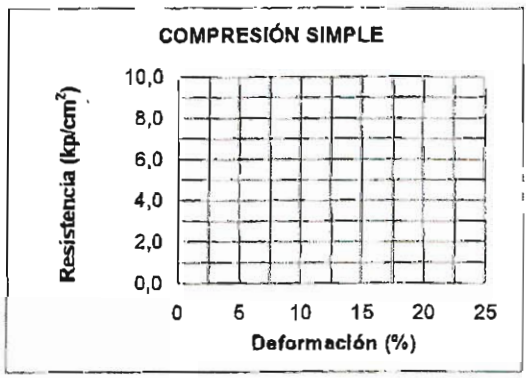


LIMITES DE ATTERBERG, UNE 103.103, 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	
Límite plástico; UNE 103.104	
Indice de plasticidad	N.P.

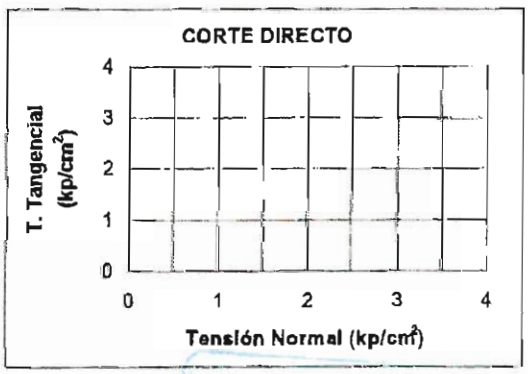
HUMEDAD NATURAL (%); UNE 103.300	
BAUMANN GULLY (ml/kg)	40
CARBONATOS (% CO_3Ca), UNE 103 200	
SULFATOS (% SO_4), UNE 103.201	0,02
PRES. HINCHAM. (kg/cm^2), UNE 103.602	
DENSIDAD SECA (g/cm^3), UNE 103.301	

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101													
Tamiz (mm.)		100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
Cernido (%)									**100,0**	**99,6**	**98,9**	**67,5**	**15,4**

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE; UNE 103.400	
Densidad Seca (g/cm^3)	
Humedad Natural (%)	
Diámetro (mm.)	
Altura (mm.)	
Resistencia (kp/cm^2)	
Deformación (%)	



ENSAYO DE CORTE DIRECTO; UNE 103.401				
Pto Nº (Nº)	Humed. (%)	D Seca (g/cm^3)	Tensión Normal (kp/cm^2)	Tensión Tang. (kp/cm^2)
Cohesión (kp/cm^2)				
Angulo de Rozamiento Interno (φ)				
Tipo de ensayo:				



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	SM
A.A.S.H.T.O.	A-2-4
INDICE DE GRUPO	0

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
N.P.=NO PLASTICO		
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

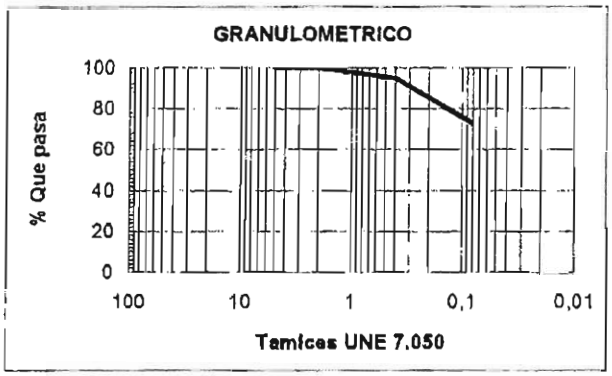
Resultados referidos exclusivamente al material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido íntegramente, con la autorización de CESECO, S.A.
Laboratorio inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE)

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

INFORME DE ENSAYOS EN MUESTRAS DE SONDEOS

Nº REF. .....: SON-18/12	Muestreo en obra ☒
SOLICITANTE .....: U.T.E. INCISA - ECOSISTEMAS	Facilitada por el peticionario ☐
OBRA O ESTUDIO .: Colector de Tudela de Duero, (Valladolid).	
LOCALIZACION .....: Sondeo 1 (S-1) de 6.60 a 6.90 m.	
TIPO DE MUESTRA: Testigo de Avance Parafinado (T.A.)	
FECHA DE TOMA...: Mayo 2012	Fecha de informe: 18/5/2012

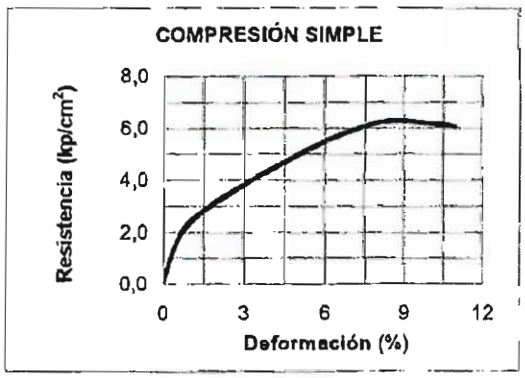


LIMITES DE ATTERBERG, UNE 103.103, 103.104	
Límite líquido; UNE 103.103	38,1
Límite plástico; UNE 103.104	16,6
Indice de plasticidad	21,5

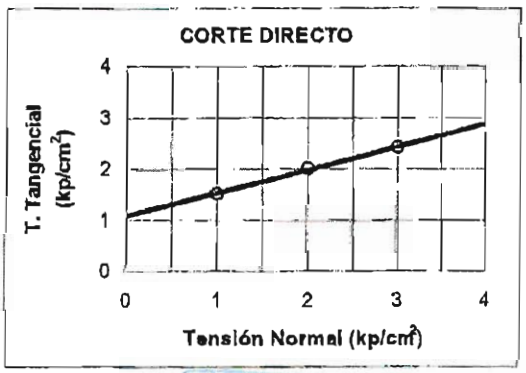
HUMEDAD NATURAL (%); UNE 103.300	15,64
BAUMANN GULLY (ml/kg)	
CARBONATOS (% CO_3 Ca), UNE 103.200	
SULFATOS (% SO_4), UNE 103.201	0,06
PRES. HINCHAM. (kg/cm^2), UNE 103.602	
DENSIDAD SECA (g/cm^3), UNE 103.301	1,88

ANALISIS GRANULOMETRICO POR TAMIZADO UNE 103.101												
Tamiz (mm.)		100	80	63	50	40	25	20	10	5	2	0,40	0,08
Cernido (%)										**100,0**	**99,9**	**95,0**	**72,9**

ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE; UNE 103.400	
Densidad Seca (g/cm^3)	1,88
Humedad Natural (%)	15,64
Diámetro (mm.)	72
Altura (mm.)	145
Resistencia (kp/cm^2)	**6,3**
Deformación (%)	**8,7**



ENSAYO DE CORTE DIRECTO; UNE 103.401				
Pto Nº (Nº)	Humed. (%)	D Seca (g/cm^3)	Tensión Normal (kp/cm^2)	Tensión Tang. (kp/cm^2)
1	15,64	1,88	1	1,52
2	15,64	1,88	2	2,01
3	15,64	1,88	3	2,42
Cohesión (kp/cm^2)				**1,08**
Angulo de Rozamiento Interno (φ)				**24° 17'**
Tipo de ensayo: **Consolidado-Drenado (CD)**				



CLASIFICACION DEL MATERIAL	
CASAGRANDE	CL
A.A.S.H.T.O.	A-6
INDICE DE GRUPO	12

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

Resultados referidos exclusivamente a material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido íntegramente con la autorización de CESECO, S.A.
Laboratorio inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE).

