

**MEMORIA Y ANEJOS DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA. CONDUCCIÓN DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN Y NUEVA ETAP**

Nº EXP: 09.322-0380/2111

**ANEJO Nº04. GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**



## ÍNDICE

1.	ANTECEDENTES.....	5
2.	MARCO GEOLÓGICO GENERAL.....	5
2.1	INTRODUCCIÓN.....	5
2.2	ESTRATIGRAFÍA.....	6
2.3	TECTÓNICA.....	6
2.4	GEOMORFOLOGÍA.....	7
2.5	SISMICIDAD.....	7
2.6	HIDROGEOLOGÍA.....	7
3.	DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS.....	8
3.1	CAMPAÑA 2010.....	8
3.2	CAMPAÑA 2022.....	9
3.2.1	Campaña Geotécnica Línea Eléctrica Media Tensión.....	9
3.2.2	Campaña Geotécnica Conducción.....	9
3.2.3	Campaña Geotécnica Edificio ETAP.....	9
4.	RESUMEN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS.....	10
5.	CONCLUSIONES.....	12
5.1	RELLENO DE LA ZANJA DE LA CONDUCCIÓN.....	12
5.2	TALUDES DE EXCAVACIONES.....	12
5.3	CIMENTACIONES.....	13
5.4	AMBIENTE DE ATAQUE QUÍMICO AL HORMIGÓN.....	13

**APÉNDICE 1.** PLANOS DE UBICACIÓN DE LOS TRABAJOS DE LAS CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA. CONDUCCIÓN DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN Y NUEVA ETAP.

**APÉNDICE 2.** ESTUDIO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN. ENSAYA FEBRERO 2010.

**APÉNDICE 3.** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y CONDUCCIÓN EN HUESCA. ENSAYA DICIEMBRE 2022.

**APÉNDICE 4.** ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL APOYO DE LAS TORRES DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN HASTA LA NUEVA ETAP DE HUESCA. ENSAYA DICIEMBRE 2022.



## 1. ANTECEDENTES

En el año **2006**, y promovido por SODEMASA, (Sociedad para el Desarrollo Medioambiental de Aragón, S.A.U) se realizó el proyecto de “Potabilizadora en Huesca”, para el cual se desarrolló un estudio geotécnico, a través de la empresa ENSAYA, basado en dos sondeos realizados en la misma parcela en la que se ubica el edificio de la ETAP del presente proyecto. Este estudio se incorpora al posterior proyecto de 2010 que se explica a continuación.

En el año **2010** y promovido por Confederación Hidrográfica del Ebro, se realizó un primer proyecto de “Abastecimiento de Agua a Huesca Desde el Embalse de Montearagón”.

En febrero de 2010, la empresa ENSAYA, realizó un estudio geotécnico de la traza, al que incorporó la información obtenida de los sondeos anteriormente comentados, ya que el edificio de tratamiento de agua se ubica en la misma parcela.

Así mismo, por la similitud de la traza del presente proyecto a la del proyecto de 2010, el anterior estudio geotécnico sigue siendo vigente y ha sido utilizado para la redacción de este proyecto.

En diciembre de **2022**, se complementó la geotecnia original, con los estudios geotécnicos llevados a cabo en la zona de construcción de la ETAP, en la zona de la nueva implantación de la línea eléctrica de suministro a la ETAP y en diferentes puntos de la conducción complementando a los ya existentes.

En los apéndices del documento, se adjuntan los estudios realizados de las campañas 2010 y 2022.

## 2. MARCO GEOLÓGICO GENERAL

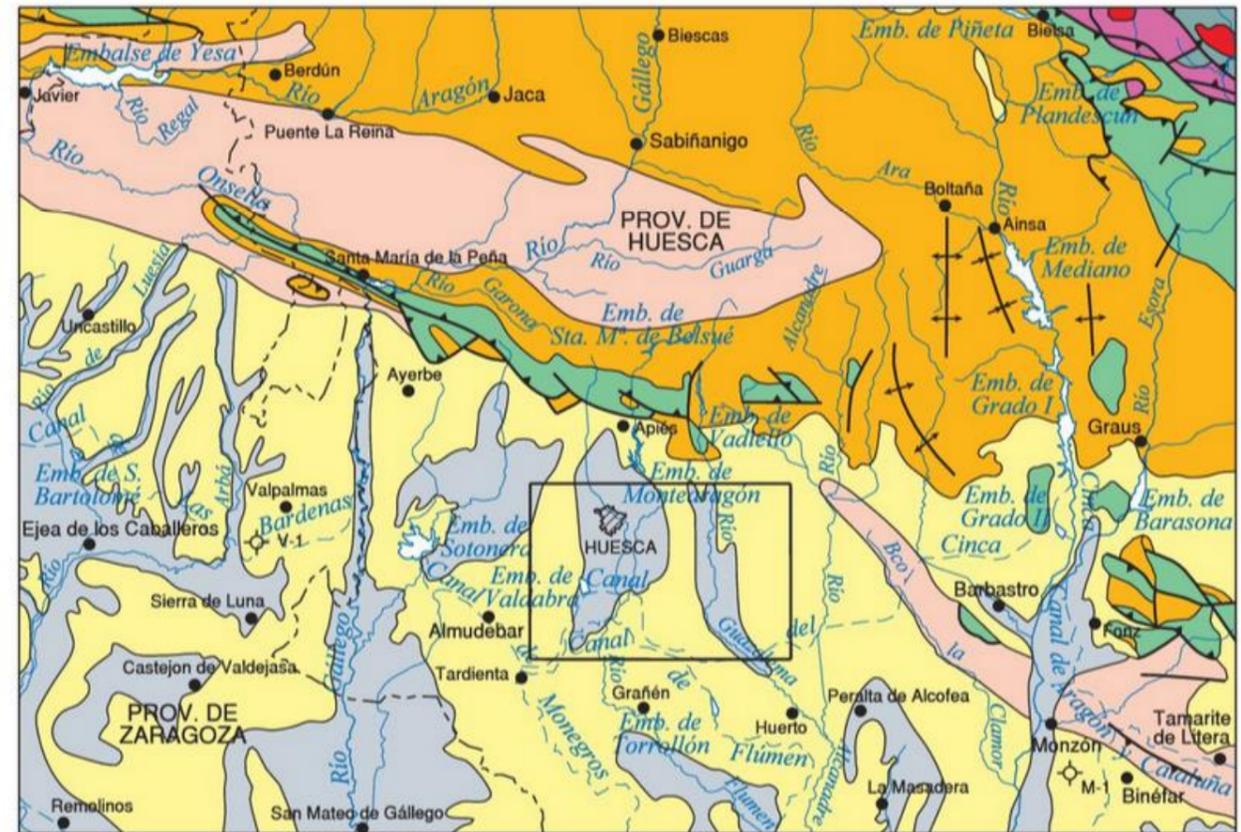
### 2.1 INTRODUCCIÓN

El primer trabajo realizado para la elaboración de este anejo ha sido la consulta de la bibliografía existente para hacer una recopilación y análisis de la información geológica y geotécnica disponible de la zona de estudio. Fundamentalmente se han consultado las hojas nº 248 “Apiés” y nº 286 “Huesca” a escala 1:50.000 de la serie MAGNA 50, editadas por el Instituto Geológico y Minero (IGME).

La zona estudiada se localiza en el sector septentrional de la Cuenca del Ebro, próxima al contacto con las sierras exteriores pirenaicas. La Cuenca del Ebro constituye la última fase evolutiva de la cuenca de antepaís surpirenaica, cuyos límites actuales se establecieron entre el Oligoceno superior y el Mioceno inferior.