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

INFORME DE ANALISIS DE AGUA PARA AGRESIVIDAD AL HORMIGON

Nº REF. .....:	**SON-18/12**	Muestreo en obra	☒
SOLICITANTE .....:	**U.T.E. INCISA - ECOSISTEMAS**	Facilitada por el peticionario	☐
OBRA O ESTUDIO .:	**Colector de Tudela de Duero, (Valladolid).**		
LOCALIZACION .....:	**Sondeo 1 (S-1)**		
NIVEL FREATICO ..:	**5.70 m.**		
FECHA DE TOMA...:	**Mayo 2012**	Fecha de informe:	21/5/2012

METODOLOGÍA DEL ENSAYO

PARÁMETRO	DESCRIPCIÓN	PROCEDIMIENTO	OBSERVACIONES
Ph	Electrometría	PNT-006	----------
Magnesio (Mg^{2+})	Valoración potenciométrica (EDTA)	PNT-062	----------
Sulfatos (SO_4^{2-})	Turbidimetría	PNT-020	----------
Amonio (NH_4^+)	Potenciometría	PNT-058	----------
Residuo seco 110 ºC	Filtración - Gravimetría	PNT-008	----------
Anhídr. carbónico libre (CO_2)	Valoración potenciométrica	PNT-018	----------

RESULTADOS

ENSAYOS EFECTUADOS	RESULTADOS	UNIDAD	(1) VALOR PARAMETRICO		
			Débil	Media	Fuerte
Anhídr. carbónico libre (CO_2)	18	mg/l	15-40	40-100	>100
Amonio (NH_4^+)	< 0,64	mg/l	15-30	30-60	>60
Magnesio (Mg^{2+})	9,3	mg/l	300-1000	1000-3000	>3000
Ph	7,47	----------	6,5-5,5	5,5-4,5	<4,5
Residuo seco 110 ºC	1336	mg/l	150-75	75-50	<50
Sulfatos (SO_4^{2-})	303,8	mg/l	200-600	600-3000	>3000

OPINIONES E INTERPRETACIONES

(1) Instrucción EHE, valoración de la agresividad del agua al hormigón.

OBSERVACIONES	EL JEFE DE AREA	Vº Bº EL DIRECTOR TECNICO
	Fdo.: José Luis Pérez San-Millán	Fdo.: Ignacio López Giménez

Resultados referidos exclusivamente a material sometido a ensayo. Este informe sólo podrá ser reproducido integramente con la autorización de CESECO, S.A. Laboratorio inscrito en el Registro General del Código Técnico de la Edificación como Laboratorio de Ensayos para el Control de Calidad de la Edificación (LECCE).

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA

CALCULO DE RESISTENCIA UNITARIA POR PUNTA PARA PILOTES Y MICROPILOTES

DIAMETRO DEL PILOTE = **0,5 m**

LONGITUD DEL PILOTE = **8 m**

UNIDAD LITOLOGICA **ARENAS ARCILLOSAS Y ARCILLAS ARENOSAS**

Metodo basado en los parametros resistentes del modelo de Mohr-Coulomb

$$q_p = N_q \times \sigma_{vo} + N_c \times C$$

donde:

q_p = Carga de hundimiento unitaria por punta

N_q = Factor de capacidad de carga para cimentaciones profundas

$$Nq = 1{,}5 \frac{1 + \operatorname{sen} \Phi}{1 - \operatorname{sen} \Phi} e^{\pi \operatorname{tg} \Phi} fD$$

N_c = Factor de capacidad de carga para cimentaciones profundas

$$Nc = \frac{Nq^{*} - 1}{\operatorname{tg} \Phi}$$

c = Cohesion

σ_{vo} = Presion vertical efectiva a nivel de la punta del pilote

Datos

Cohesion =	0,35	Kg/cm^2
Angulo de rozamiento interno =	24	°
Diamentro del pilote =	0,50	m
Profundidad =	8,0	m
Peso especifico del suelo =	1,70	t/m^3

El peso especifico indicado es la media ponderada de las unidades situadas por encima de la cota de calculo quedando del lado de la seguridad

Valores calculados

Nq = 12,0

Nc = 24,7

f_D = 0,83

σ_{vo} = ### Kp/cm^2

$$q_p = 12{,}0 \times 1{,}4 + 24{,}7 \times 0 = 25{,}0 \ Kp/cm^2$$

C/. Turquesa. Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

ANEJO III: - DOCUMENTACION FOTOGRAFICA



VISTA DEL TRAMO INICIAL DEL COLECTOR, JUNTO AL RIO DUERO

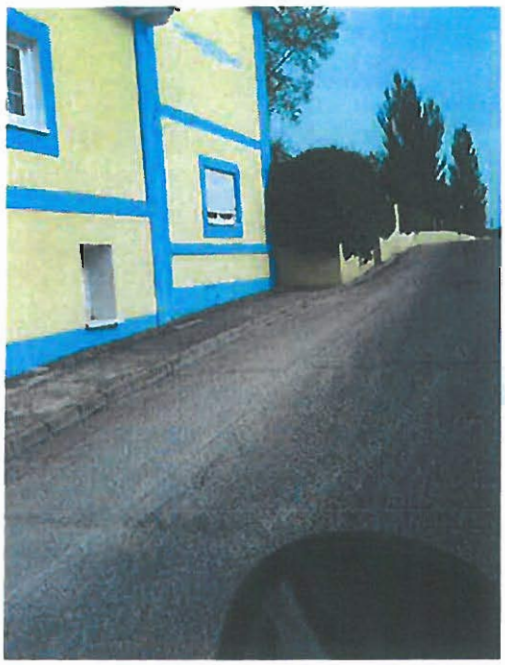


VISTA DE LA ZONA POR LA CUAL DISCURRIRA EL EJE I EN EL PASEO REQUEJADA

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com



VISTA DE LA ZONA POR LA CUAL DISCURRIRA EL EJE II EN SU TRAMO INICIAL



VISTA DE LA ZONA POR LA CUAL DISCURRIRA EL EJE II EN SU TRAMO FINAL



VISTA DE LA ZONA DONDE SE CONSTRUIRA EL POZO DE BOMBEO. ENLACE EJES II Y III



VISTA DE LA ZONA POR LA CUAL DISCURRIRA EL EJE III EN LA CARRETERA ALDEAMAYOR

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com



VISTA DE LA ZONA POR LA CUAL DISCURRIRA EL EJE III EN SU TRAMO FINAL, HACIA LA CALLE HERRERA



VISTA DE LA ZONA POR LA CUAL DISCURRIRA EL EJE IV EN LA CALLE HERRERA



VISTA DE LA ZONA POR LA CUAL DISCURRIRA EL EJE III EN LA CALLE HERRERA



VISTA DE LA ZONA POR LA CUAL DISCURRIRA EL EJE V EN EL FINAL DE LA CALLE HERRERA

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com



VISTA DE LA ZONA POR LA CUAL DISCURRIRA EL EJE V EN EL FINAL DE LA CALLE HERRERA Y PRINCIPIO DE CAMINO PALACIOS



VISTA DE LA ZONA POR LA CUAL DISCURRIRA EL EJE V EN EL CAMINO PALACIOS DESDE LA ZONA CERCANA A LA PASARELA SOBRE EL DUERO



VISTA DE LA ZONA POR LA CUAL DISCURRIRA EL EJE V EN LA ZONA DE PASEO DEL CAMINO PALACIOS

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com



VISTA DE LA ZONA POR LA CUAL DISCURRIRA EL EJE V EN EL CAMINO PALACIOS DESDE EL ESTRIBO IZQUIERDO DE LA PASARELA SOBRE EL DUERO



VISTA DEL TRAMO INICIAL DEL EJE VII. JUNTO A LA PASARELA SOBRE EL RIO DUERO

C/. Turquesa. Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

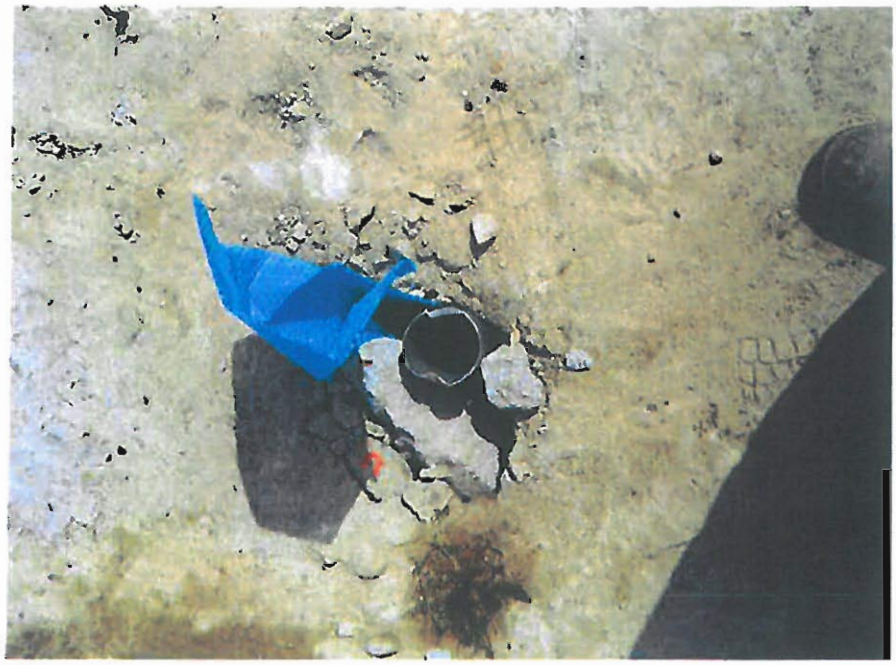


VISTA DEL TRAMO MEDIO DEL EJE VII



VISTA DEL TRAMO FINAL DEL EJE VII

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com



BOCA DE SONDEO Nº 1. (MAYO DE 2012)



BOCA DE SONDEO Nº 2. (MAYO DE 2012)

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO D.P.S.H. Nº 1. (2012)



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO D.P.S.H. Nº 3. (2012)



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO D.P.S.H. Nº 2. (2012)



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA TIPO D.P.S.H. Nº 2. (2008)

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geoteonia@ceseco.com

CESECO
Laboratorio de Control de Calidad

GEOTECNIA



ENSAYO DE PENETRACION DINAMICA
TIPO D.P.S.H. Nº 3. (2008)

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com





CALICATA C-4. MATERIAL EXTRAIDO. (OCTUBRE DE 2008)

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com





CALICATA C-5. MATERIAL EXTRAIDO. (OCTUBRE DE 2008)

C/. Turquesa, Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com





CALICATA C-6. MATERIAL EXTRAIDO. (OCTUBRE DE 2008)

C/. Turquesa. Nº 18 • (Pol. San Cristóbal) • Telf. 983 30 22 77 • Fax 983 30 25 77 • 47012 VALLADOLID
geotecnia@ceseco.com

APÉNDICE 5

GEOLOGÍA Y GEOTECNIA DE TORO.
DICIEMBRE 2001

INDICE

1. INTRODUCCION
   1.1. Objeto del Estudio
   1.2. Situación Geográfica y Geológica

2. MARCO GEOLÓGICO
3. TRABAJOS REALIZADOS
   3.1. En Campo
      3.1.1. Reconocimiento geotécnico del terreno
         3.1.1.1. Calicatas
         3.1.1.2. Toma de muestras
         3.1.1.3. Ensayos de penetración dinámica
         3.1.1.4. Reconocimiento de campo. Edificaciones y Construcciones vecinas
   3.2. En Laboratorio

4. ANALISIS GEOTECNICO
   4.1. Corte litológico del terreno
   4.2. Nivel freático
   4.3. Capacidad portante y deformabilidad.
   4.4. Tipología de cimentación.

5. CONSIDERACIONES FINALES Y CONCLUSIONES

ANEXOS

02369/01 Planos generales de situación de la EDAR y de los trabajos realizados.

02369/02 Corte litológico del terreno. Calicatas.

02369/09 Perfil resistente del terreno. Borros.

02369/03 Ensayos de Laboratorio.

02369/04 Fotografías.

1. INTRODUCCION

1.1. Objeto del Estudio.

Consultores Técnicos Asociados, S.A. ha realizado, a petición de D.H.A., un reconocimiento geotécnico del terreno de cimentación, para la construcción y ampliación de la Estación Depuradora de Aguas Residuales de la localidad de Toro (Zamora).

Con el mismo, se desea proporcionar al proyectista una información suficiente sobre la naturaleza geológico-geotécnica del terreno y sus cualidades físico-resistentes, para la adopción de un sistema de cimentación acorde con las mismas.

Este estudio se realiza en cumplimiento de la normativa vigente, en materia de geotecnia e ingeniería de cimentaciones.

1.2. Situación Geográfica y Geológica.

El área de estudio se sitúa en las proximidades de Tagarabuena, pedanía cercana a Toro (Zamora) en su parte norte. Dicha localidad se sitúa aproximadamente equidistante entre la ciudad de Zamora y la localidad de Tordesillas, siendo la distancia, 35 Km respecto a la primera y 30 Km respecto a la segunda y a unos dos kilómetros del núcleo de Toro.