El sector central de la Cuenca del Ebro se caracteriza por una estructura tabular, con índices de subsidencia menores que los sectores occidental y oriental. El relleno de la cuenca presenta una geometría de prisma abierto hacia Norte, y una disposición expansiva hacia el Sur, con los materiales más antiguos en el borde septentrional y los más modernos hacia el margen meridional.

### ESQUEMA REGIONAL



Escala 1:1.000.000

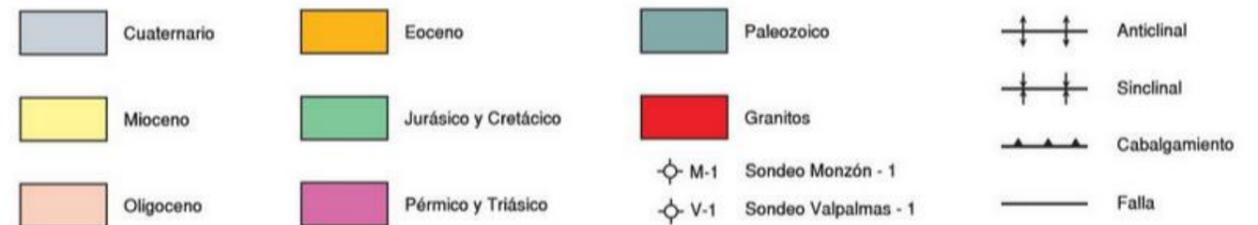


Figura 1 Esquema regional de la Hoja 286 “Huesca” de la serie MAGNA del IGME

Los materiales que afloran en zona que abarca este proyecto son de edad terciaria y cuaternaria, correspondientes a depósitos de origen continental. Los depósitos terciarios están constituidos por lutitas y areniscas de origen fluvial y procedencia pirenaica. Los depósitos cuaternarios están constituidos por gravas, arenas y lutitas. Su origen es fluvial (terrazas) y poligénico (glacis y aluvial-coluvial).

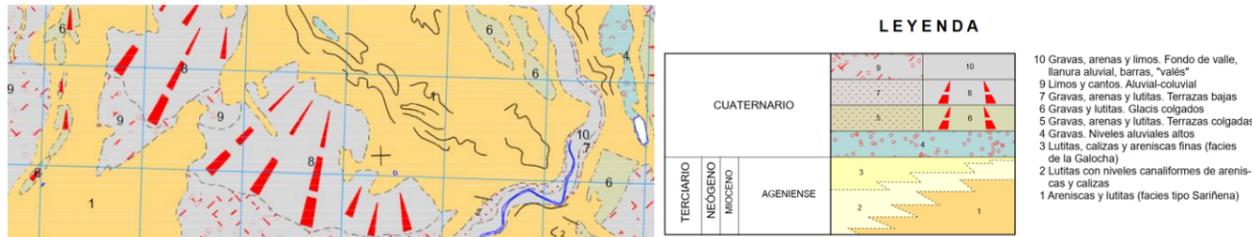


Figura 2 Detalle de la zona de estudio, tomado de la Hoja 286 de la serie MAGNA en formato digital, junto a su leyenda

En el Apéndice 2 se muestra una colección de planos con la cartografía geológica sobre la traza de la tubería. Es necesario reseñar que esta colección de planos se realizó con el trazado del proyecto del año 2010 si bien sigue siendo válida ya que el trazado de la tubería en el presente proyecto es prácticamente coincidente y atraviesa los mismos materiales que la propuesta en el proyecto de 2010.

## 2.2 ESTRATIGRAFÍA

En el terreno estudiado se encuentran materiales del sustrato Terciario, de edad Oligoceno-Mioceno, bajo un cierto espesor de suelos cuaternarios.

Los materiales del sustrato consisten en lutitas y lutitas arenosas ocre, grises y rojizas con intercalaciones de areniscas de grano medio a grueso de color ocre y gris. Se trata de materiales de origen continental, correspondientes a facies fluviales medias sedimentadas en canales trenzados con amplia extensión lateral, correspondiendo los niveles lutíticos a depósitos de llanura de inundación. Estos materiales se engloban en la denominada formación Sariñena (Quirantes, 1967) y se les atribuye una edad situada en el tránsito Oligoceno-Mioceno (Ateniense). Las lutitas y areniscas terciarias presentan una disposición estructural horizontal, o subhorizontal, con ligeros buzamientos hacia el Sur (inferiores a 5°).

Las lutitas son de color rojizo, marrón y gris. Se disponen en niveles tabulares de potencia desde centimétrica hasta de 10-15 metros, con extensión lateral kilométrica. Pueden ser masivas o laminadas, y a veces presentan estratificación lenticular. En ocasiones se encuentran bioturbadas, y pueden incluir nódulos y finos niveles de yeso nodular, así como contener restos fósiles y restos vegetales carbonosos.

Las areniscas son de tonos marrones, ocre o grises. Su tamaño de grano es desde muy fino a medio, y ocasionalmente grueso. Pueden aparecer en niveles tabulares o en cuerpos lenticulares o canaliformes. En ambos casos suelen ser superposiciones de varios cuerpos menores de la misma geometría. Los niveles tabulares tienen una potencia de entre 5 y 10 centímetros hasta 1 metro, llegando excepcionalmente a los 3 metros de potencia. Estos niveles presentan una continuidad lateral kilométrica. Las estructuras internas más comunes son la laminación paralela, la laminación de bajo ángulo o cruzada y los ripples. Los cuerpos lenticulares tienen una potencia variable entre 0,2 y 4 metros, y su extensión lateral suele ser métrica. Suelen ser paleocanales de base cóncava y techo plano, con estratificación cruzada en surco o masivos.

En el emplazamiento de la ETAP sobre los materiales del sustrato aparecen depósitos de glaciares pertenecientes al recubrimiento Cuaternario, procedentes de la erosión de los relieves septentrionales. Están constituidos por gravas con cantos de naturaleza fundamentalmente calcárea, con intercalaciones de niveles/ lentejones de arenas y de limos con fracción variable de arcilla y arena. Presenta un espesor detectado en los trabajos de reconocimiento entre 2,2 y 4,2 m.

La conducción discurre fundamentalmente sobre suelos cuaternarios, correspondientes a depósitos aluviales del río Flumen en su tramo inicial, suelos de génesis mixta aluvial- coluvial y sobre depósitos de glaciares en el entorno de la localidad de Quicena. Los depósitos aluviales están constituidos por gravas arenosas, y limos arenosos, que presentan espesores de entre 1,95 y 2,90 m, según las calicatas excavadas.

Hacia la parte final del tramo de conducción, se han encontrado unos materiales interpretados como rellenos de explanación. Están constituidos por limos con cantos y fragmentos de materiales terciarios, procedentes de excavaciones próximas.

## 2.3 TECTÓNICA

La zona estudiada se encuentra en la parte septentrional de la Cuenca terciaria del Ebro, que es la cuenca de antepaís sur de la Cordillera Pirenaica. Esta cuenca se encuentra limitada al suroeste por la Cordillera Ibérica, y al SE por la Cordillera Costero Catalana. Debido a esto, las profundidades de la base del Terciario incrementan su profundidad hacia el eje de la cordillera. En esta zona, la profundidad del sustrato pre-terciario se incrementa hacia el norte, estando localizada entre los 2600 y los 3000 metros.