La topografía de la zona se caracteriza por tener relieves suaves, cuasi-horizontales, propios de terrenos terciarios y cuaternarios incididos por una jerarquizada red de drenaje.

2. MARCO GEOLOGICO

La zona de estudio se encuentra situada en el borde occidental de la Cuenca Terciaria del Duero siendo los materiales aflorantes, en su totalidad, miocénicos y cuaternarios, exclusivamente continentales.

Destaca la formación "Facies Roja de Toro" de gran extensión en la zona de Toro, rematando, al Sur de ésta, los escarpes del Duero. Está constituida por conglomerados de matriz gredosa de color intenso, poco compactos. Presentan estratificaciones cruzadas abundantes, paleocanales e intercalaciones de areniscas y limos también rojos, así como lechos carbonatados. Pese a su marcada tonalidad, puede presentar variaciones, por lo general hacia colores amarillentos. Las areniscas son mas frecuentes hacia el techo de la serie, pudiendo observarse en su base episodios ferruginosos

Los depósitos cuaternarios más importantes del área corresponden a las terrazas del río Duero y a su llanura aluvial actual, ninguno de los cuales afecta a la zona de estudio.

El área presenta un relieve alomado correspondiéndose con una superficie suavemente ondulada y pendientes moderadas, aproximadamente del 5%. Aparece normalmente disectada por pequeños cursos de agua intermitentes y esporádicos, que dan lugar a valles de encajamiento con pendientes moderadas, siendo éste el elemento geomorfológico más relevante y destacado

El drenaje de la "Facies Roja de Toro" se efectuará principalmente por escorrentía superficial dado que la matriz gredosa del material detrítico que lo componen no es muy permeable.

3. TRABAJOS REALIZADOS

De acuerdo con el programa previsto, el examen y reconocimiento del subsuelo se ha llevado a cabo mediante la realización de seis calicatas y tres ensayos de penetración dinámica tipo Borros. Sobre las muestras extraídas en dichas calicatas, se han realizado una serie de ensayos en el laboratorio. Además se tienen en cuenta aquí los resultados de prospecciones realizadas para otros trabajos próximos a la zona estudiada.

3.1. En campo

3.1.1. Reconocimiento geotécnico del terreno

Se ha procedido al reconocimiento, sobre el terreno, de los diversos materiales aflorantes en la zona, de su litología, disposición estructural, geomorfología y características hidrogeológicas generales, mediante las técnicas habituales de geología de superficie.

3.1.1.1. Calicatas

Como medio más idóneo para el estudio de los primeros metros del subsuelo, se ha procedido a realizar varias calicatas, situadas en el entorno más próximo del propio solar de la EDAR y en el colector principal (ver plano de situación general del solar y de los trabajos realizados nº 02369/01 en anexos), con el objeto de reconocer "in situ" las características de los materiales que servirán de apoyo a la cimentación. Los perfiles litológicos de dichas calicatas se encuentran en los anexos, nº 02369/02.

Se ha realizado además una exhaustiva recopilación bibliográfica y se ha incorporado al estudio la experiencia geotécnica de la que se dispone, por anteriores actuaciones en esta misma zona. En este mismo sentido se ha utilizado información geotécnica relativa al estudio geotécnico que C.T.A., S.A. está realizando para el *proyecto de construcción de la carretera N-122 de Zaragoza a Portugal por Zamora; Tramo: Tordesillas-Zamora; Subtramo: Villaester-Toro* de donde se han interpolado datos de gran validez.

3.1.1.2.Toma de Muestras

La naturaleza cohesiva del terreno natural en los niveles más superficiales, ha permitido la toma de muestras en las calicatas. Las profundidades correspondientes figuran en los anexos nº 02369/02.

3.1.1.3. Ensayos de penetración dinámica

De acuerdo con el programa previsto, el reconocimiento del terreno y la correlación entre los distintos puntos de investigación, se ha apoyado mediante ensayos de penetración dinámica tipo Borros (Anejo nº 02369/03)

El ensayo continuo de penetración dinámica, consiste en clavar en el terreno una puntaza maciza de hierro, situada en el extremo de una varilla. La hinca se consigue golpeando el conjunto en su parte superior con una maza en caída libre. Este varillaje tiene un diámetro inferior al de la puntaza para evitar, en lo posible, el rozamiento del mismo con el suelo. En este ensayo la puntaza es prismática, de base cuadrada, con un área de 16 cm^2, una altura de 4 cm y ángulo de 45º en el vértice.

El varillaje tiene un diámetro de 32 mm y la maza tiene un peso de 65 Kg y se deja caer desde una altura de 50 cm. La resistencia del terreno a la penetración dinámica, se expresa por el número de golpes necesarios para clavar la varilla una longitud de 20 cm. Dicho número de golpes se designará, en lo sucesivo por N_{20}.

Con este método de penetración dinámica, se determinan las presiones de trabajo admisibles, por consideración de rotura del terreno, en función del golpeo y nivel de apoyo de la cimentación. Además, se deberá siempre comprobar si los asientos que pueden producirse son admisibles para las presiones de trabajo obtenidas (problema común a todos los penetrómetros).

Mediante correlaciones apropiadas y bien contrastadas entre este método y otros como el SPT se pueden estimar, con precisión suficiente, parámetros geotécnicos tales como la densidad del terreno y su ángulo de rozamiento interno.

La velocidad de golpeo de la maza es siempre de 30 golpes por minuto. Se dará por finalizado el ensayo cuando dadas 2 andanadas, de 100 golpes cada una, la penetración obtenida sea igual o inferior a 5 cm en cada una de ellas por separado.

Cálculo de resultados

Con base en los resultados del ensayo de penetración Borros, se puede calcular la resistencia dinámica del terreno utilizando la fórmula holandesa de hincar:

$$Q_d = \frac{P_m^2 \times H}{(P_m + P_p) A \, 20 / N_{20}}$$

donde:

Q_d = Resistencia dinámica unitaria en Kg/cm^2.

P_m = Peso de la maza (65 Kg).

H = Altura de caída libre (50 cm).

P_p = Peso de la puntaza y cabeza de golpeo (1,5 Kg) + varillas (8,84 Kg/m)

A = Sección de la puntaza (16 cm^2).

$20/N_{20}$ = Penetración por golpe (cm).

Según Buisson (1952) el valor de la resistencia dinámica Q_d puede correlacionarse con la resistencia unitaria en punta R_p mediante un coeficiente que varía entre 0,50 y 0,75 según el tipo de terreno. Excepcionalmente este coeficiente puede alcanzar el valor 0,3 en suelos de consistencia blanda o aproximarse a 1,0 en suelos granulares muy compactos, con partículas gruesas.

Según G. Sanglerat (1965): "en los casos más corrientes de las cimentaciones de base ancha, en terreno homogéneo, se obtiene un orden de magnitud de la presión de trabajo admisible para el suelo, dividiendo por 20 la resistencia dinámica dada por el ensayo con el penetrómetro".

Esta opinión coincide con la expresada por la fórmula de Meyerhof (1975) para el caso de arenas que dice que: "la presión de trabajo admisible es aproximadamente igual al asiento en pulgadas, multiplicado por la resistencia en punta y dividido por 40".

Resultados obtenidos

En los gráficos de los anexos se representan los resultados obtenidos en esta campaña, mientras que la situación en planta de los ensayos realizados puede consultarse en el plano de situación adjunto al final de la presente memoria.

Se han alcanzado, en este caso, las siguientes profundidades antes de rechazo:

PENETRÓMETRO	PROFUNDIDAD ALCANZADA (m)
PD-1	5.20
PD-2	4.60
PD-3	5.40

La observación detenida de los diagramas de penetración, el reconocimiento "in situ" del material atravesado mediante las calicatas realizadas, así como el conocimiento previo de la geología y geotecnia de este sector, nos permiten interpretar lo siguiente con relación a la resistencia a la penetración obtenida:

Todos los ensayos de penetración dinámica atraviesan las capas más superficiales del terreno conformadas por tierra vegetal o rellenos (con valor de N_{20} medio = 4), o terreno natural contaminado (con valor de N_{20} medio < 8). A medida que se profundiza en terreno natural de arenas gruesas algo arcillosas con cantos, el golpeo crece hasta un N_{20} = 8-22. Por debajo de 2,00-2,20 m el sustrato areno-limoso aparece consistente y firme, con golpeos N_{20} = 40-50 crecientes en profundidad.

De acuerdo con los resultados obtenidos se deduce una gran homogeneidad en cuanto al número y de niveles geotécnicos identificados en la parcela, existiendo una buena correlación tanto en la vertical como en la horizontal

En este sentido, si bien de acuerdo con los ensayos de penetración dinámica se ha identificado la presencia de este nivel granular en todos los casos, la profundidad a la que se ha obtenido el rechazo a la penetración es muy variable, dependiendo de la presencia de bolos de gran tamaño que, al no poder ser atravesados por la puntaza han producido el rechazo. Por este motivo, el rechazo en este caso no debe ser interpretado como debido a la presencia de un nivel más denso.

3.1.1.4. Reconocimientos de campo. Edificaciones y Construcciones Vecinas

Con el fin de disponer de una información más completa y detallada, se han realizado reconocimientos visuales de zonas próximas a la EDAR existente, aprovechando para ello áreas natural o artificialmente expuestas como taludes, cortes en arroyos, etc. en las que se han podido tomar datos sobre el tipo de material, grado de estabilidad natural, alteración superficial e interna, espesor de los mantos de tierra vegetal, etc.

Simultáneamente, se procede a inspección visual de las instalaciones y construcciones próximas, sin que de las mismas se deriven observaciones de patologías o daños que puedan achacarse a un deficiente comportamiento de las cimentaciones. Otro tanto cabe decir de las pequeñas obras de fábrica o auxiliares como muros, pavimentos, etc. en los que no se aprecian deformaciones ni agrietamientos.

3.2. En laboratorio

Sobre la base del perfil del terreno, obtenido de la testificación del material extraído en las calicatas, se han seleccionado muestras representativas para ser examinadas en laboratorio, realizándose los oportunos ensayos de clasificación y caracterización: granulometría por tamizado, límites de Atterberg y contenido en sulfatos.

Se hace uso también en este apartado del anteriormente citado *proyecto de construcción de la carretera N-122 de Zaragoza a Portugal por Zamora; Tramo: Tordesillas-Zamora; Subtramo: Villaester-Toro.*

- *Granulometrías.*

La determinación de los distintos tamaños que constituyen los materiales analizados se ha efectuado por tamizado (ver *anexos*, nº 02369.04). Los parámetros característicos del material son:

Calicata/ Nº	Profundidad (m)	Gravas (%)	Arenas (%)	Finos (Li+Ac) (%)	D_{50} (mm)
C-1	1,90	77	13	10	7,5
C-3	2,0	54	36	10	2,5

A la vista de estos resultados, se pone de manifiesto que entre los materiales más superficiales, aparecen detríticos de grano medio, del tipo gravillas y arenas limosas-arcillosas con mezclas de grava, en los que el porcentaje de la fracción limo-arcillosa (< 0,080 mm) se sitúa en un 10 %.

- Límites de Atterberg

Se han realizado ensayos de límite líquido y límite plástico, cuyos resultados medios son lo siguientes:

- Límite líquido: 40,9 %.
- Límite plástico: 18,4 %.
- Índice de plasticidad: 22,4 %.

A la vista de estos resultados, se pueden clasificar los finos de los materiales analizados, como limos y arcillas inorgánicas, de media-alta plasticidad.

- Clasificación de Casagrande

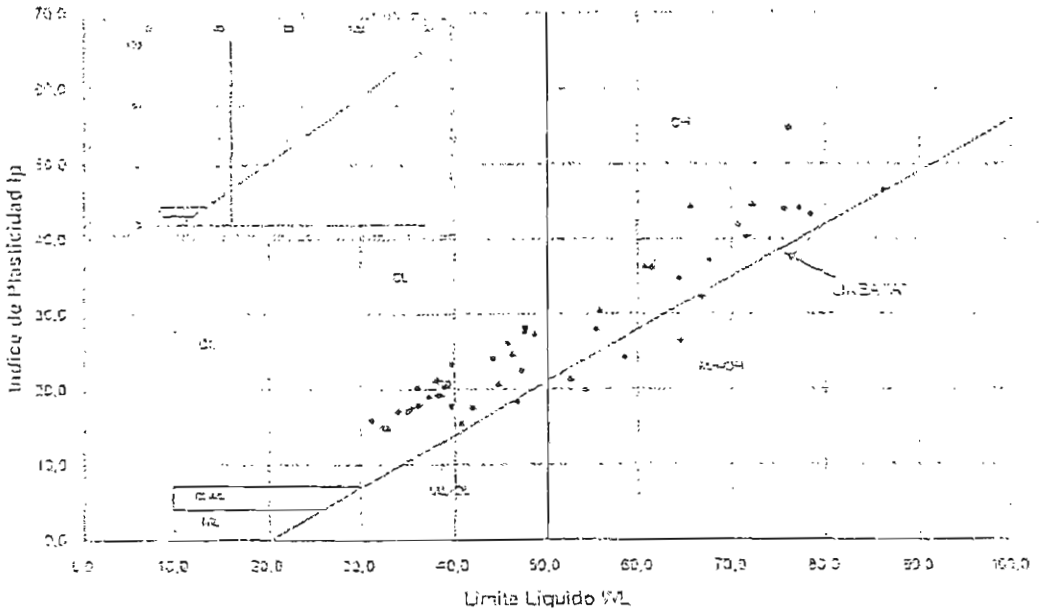
En función de los resultados obtenidos en laboratorio y a partir de los ensayos granulométrico y de límites de Atterberg, la muestra ensayada se puede clasificar como arenas arcillosas y/o mezclas de arena y arcilla (SC).