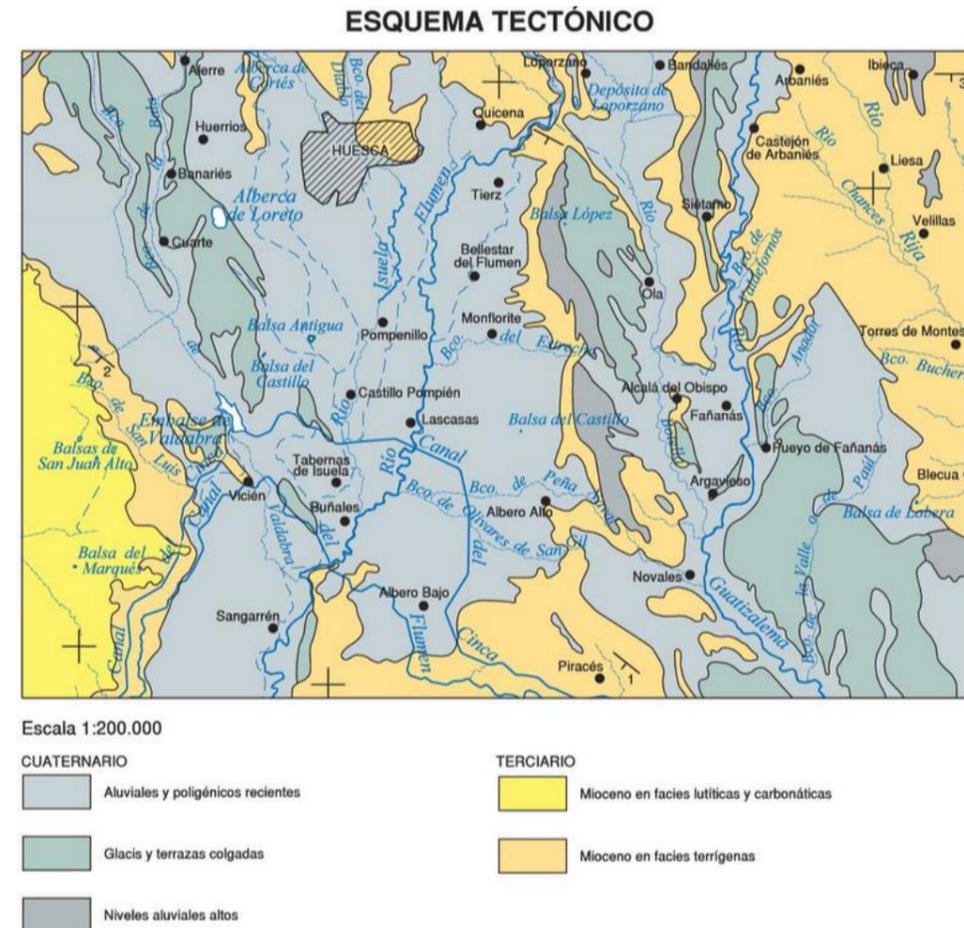


Figura 3 Esquema tectónico de la Hoja 286 "Huesca" de la serie MAGNA del IGME

En esta zona la estructura en superficie de los materiales terciarios es simple, de tipo monoclin (con buzamientos hacia el SO que no sobrepasan los 2º) o con capas horizontales. Cabe señalar que el sentido de los buzamientos observables en superficie es opuesto al deducido para el substrato en profundidad. En toda la zona no se han detectado pliegues o fallas de entidad cartografiada. Esta disposición sencilla es coherente con la edad reciente de las rocas terciarias en relación con el período de evolución de la Cordillera Pirenaica, y con su ya significativa lejanía del frente montañoso (casi 10 km).

## 2.4 GEOMORFOLOGÍA

En el río Flumen solo se reconocen tres niveles de terrazas, a poca altitud. La terraza baja (T1) suele disponerse a 1-2 m sobre el lecho actual, y su extensión lateral es reducida. La terraza 2 es discontinua, y se reconoce esporádicamente a unos 6-8 m sobre los cauces, presentando también poca extensión lateral. Los depósitos de estas terrazas enlazan lateralmente con los depósitos finos aluviales-coluviales de la Hoya. El escarpe de la terraza 2 suele estar notablemente retocado, con lo que frecuentemente forma únicamente un escalón de pendiente suave que enlaza con la terraza 1. La terraza 3 se reconoce a mayor altura, 25-30 metros sobre el cauce actual, pero no aparece en la zona de estudio, solo lo hace al sur de la ciudad de Huesca. Estas terrazas se caracterizan por una proporción elevada de materiales finos (esencialmente limos), que casi siempre son dominantes sobre las gravas. La terraza 1 puede tener hasta 3 m de espesor, y suele estar formada, en los ríos Isuela y Flumen, por un nivel basal de gravas masivas de algo menos de 1 m de espesor, seguido por un tramo de limos y arcillas con cantos dispersos o acumulados en pasadas de poca entidad. La terraza 2 suele tener unos 4-7 m de espesor y está asimismo dominada por limos y arcillas con cantos, pudiendo presentar cuerpos canaliformes de gravas de potencia decimétrica-métrica.

Los depósitos fluviales están constituidos fundamentalmente por gravas de procedencia pirenaica, generalmente bien organizadas y con cantos rodados. Como se ha visto, estos depósitos se han clasificado en varios niveles de terrazas en función de criterios geométricos y altitudinales. Los cauces actuales están constituidos por gravas y arenas, que pueden formar barras de morfología variada.

Aparecen también formaciones catalogadas como glacia, casi siempre asociados a las terrazas fluviales anteriormente descritas. Estos glacia arrancan de los relieves existentes, formados tanto por materiales terciarios como por terrazas más antiguas. Tienen siempre una cobertera sedimentaria bien desarrollada, correspondiendo a glacia de acumulación. Estos glacia flanquean las zonas actualmente deprimidas de la Hoya de Huesca u otras depresiones menores, donde suelen pasar a fondos de relieve más degradado y representados en el mapa como depósitos aluviales-coluviales. Estos fondos de depresión están recubiertos por un depósito de limos de origen variado, tanto aluvial, por crecidas de los ríos, como procedente de las vertientes montañosas adyacentes, y presentan un marcado retoque antrópico. Entre estos depósitos se encuentran frecuentes afloramientos del substrato terciario, que constituyen cerros de pequeña altura desprovistos de recubrimiento en su parte alta.

Un tipo particular de forma aluvial-coluvia diferenciado en la cartografía corresponde al fondo de valle de morfología plana, muy comunes en el somontano pirenaico, donde reciben la denominación de “vales”. Estos valles presentan un perfil suavemente cóncavo, y el fondo, con un relleno limoso, está incidido por los cursos de agua actuales, generalmente de funcionamiento ocasional. Esta incisión indica que estas formas no son funcionales en la actualidad. El fondo de las “vales” se aprovechan en agricultura, con lo cual presentan también una notable modificación antrópica.

## 2.5 SISMICIDAD

Para la consideración de la acción sísmica en el término municipal de Huesca es de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación (NCSE-02), publicada en el BOE el 11 de octubre de

2002. Dicho término municipal no figura en la relación del Anejo 1 de la citada Norma, de modo que la aceleración sísmica básica (ab) se considera inferior a 0,04 g.

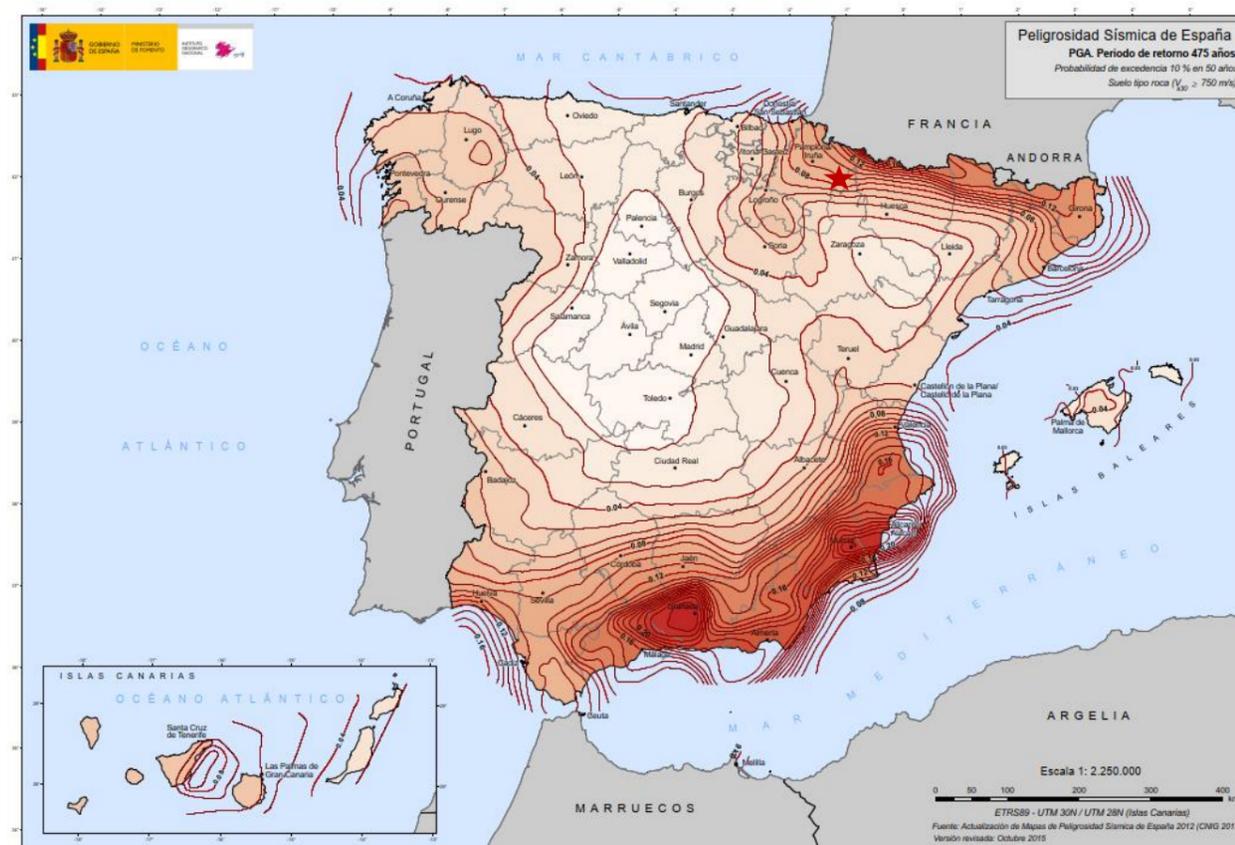


Figura 4 Mapa de peligrosidad sísmica de España. Octubre 2015

En el artículo 1.2.3 Criterios de aplicación de la norma, se especifica que no es obligatoria la aplicación de esta Norma cuando la aceleración sísmica básica (ab) sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad. Por lo tanto, en el término municipal de Huesca no es necesario aplicar la norma NCSE-02 para las obras previstas.

## 2.6 HIDROGEOLOGÍA

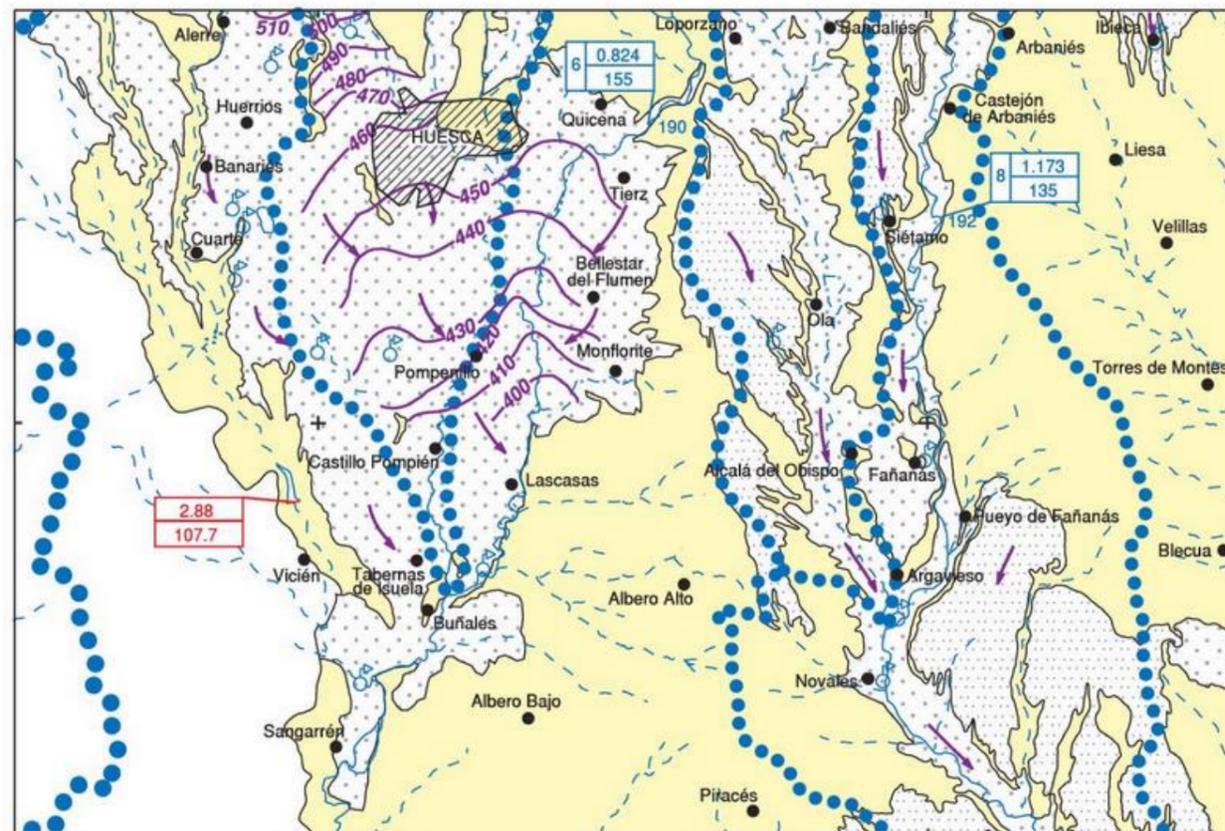
Hidrogeológicamente, la zona estudiada se emplaza en la cuenca del río Flumen, sobre la masa de agua subterránea “Hoya de Huesca” ES091MSBT055S00, en la que los acuíferos están constituidos por depósitos cuaternarios aluviales y de glacia. En concreto, en la parcela donde se emplazará la ETAP, al tratarse de un nivel de glacia desconectado de la red fluvial, no existe nivel freático estabilizado. En las calicatas excavadas en el tramo de conducción sobre depósitos aluviales, no se ha detectado nivel freático.

Se trata de una masa de agua subterránea que tiene un único acuífero eminentemente detrítico formado por los aluviales y glacia relacionados con los ríos Isuela y Flumen. Los materiales acuíferos se disponen sobre un sustrato

terciario de lutitas con intercalaciones de paleocanales de areniscas que puede no obstante comportarse localmente como un acuífero de muy baja permeabilidad.

Existe cierta compartimentación del acuífero debido al afloramiento del sustrato terciario. Sin embargo, la definición de la masa de agua subterránea se realiza con el supuesto de un reagrupamiento de afloramientos y atendiendo a criterios de explotación de las formaciones, dado que existe un número relativamente importante de captaciones de aguas subterráneas en este sector de los ríos Isuela y Flumen, si bien todas de pequeña entidad.