A modo de resumen pueden darse las características geotécnicas generales de la Unidad Geotécnica "Facies Roja de Toro":

Litología: Serie constituida por arenas, gravas y conglomerados. Se trata de un

Estos materiales presentan una ripabilidad del tipo I, es decir podrán ser excavados mediante excavadora. Posee una permeabilidad media-baja, en función del contenido variable de finos, por lo que el drenaje será superficial, principalmente por escorrentía. Este hecho provoca que en zonas eminentemente llanas se produzcan encharcamientos importantes.

DIAGRAMA DE PLASTICIDAD



4. ANALISIS GEOTECNICO.

En este capítulo se analizan las principales características geotécnicas de los materiales investigados y su incidencia en las obras que se proyectan.

4.1. Corte litológico del terreno

Se hará aquí un comentario más detallado de las características geotécnicas de cada uno de los niveles que constituyen el subsuelo de la zona objeto de estudio, indicando además los parámetros geotécnicos asignables a los mismos. Estos parámetros se han obtenido principalmente en los trabajos de campo, laboratorio y gabinete además de la experiencia que se tiene sobre estos materiales. Como se ha comentado con anterioridad, también se utiliza información obtenida en otros trabajos realizados próximos a la zona de estudio que nos ocupa.

La disposición estratigráfica de los distintos niveles que a continuación se describen se recoge en los perfiles estratigráficos del terreno en el plano: corte litológico del terreno nº 02369/02 de los anejos.

* NIVEL "A": Nivel de tierra vegetal floja

Es el nivel más superficial que aparece en toda la zona de forma homogénea y con un espesor medio de 0,6 m. visto en las calicatas. Está constituida por fracciones finas limosas y arcillosas de color marrón y gris oscuro, englobando pequeños cantos y restos de raíces que lo caracterizan.

Por su escaso espesor, heterogeneidad, baja compacidad, reducida resistencia al corte y elevada compresibilidad, este nivel no es adecuado para apoyar sobre él cualquier tipo de cimentación, por lo que será conveniente excavarlo y en su caso acopiar para otros fines como por ejemplo ajardinamiento.

Los parámetros geotécnicos que caracterizan a este nivel son:

$C = 0\ T/m^2$

$\phi = 10^\circ$

$\gamma = 1{,}75\ T/m^3$

* NIVEL "B": Nivel de limos arenosos y arenas algo limosas

Debajo de los anteriores materiales de recubrimiento (tierra vegetal) y hasta una profundidad variable entre 0,90 y 2,20 m, aparece un terreno constituido por limos arenosos hasta arenas finas y algo limosas, de color marrón, que engloban por lo general cantos de pequeño tamaño dispersos y alguna raíz a techo. Presentan compacidad variable, aunque por lo general baja. Este nivel limo-arenoso presentan un espesor variable entre 0,30 m y 1,50 m (máximo registrado en la calicata C-2).

Por su escaso espesor y disposición geométrica de este nivel en la parcela estudiada se puede deducir para los mismos un origen por alteración "in situ" del nivel areno-arcilloso infrayacente. Son materiales que, en conjunto, pueden calificarse como poco compactos y en general flojos.

Por su escaso espesor, baja compacidad y origen de alteración, no se recomienda apoyar la cimentación del edificio a realizar sobre este nivel.

Este nivel se caracteriza por los siguientes parámetros geotécnicos:

$C = 0\ T/m^2$

$\phi = 10^\circ$

$\gamma = 1{,}75\ T/m^3$

* NIVEL "C": Nivel de arenas limo-arcillosas. Sustrato terciario

Desde la profundidad mínima de 0,90 m en la calicata C-1 y máxima de 1,50 m en la calicata C-2, aparece un nivel de arenas limo-arcillosas de color marrón-rojizo, que engloban cantos por lo general de pequeño tamaño y naturaleza cuarcítica. Este nivel ha sido observado en ambas calicatas hasta el final de las mismas y desde las profundidades anteriormente citadas.

Presentan una compacidad media-alta, siendo ésta creciente con la profundidad, y constituyen el sustrato terciario más próximo a la superficie en la zona investigada.

Caracterizan a estos materiales los siguientes parámetros geotécnicos:

Parámetro geotécnico	Variación total obtenida
- Límite líquido	40-55 %
- Índice de plasticidad	25-36 %
- Pasa T-0,080 UNE	5-35 %
- Retenido T-2 UNE	15-55 %
- Humedad natural	12 %
- Densidad seca	1,85 gr/cm^3
- Densidad aparente	1,98 gr/cm^3
- Rotura a compresión simple	1,2-10 Kg/cm^2
- Índice de compresión (Cc)	0,04-0,13
- Cohesión	0,25-0,50 Kg/cm^2
- Ángulo de rozamiento interno	29-55 °
- Porosidad: n	38 %
- Grado de saturación: Sr	51 %

4.2. Nivel freático

Durante la realización de las calicatas nos se ha registrado nivel freático estable a la profundidad alcanzada por los reconocimientos

Esta situación hidrogeológica se debe fundamentalmente al contenido en finos de los materiales que constituyen el subsuelo de la parcela investigada, en particular de los niveles arena-limosos y arena-arcillosos, y que les confiere cierta impermeabilidad.

4.3 Capacidad portante y deformabilidad

El terreno de cimentación que nos ocupa, formado por arenas limo-arcillosas, presenta un contenido moderado en finos (% < # 0,08) y son las características geotécnicas de éstos las que se deben de tener en cuenta. En este mismo sentido para calcular la carga de hundimiento y posteriormente la carga admisible puede estudiarse el terreno como si se tratara de un suelo cohesivo.

A corto plazo (condición $\phi = 0$) la expresión que da la carga de hundimiento es:

$$q_h = cNc + \gamma Df Nq \quad (1)$$

Siendo $c = \frac{1}{2} q_u$, γ la densidad del terreno, Df la profundidad del plano de cimentación, respecto de la base superior de la zapata y Nc y Nq los factores de capacidad de carga que en el caso de $\phi = 0$ valen 5,14 y 1 respectivamente. La presión de hundimiento a largo plazo ($\phi > 0$) suele ser más elevada que a corto plazo, por lo que la situación más crítica es la inicial, nada más aplicar la carga.