### ESQUEMA HIDROGEOLÓGICO



Escala 1:200.000



Figura 5 Esquema hidrogeológico de la Hoja 286 "Huesca" de la serie MAGNA del IGME

## 3. DESCRIPCIÓN DE LOS TRABAJOS

Se describe a continuación las características principales de cada uno de los trabajos de investigación geotécnica.

### 3.1 CAMPAÑA 2010

El estudio geotécnico del año 2010 plantea una campaña de investigación consistente en:

- Diecisiete (17) calicatas de reconocimiento distribuidas a lo largo del trazado para el estudio de los materiales de la zona.
- Tres (3) sondeos mecánicos a rotación de 8,00 m de profundidad y cuatro (4) ensayos de penetración dinámica distribuidos en diferentes cruces del río. Los ensayos de penetración se efectúan en los mismos puntos que los sondeos.
- Tres (3) ensayos de penetración dinámica en zonas de escombrera.

Se presenta como apéndice, un plano con la ubicación de todas las campañas geotécnicas. Los puntos de las prospecciones se han ubicado en coordenadas UTM, sistema ETRS 89, Huso 30.

Los datos de coordenadas que aparecen en la campaña de 2010 están referidos al sistema de coordenadas ED50, Huso 30, por lo que se han transformado al sistema ETRS89, para su representación en el plano. Los datos de coordenadas de la campaña de 2022 están referenciados con el sistema de coordenadas ETRS89, Huso 30.

Se presenta a continuación unas tablas con la transformación de coordenadas de la campaña 2010 (ED50 a ETRS89), para su justificación en la representación gráfica.

CALICATA	COORDENADAS ED50 HUSO 30. CAMPAÑA 2010		COORDENADAS ETRS89 HUSO 30		PROFUNDIDAD (m)
	X	Y	X	Y	
C-1	715.335,00	4.670.441,00	715.227,47	4.670.230,99	2,8
C-2	715.571,00	4.670.253,00	715.463,47	4.670.042,99	3,4
C-3	715.989,00	4.670.132,00	715.881,47	4.669.921,98	3,6
C-4	716.443,00	4.670.003,00	716.335,46	4.669.792,98	1,6
C-5	716.814,00	4.669.987,00	716.706,46	4.669.776,97	3,1
C-6	717.438,00	4.669.946,00	717.330,46	4.669.735,97	3,1
C-7	717.937,00	4.670.081,00	717.829,46	4.669.870,96	1,5
C-8	718.128,00	4.670.337,00	718.020,46	4.670.126,96	2,1
C-9	720.482,00	4.670.684,00	720.374,46	4.670.473,93	2,3
C-10	720.218,00	4.671.334,00	720.110,46	4.671.123,93	4,8
C-11	719.775,00	4.671.807,00	719.667,47	4.671.596,93	1,3
C-12	719.156,00	4.672.235,00	719.048,48	4.672.024,94	3,4
C-13	718.955,00	4.672.529,00	718.847,48	4.672.318,94	3,9

CALICATA	COORDENADAS ED50 HUSO 30 CAMPAÑA 2010		COORDENADAS ETRS89 HUSO 30		PROFUNDIDAD (m)
	X	Y	X	Y	
C-14	718.811,00	4.672.633,00	718.703,48	4.672.422,94	3
C-15	718.504,00	4.672.839,00	718.396,48	4.672.628,94	2,9
C-16	718.420,00	4.672.922,00	718.312,48	4.672.711,94	2,9
C-17	718.455,00	4.673.076,00	718.347,49	4.672.865,94	2,3

Listado de calicatas en coordenadas ED50, Huso 30, transformadas a ETRS89, Huso 30

SONDEO	COORDENADAS ED50 HUSO 30 CAMPAÑA 2010		COORDENADAS ETRS89 HUSO 30		PROFUNDIDAD (m)	NIVEL FREATICO
	X	Y	X	Y		
S-1	719.588,00	4.669.607,00	719.480,44	4.669.396,94	2,80	3,30
S-2	718.680,00	4.672.728,00	718.572,48	4.672.517,94	3,40	2,55
S-3	718.179,00	4.673.361,00	718.071,49	4.673.150,95	3,60	2,70

Listado de sondeos en coordenadas ED50, Huso 30, transformadas a ETRS89, Huso 30

PENETRACIÓN DINÁMICA	COORDENADAS ED50 HUSO 30 CAMPAÑA 2010		COORDENADAS ETRS89 HUSO 30		PROFUNDIDAD (m)
	X	Y	X	Y	
P-1	719.586,00	4.669.596,00	719.478,44	4.669.385,94	2,80
P-2	720.211,00	4.669.861,00	720.103,45	4.669.650,93	4,00
P-3	718.564,00	4.672.804,00	718.456,48	4.672.593,94	4,40
P-4	718.407,00	4.672.898,00	718.299,48	4.672.687,95	11,40
P-5	718.414,00	4.672.909,00	718.306,48	4.672.698,95	4,20
P-6	718.286,00	4.673.242,00	718.178,49	4.673.031,95	15,60
P-7	718.158,00	4.673.366,00	718.050,49	4.673.155,95	6,80

Listado de penetraciones dinámicas en coordenadas ED50, Huso 30, transformadas a ETRS89, Huso 30

### 3.2 CAMPAÑA 2022

En la campaña 2022, se pueden distinguir 3 trabajos diferenciados:

- Campaña geotécnica para los apoyos de la línea de media tensión de alimentación a la ETAP
- Campaña geotécnica de ampliación en la conducción
- Campaña geotécnica para el edificio de la ETAP

#### 3.2.1 Campaña Geotécnica Línea Eléctrica Media Tensión

El estudio pretende determinar las características geológicas y geotécnicas de los materiales que van a verse involucrados en la cimentación de los diferentes apoyos de las torres de media tensión de la nueva línea eléctrica que alimentará a las instalaciones de la ETAP.

Los trabajos de prospección del terreno que se han llevado a cabo son los siguientes:

- 4 calicatas con excavación, testificación y muestreo mediante retroexcavadora.
- 4 ensayos de Penetración dinámica tipo DPSH (en los mismos puntos que las calicatas)

Los puntos donde se han llevado a cabo estos trabajos vienen determinados por las siguientes tablas, extraídas del estudio:

Cata	Coordenadas		Profundidad (m)	Ensayo	X	Y	Profundidad (m)
	X	Y					
CT-01	715.056	4.670.384	2,10	P-1	715.056	4.670.384	2,15
CT-02	714.808	4.670.586	1,55	P-2	714.808	4.670.586	1,55
CT-03	714.411	4.670.902	3,00	P-3	714.411	4.670.902	3,90
CT-04	714.285	4.670.991	3,30	P-4	714.285	4.670.991	6,90

\*\* Coordenadas UTM en ETRS89, Huso 30.

#### 3.2.2 Campaña Geotécnica Conducción

A lo largo de la conducción se han realizado tres calicatas mediante retroexcavadora mixta. Además de observar y describir el tipo de terreno, se han realizado observaciones en cuanto a excavabilidad de los materiales, estabilidad de las paredes y afluencia de agua a la excavación.

Los puntos donde se han llevado a cabo estos trabajos vienen determinados por la siguiente tabla, extraída del estudio:

Actuación	Trabajo	COORDENADAS			Profundidad (m)	Nivel del agua
		X	Y	Z		
Conducción	CC-1	720.425	4.670.449	481,2	2,10	No
	CC-2	719.510	4.668.587	473,8	3,10	No
	CC-3	715.276	4.670.334	490,9	1,50	No

\*\* Coordenadas UTM en ETRS89, Huso 30.

#### 3.2.3 Campaña Geotécnica Edificio ETAP

En el emplazamiento de la ETAP la campaña de investigación se plantea en base a la realización de:

- 4 sondeos mecánicos

- 10 ensayos de penetración dinámica continua
- 5 calicatas.

Además, se aprovechan los trabajos de investigación del informe del año 2006, que incluye dos sondeos

Los puntos donde se han llevado a cabo estos trabajos vienen determinados por la siguiente tabla, extraída del estudio:

Actuación	Trabajo	COORDENADAS			Profundidad (m)	Nivel del agua
		X	Y	Z		
ETAP	S-1	715.172	4.670.366	509,8	12,00	No
	S-2	715.152	4.670.332	510,3	12,00	No
	S-3	715.164	4.670.275	509,6	12,00	No
	S-4	715.209	4.670.215	509,0	9,00	No
	S-1/06*	715.169	4.670.305	510,1	12,00	No
	S-2/06*	715.119	4.670.232	508,8	12,00	No
	P-1	715.142	4.670.369	509,5	3,12	No
	P-2	715.158	4.670.347	510,1	3,44	No
	P-3	715.120	4.670.320	509,7	2,81	No
	P-4	715.193	4.670.317	510,1	3,74	No
	P-5	715.166	4.670.290	510,0	3,92	No
	P-6	715.144	4.670.264	509,3	4,28	No
	P-7	715.202	4.670.265	509,7	3,46	No
	P-8	715.117	4.670.245	509,0	4,42	No
	P-9	715.182	4.670.245	509,1	3,86	No
	P-10	715.144	4.670.224	508,9	4,36	No
	C-1	715.120	4.670.334	509,6	2,70	No
	C-2	715.152	4.670.317	510,0	3,05	No
	C-3	715.145	4.670.290	509,6	3,60	No
	C-4	715.190	4.670.272	509,8	3,10	No
C-5	715.144	4.670.242	509,2	3,50	No	

(\*) Sondeos del año 2006. Situación aproximada

\*\* Coordenadas UTM en ETRS89, Huso 30.

En los apéndices de este anejo, se adjuntan los planos con la ubicación de las prospecciones realizadas durante las campañas de 2006 (2 sondeos en ETAP), 2010 y 2022, así como los estudios realizados por ENSAYA de las campañas 2010 y 2022.

#### 4. RESUMEN DE LOS ENSAYOS REALIZADOS

En las campañas de reconocimiento geotécnico realizadas en los años 2010 y 2022 se tomaron una serie de muestras que fueron ensayadas en laboratorio para establecer las características geotécnicas de los materiales presentes en la zona de estudio y que se van a ver afectados por las obras a realizar. Debajo de estas líneas, se presenta una tabla indicando los ensayos efectuados y la norma bajo la que se ha ensayado.

ENSAYO	NORMA APLICADA
Granulometría	UNE-103101
Límites de Aterberg	UNE- 103103 UNE-103104
Compresión simple	UNE-103400 UNE-22-950-90
Presión máxima de hinchamiento	UNE- 103602:1997
Agresividad del agua a los hormigones	EHE
Sulfatos	UNE-103201 UNE-EN-83963
Proctor modificado	UNE-103501
Colapso	NLT-254
Corte directo en suelos	UNE-103402
Materia orgánica	UNE-103204
Sales solubles	NLT-114
CBR	UNE 103502

Listado de ensayos realizados y norma aplicada en cada uno de ellos

A continuación, se muestra un cuadro-resumen de todos los ensayos de laboratorio realizados, indicando la campaña a la que pertenecen, su punto de toma, su profundidad y el resultado.



## 5. CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta los resultados de los dos estudios geotécnicos realizados en los años 2010 y 2022, se pueden extraer las siguientes conclusiones en cuanto a los materiales afectados por las actuaciones contempladas en este proyecto:

### 5.1 CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES

Basándose en los resultados de las diferentes campañas de reconocimientos geotécnicos realizadas, se pueden diferenciar dos tipos de materiales presentes en la zona estudiada, el sustrato terciario y los depósitos aluviales y coluviales de gravas, arenas y limos. En los apartados siguientes se presentan los valores de las principales características geotécnicas de los mismos, extraídas de los resultados de los ensayos efectuados y de correlaciones ampliamente utilizadas, como la reflejada en la Tabla D.23 del Código Técnico de la Edificación.

Tipo de suelo	N <sub>SPT</sub>	q <sub>u</sub> (kN/m <sup>2</sup> )	E (MN/m <sup>2</sup> )
Suelos muy flojos o muy blandos	< 10	0 - 80	< 8
Suelos flojos o blandos	10 - 25	80 - 150	8 - 40
Suelos medios	25 - 50	150 - 300	40 - 100
Suelos compactos o duros	50 - Rechazo	300 - 500	100 - 500
Rocas blandas	Rechazo	500 - 5.000	500 - 8.000
Rocas duras	Rechazo	5.000 - 40.000	8.000 - 15.000
Rocas muy duras	Rechazo	> 40.000	> 15.000

Tabla D.23 del CTE, correlación de SPT con q<sub>u</sub> y E.

La presión admisible de los materiales granulares se ha calculado mediante la fórmula de Brinch Hanssen, que toma el valor de SPT como dato base:

$$Q_{adm} = 0,876 \ln(N_{spt}) + 0,2209$$

La presión admisible de los materiales cohesivos se ha calculado usando la siguiente fórmula:

$$Q_{adm} = 1/3 * (C_u * N_c + (\gamma * D_f) / 10)$$

C<sub>u</sub>: resistencia al corte sin drenaje (1/2 de RCS)

N<sub>c</sub>: factor de capacidad de carga, 5,14 en este caso

γ: densidad aparente del material

D<sub>f</sub>: profundidad de la cimentación

#### 5.1.1 Sustrato terciario

Formados por fundamentalmente por lutitas con intercalaciones de areniscas, en estratos horizontales. Sus características geotécnicas son:

$$\gamma_{ap} \geq 22 \text{ kN/m}^3$$

$$q_u = 5,0 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 75.000 \text{ kN/m}^2$$

#### 5.1.2 Gravas, arenas y limos aluviales y coluviales:

$$\gamma_{ap} \geq 19 \text{ kN/m}^3$$

$$q_u = 2,0 \text{ kg/cm}^2$$

$$E = 20.000 \text{ kN/m}^2$$

## 5.2 RELLENO DE LA ZANJA DE LA CONDUCCIÓN

Para el relleno de la zanja se han de utilizar suelos que presenten unas características tales que se puedan clasificar como suelos tolerables siguiendo los criterios establecidos por el PG-3.

Todos los materiales ensayados en las catas y sondeos que se han realizado en el trazado de la tubería han dado resultados que permiten calificarlos como suelos tolerables, adecuados e incluso seleccionados, por lo que no parece necesario prever la necesidad de la habilitación de préstamos externos, pudiéndose utilizar el material de la propia excavación para ejecutar el relleno.

Únicamente en los cruces de caminos el relleno de la zanja se debería ejecutar con materiales de la mejor calidad disponible, como podrían ser, por ejemplo, los materiales de gravas cuaternarias de la parcela de la ETAP, o cualquier otro depósito de gravas cuaternarias que aparezca durante la excavación de la zanja.

## 5.3 TALUDES DE EXCAVACIONES

En este proyecto no se prevee la construcción de taludes definitivos de ningún tipo, por lo que lo referido a continuación es de aplicación para los taludes provisionales durante la fase de obra.

Las excavaciones contempladas en este proyecto afectan a dos tipos de materiales, el sustrato terciario de lutitas y los materiales cuaternarios de recubrimiento, consistentes en gravas, limos y arenas.

En los dos tipos de materiales se consideran estables a corto plazo taludes subverticales, con una inclinación de 1H:5V. En los casos en los que la profundidad a excavar exceda los 4,5 metros de profundidad se deberá disponer de una berma intermedia en la excavación.