Para el caso del "nivel C" se ha ponderado un dato de compresión simple algo conservador de 2,5 Kg/cm^2 = 25 T/m^2 y una densidad del terreno media de 1,76 T/m^3. Además se ha adoptado una profundidad máxima de cimentación de 3 m. con el objeto de asegurar el apoyo de la cimentación sobre el nivel mencionado. Con todo ello y aplicando la expresión (1), se obtiene:

$$q_h = 12,5 \times 5,14 + 1,76 \times 3,0 \times 1 = 69,53 \text{ T/m}^2 = 6,9 \text{ Kg/cm}^2$$

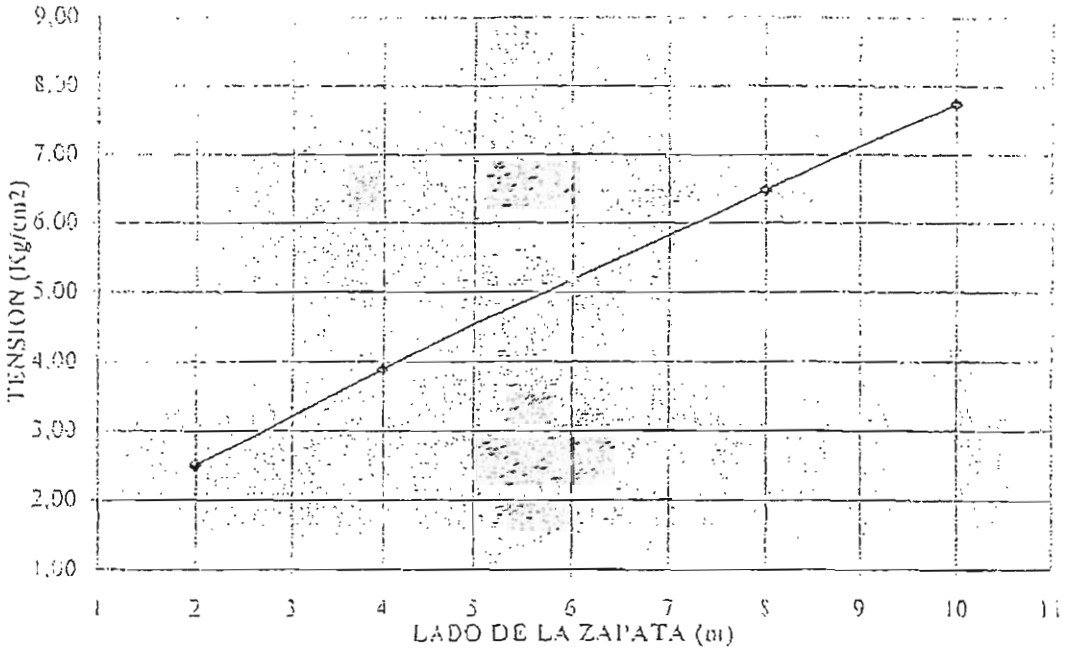
Si se adopta, como es habitual, un factor de seguridad de FS = 3 la carga admisible por consideración de rotura del terreno a corto plazo es:

$Q_{adm} = q_u/3 = 2{,}3$ Kg/cm^2.

Por lo que se considera conveniente no superar como carga admisible máxima del terreno la de 2 Kg/cm^2.

En el siguiente gráfico se recoge la máxima tensión por consideración de rotura para diferentes lados de zapata cuadrada.

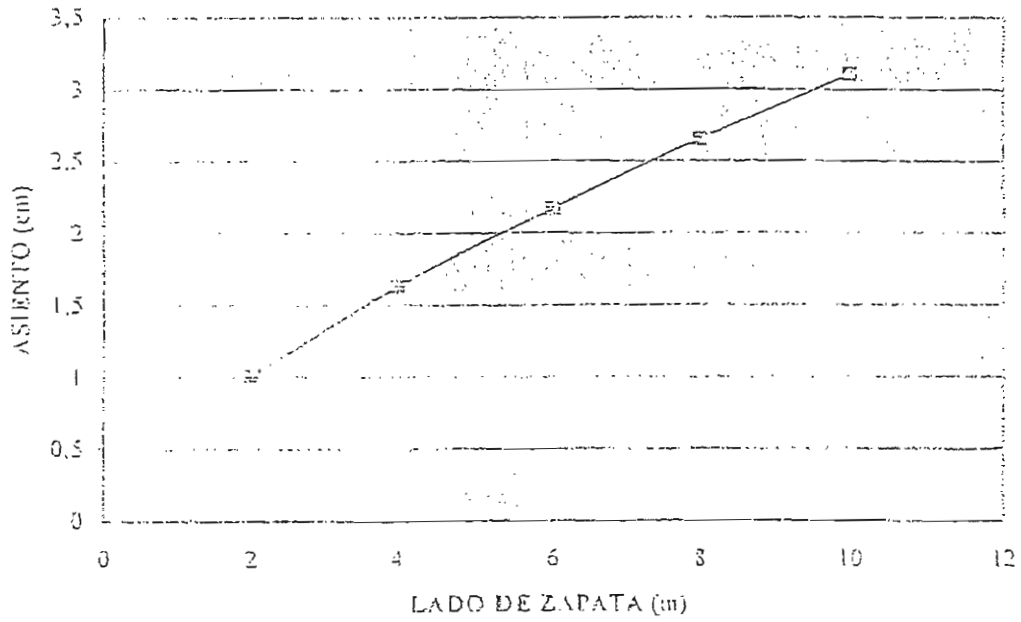
TENSION EN ZAPATAS CUADRADAS EN EL NIVEL "C" PARA UN FACTOR DE SEGURIDAD FS=3 POR CONSIDERACION DE RESISTENCIA AL CORTE



Como puede observarse, para zapatas tipo de 2 x 2 m, con carga vertical centrada, la máxima tensión aplicable, para no superar la resistencia al corte, es de 2,50 Kg/cm^2 con un factor de seguridad de FS=3.

Dado que la cimentación debe cumplir además con la condición de asiento admisible, se ha evaluado dicho asiento mediante el método de Burland y Burbidge (1987) obteniéndose los resultados que se recogen en el siguiente gráfico:

ASIENTOS INSTANTÁNEOS EN ZAPATAS CUADRADAS
SOBRE TERRENO "C" CON UNA TENSION DE 2.50 Kg/cm2



Del gráfico anterior se desprende que para tensiones máximas sobre el terreno del orden de 2.5 Kg/cm^2 los asientos instantáneos alcanzan 2,17 cm para zapatas de hasta 6 x 6 m. Este hecho se traduce en que si se considera aceptable un asiento máximo instantáneo de hasta 2,54 cm (la pulgada clásica) entonces se puede admitir como tensión máxima de trabajo la de 2,5 Kg/cm^2 para zapatas de has unos 7 m de lado. Zapatas de mayores dimensiones precisarán de una reducción de la tensión de trabajo para cumplir simultáneamente las condiciones de resistencia al corte y deformabilidad.

Por todo la anterior, consideramos que la tensión máxima admisible para zapatas desplantadas en este nivel geotécnico es del orden de 2,5 Kg/cm^2.

4.4. Tipología de cimentación

Para estar correctamente diseñada una cimentación debe cumplir todas las condiciones siguientes:

- Transmitir al terreno las cargas con deformaciones (asientos) tolerables, garantizando una seguridad suficiente frente a la rotura o hundimiento.
- Poseer suficiente resistencia como elemento estructural.
- No resultar afectada por la eventual agresividad del terreno.
- Estar suficientemente protegida frente a las modificaciones naturales o artificiales del entorno (helada, cambios de volumen, variaciones del nivel freático, efectos dinámicos, excavaciones próximas, etc.).