En los tramos de la zanja que cruzan el río Flumen se deberá disponer de una entibación y el bombeo del agua del interior de la zanja, ya que en estos tramos no se consideran estables los taludes debido a la presencia somera del nivel freático.

#### 5.4 CIMENTACIONES

Las estructuras a cimentar para la construcción de la ETAP se pueden apoyar en dos tipos de materiales distintos, en función de la profundidad de la cimentación requerida:

En la parte más superficial aparecen los materiales cuaternarios (limos y gravas, fundamentalmente), con profundidades máximas entre 2,4 y 4,2 metros, y por debajo de estos aparece el sustrato terciario de lutitas inalterado.

Los materiales cuaternarios presentan una presión admisible de 1,5 kg/cm<sup>2</sup>, con unos asientos inferiores a los 2,5 centímetros. Por otra parte, las lutitas terciarias presentan una presión admisible de 4,0 kg/cm<sup>2</sup> con asientos menores a 2,0 centímetros.

El talud de las excavaciones se mantendrá subvertical a corto plazo, pudiendo excavar con un talud 1H:5V, pero se deberá procurar que las excavaciones estén abiertas el menor tiempo posible para que no se produzca la alteración del sustrato terciario.

Con estos datos, se deberá cimentar los depósitos y elementos enterrados, y el depósito elevado en el sustrato terciario, mientras que las estructuras del edificio de control se podrán cimentar tanto sobre los materiales terciarios como sobre el relleno cuaternario más somero, ya que ambos materiales presentan unas características adecuadas para la cimentación.

Por otro lado, para calcular la cimentación de los paneles solares, ejecutada mediante la hincada de perfiles metálicos, se debe tomar una resistencia por punta de 100 kg/cm<sup>2</sup>, ya que la punta del perfil se apoyará en las gravas del cuaternario. La resistencia por fuste de los perfiles será de 70 kPa en la parte inferior de gravas y de 35 kPa en la parte superior, donde el suelo está formado por limos.

#### 5.5 AMBIENTE DE ATAQUE QUÍMICO AL HORMIGÓN

En función de los resultados obtenidos en los diferentes estudios geotécnicos realizados, se pueden diferenciar dos zonas en este proyecto:

Para las estructuras construidas en la traza de la tubería se deberá considerar un ambiente de ataque químico de clase de exposición XA2 ya que en los ensayos efectuados se ha detectado que el agua analizada presentaba un contenido en sulfatos mayor a 600 mg/l.

Por el contrario, en la parcela donde se ha proyectado la construcción de la ETAP, los ensayos realizados no indican la presencia de sulfatos, por lo que no aplica una clase de exposición específica del tipo XA.

En los elementos en contacto con el agua de tratamiento se considera una clase de exposición específica tipo XD2.

En los hormigones en masa se podrá utilizar hormigón de clase resistente X0.

Hay que reseñar que este ensayo se efectuó según la antigua Instrucción de Hormigón Estructural, pero con la entrada en vigor del nuevo Código Estructural no se han cambiado los ensayos para definir la agresividad del agua, ni las normas de realización de los mismos ni los límites para clasificar el tipo de ataque.

Zaragoza, mayo de 2023

EL AUTOR DEL ANEJO



Fdo.: D. Ignacio Ainsa Vergara  
Licenciado en Ciencias Geológicas

LOS AUTORES DEL PROYECTO



Fdo.: D. Pedro J. Rivas Salvador  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado Nº 16.602



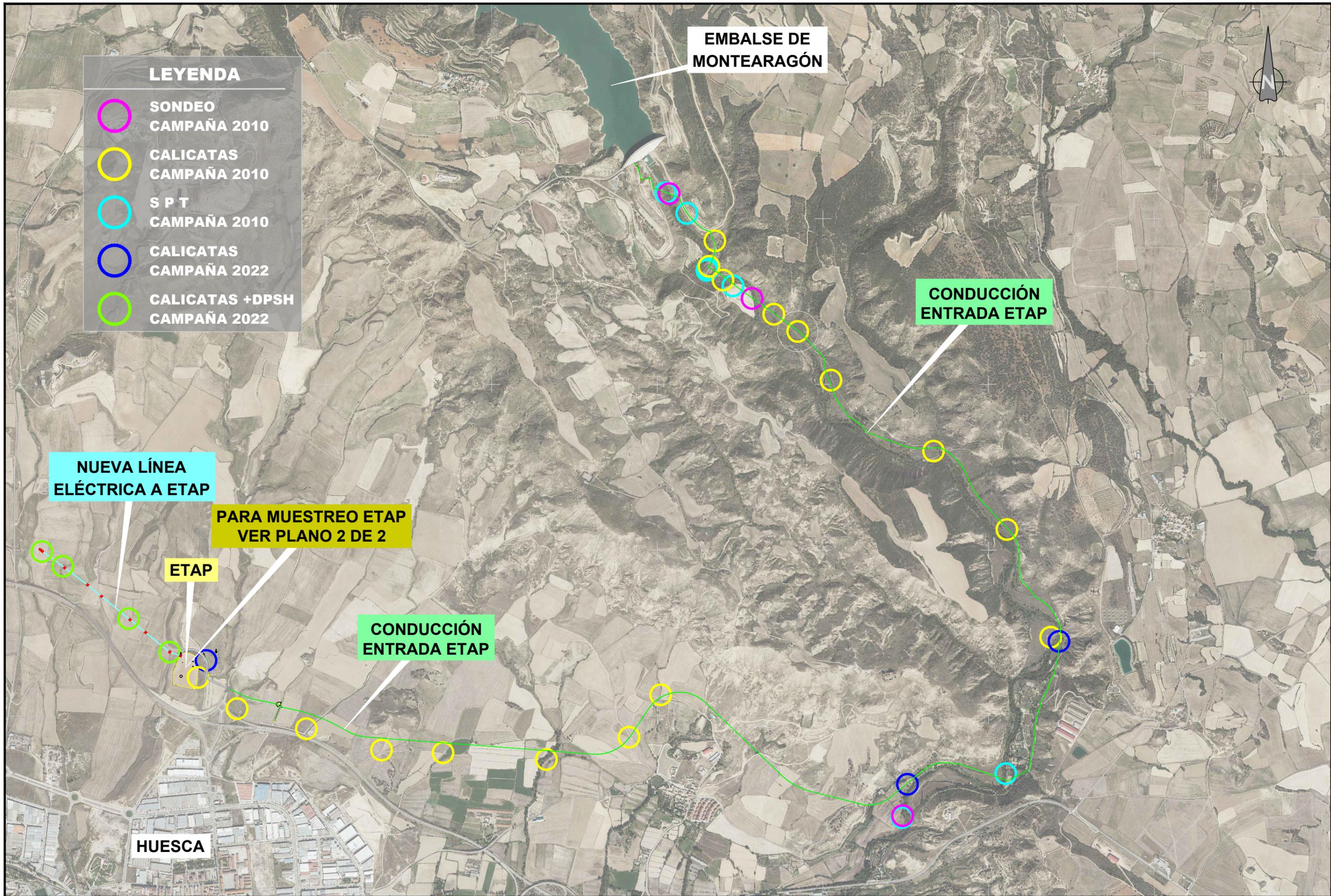
Fdo.: D. Néstor Nájera Canal  
Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Colegiado Nº 22.708



**APÉNDICE 1.**

**PLANOS DE UBICACIÓN DE LOS TRABAJOS DE LAS CAMPAÑAS GEOTÉCNICAS DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA. CONDUCCIÓN DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN Y NUEVA ETAP.**