Teniendo en cuenta lo anterior y a la vista de los valores de capacidad portante obtenidos anteriormente, se deduce que las instalaciones y edificios a construir en la parcela investigada puede cimentarse superficial y directamente mediante losas o zapatas en muros exteriores y zapatas aisladas en pilares interiores debidamente arriostradas a las zapatas perimetrales para evitar asentamientos diferenciales.

Las zapatas se deberán empotrar en el nivel geotécnico C, en torno a los 2,5-3,0 m. de profundidad con respecto a la superficie actual del solar, y transmitir al terreno de cimentación una carga máxima admisible de 2-2,50 Kg/cm^2.

NIVEL "A": Nivel de tierra vegetal floja y rellenos

Es el nivel más superficial que aparece en toda la zona de forma homogénea y con un espesor medio de 0,7 m. visto en las calicatas. Está constituido por fracciones finas limosas y arcillosas de color marrón y gris oscuro, englobando pequeños cantos y restos de raíces que lo caracterizan. En alguna zona de la parcela aparecen rellenos heterogéneos flojos. Presenta un N_{20} Borros = 4-6

Por su escaso espesor, heterogeneidad, baja compacidad, reducida resistencia al corte y elevada compresibilidad, este nivel no es adecuado para apoyar sobre él cualquier tipo de cimentación, por lo que será conveniente excavarlo y en su caso acopiar para otros fines como por ejemplo ajardinamiento.

Los parámetros geotécnicos que caracterizan a este nivel son:

$C = 0\ T/m^2$
$\phi = 10°$
$\gamma = 1{,}75\ T/m^3$

NIVEL "B": Nivel de limos arenosos y arenas algo limosas

Debajo de los anteriores materiales de recubrimiento (tierra vegetal y rellenos) y hasta una profundidad variable entre 1,50 y 2,20 m, aparece un terreno constituido por limos arenosos hasta arenas finas y algo limosas, de color marrón, que engloban por lo general cantos de pequeño tamaño dispersos y alguna raíz a techo. Presentan compacidad variable, aunque por lo general media-baja, con golpeos N_{20} Borros = 7-22. Este nivel limo-arenoso presentan un espesor variable entre 1,10 m y 1,30 m (máximo registrado en la calicata C-2). En ocasiones se presentan gravas poligénicas precheadas con matriz arenosa

Por su escaso espesor y disposición geométrica de este nivel en la parcela estudiada se puede deducir para los mismos un origen por alteración "in situ" del nivel areno-arcilloso infrayacente. Son materiales que, en conjunto, pueden calificarse como poco compactos y en general flojos.

Por su escaso espesor, baja compacidad y origen de alteración, no se recomienda apoyar la cimentación del edificio a realizar sobre este nivel.

Este nivel se caracteriza por los siguientes parámetros geotécnicos:

$C = 0\ T/m^2$
$\phi = 10°$
$\gamma = 1{,}75\ T/m^3$

NIVEL "C": Nivel de arenas limo-arcillosas. Sustrato terciario

Desde la profundidad mínima de 1,50 m en la calicata C-1 y máxima de 2,20 m en la calicata C-2, aparece un nivel de arenas limo-arcillosas de color marrón-rojizo, que engloban cantos por lo general de pequeño tamaño y naturaleza cuarcítica. Este nivel ha sido observado en ambas calicatas hasta el final de las mismas y desde las profundidades anteriormente citadas.

Presentan una compacidad media-alta, con N_{20} Borros = 30-40, siendo ésta creciente con la profundidad, y constituyen el sustrato terciario más próximo a la superficie en la zona investigada.

- Durante la realización de las calicatas no se ha registrado nivel freático estable a la profundidad alcanzada por los reconocimientos. Esta situación hidrogeológica se debe fundamentalmente al contenido en finos de los materiales que constituyen el subsuelo de la parcela investigada, en particular de los niveles areno-limosos y areno-arcillosos, y que les confiere cierta impermeabilidad.

- El estudio de la capacidad portante de los diferentes niveles de terreno basado en sus características geotécnicas, arroja los siguientes resultados:

  "NIVEL A": No se considera como terreno de cimentación.
  "NIVEL B": No se considera como terreno de cimentación.
  "NIVEL C": Se considera terreno firme. $Q_{máx}$ adm = 2,5 Kg/cm^2

* Las instalaciones y edificios a construir en la parcela investigada puede cimentarse mediante zapatas corridas en muros, zapatas aisladas en pilas o apoyos puntuales o mediante losa en elementos de mayor tamaño para evitar asientos diferenciales. Las zapatas se deberán empotrar en el nivel geotécnico C, en torno a los 2,5-3,5 m. de profundidad con respecto a la superficie actual del solar, y transmitir al terreno de cimentación una carga máxima admisible de 2 a 2,5 Kg/cm^2.

* Según el los valores del índice de compresión, el "nivel C" presenta una compresibilidad baja, por lo que los asientos que se puedan producir serán admisibles para el tipo de construcción que se pretende realizar (< 1,5 cm).

* Es recomendable, verter hormigón de limpieza antes de colocar las armaduras de las zapatas.

* Se recomienda prestar una atención muy especial al diseño de los drenajes y de cualquier tipo de red de conducción de agua, evitando al máximo las fugas accidentales y en general cualquier aporte de agua al terreno de cimentación, siendo aconsejable la construcción de las conducciones con elementos flexibles, como tubos de PVC, así como la ejecución de algún tipo de acera o pavimento impermeable que circunde la edificación, dado el carácter plástico de la fracción fina del terreno sobre el que se cimenta.

* No se considera necesario, hacer uso de un cemento sulforresistente para el hormigón de las cimentaciones y obras de fábrica en contacto permanente con el suelo, ya que el contenido en sulfatos en el terreno es inferior a 0,1 %.

* Debe tenerse en cuenta que las labores realizadas son reconocimientos puntuales por lo que en la correlación entre los mismos existe un cierto grado de extrapolación, sólo válido si se confirma al abrir las excavaciones destinadas a las obras y cimentaciones.

En Zaragoza, a 16 de diciembre de 2001

Fdo.: JUAN L. ALONSO SALINAS
Licenciado en CC. Geológicas
Colegiado nº 4348

Fdo. MIGUEL A. PÉREZ PICALLO
Licenciado en CC. Geológicas
Colegiado nº 3149

Vº Bº

Fdo.: JESÚS M. RICO ROMERO
Licenciado en CC. Geológicas
Colegiado nº 1405

Ref. Informe: 02369-GT. ESTUDIO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO PARA EL PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE LA E.D.A.R. DE TORO (ZAMORA).
DISEÑOS HIDRÁULICOS Y AMBUIENTALES, S.A.