**LEYENDA**

- SONDEO CAMPAÑA 2010
- CALICATAS CAMPAÑA 2010
- S P T CAMPAÑA 2010
- CALICATAS CAMPAÑA 2022
- CALICATAS +DPSH CAMPAÑA 2022

**EMBALSE DE MONTEARAGÓN**

**CONDUCCIÓN ENTRADA ETAP**

**NUEVA LÍNEA ELÉCTRICA A ETAP**

**PARA MUESTREO ETAP VER PLANO 2 DE 2**

**ETAP**

**CONDUCCIÓN ENTRADA ETAP**

**HUESCA**





### LEYENDA

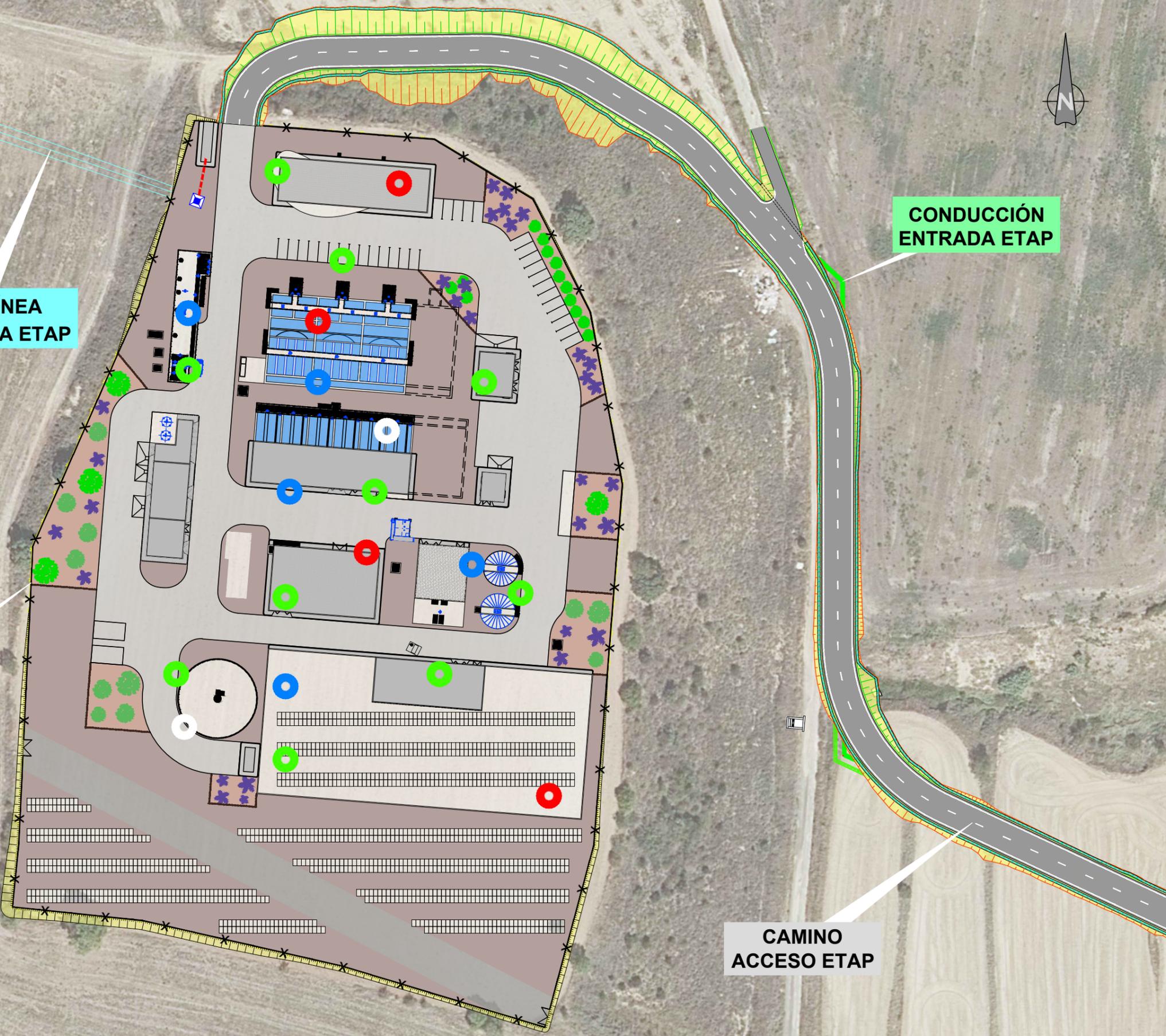
- SONDEO CAMPAÑA 2022
- CALICATAS CAMPAÑA 2022
- S P T CAMPAÑA 2022
- SONDEO CAMPAÑA 2006

**NUEVA LÍNEA ELÉCTRICA A ETAP**

**CONDUCCIÓN ENTRADA ETAP**

**PERIMETRO EDIFICIO ETAP**

**CAMINO ACCESO ETAP**





**APÉNDICE 2.**

**ESTUDIO GEOLÓGICO GEOTÉCNICO DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO A HUESCA  
DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN. ENSAYA FEBRERO 2010.**





## ESTUDIO GEOLÓGICO-GEOTÉCNICO

### PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA)

SERS, S.A.

Cuarte de Huerva (Zaragoza), Febrero de 2010



## ÍNDICE

### 1.- INTRODUCCIÓN

- 1.1.- Objeto del estudio
- 1.2. Metodología de trabajo
- 1.3.- Localización geográfica y geológica.

### 2.- GEOLOGÍA

- 2.1.- Estratigrafía
- 2.2.- Estructura y tectónica
- 2.3.- Geomorfología
- 2.4.- Hidrogeología
- 2.5.- Sismicidad

### 3.- GEOTECNIA

- 3.1.- Introducción
- 3.2.- Trabajos de reconocimiento
- 3.3.- Características geotécnicas de los materiales

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## APÉNDICES

- I.- Cartografía geológica y situación de trabajos (Escala 1:5.000).
- II.- Perfiles litológicos de los sondeos y fotografías.
- III.- Perfiles litológicos de las calicatas y fotografías.
- IV.- Gráficos de las penetraciones dinámicas.
- V.- Boletines de ensayos de laboratorio
- VI.- Cuadro resumen de ensayos de laboratorio.



## 1.- INTRODUCCIÓN

### 1.1.- Objeto del estudio

El peticionario nos encarga el estudio geológico-geotécnico del terreno para la elaboración del proyecto de abastecimiento de agua a Huesca desde el embalse de Montearagón, en la provincia de Huesca.

El objetivo del presente informe es determinar las características geológicas y geotécnicas de los diferentes materiales afectados por el trazado de la tubería, para poder efectuar las recomendaciones pertinentes respecto de:

- Excavabilidad
- Estabilidad de taludes
- Capacidad portante
- Necesidades de entibación y agotamiento
- Agresividad

### 1.2. Metodología de trabajo

En primer lugar se hace una recopilación y análisis de la información geológica y geotécnica disponible de la zona de estudio.

Se consulta la cartografía geológica a escala 1:50.000 realizada por el Instituto Geológico y Minero de España (I.G.M.E), concretamente las hojas nº 248 “Apiés” y nº 286 “Huesca”

Además disponemos del Anejo 5 (geología y geotecnia) correspondiente al anteproyecto de regadío próximo a la zona de estudio, así como del estudio geotécnico de



la autovía A-22. Lleida-Huesca, concretamente del tramo Siétamo-Huesca, realizado por ENSAYA.

También se han consultado diversos trabajos geotécnicos realizados por ENSAYA en el entorno, sobre todo el estudio geotécnico del canal de la cota 540, el correspondiente a un vertedero en Apiés y el correspondiente a la actual Ronda Norte de Huesca en la Carretera Nacional N-240.

Posteriormente se realiza un reconocimiento geológico en campo de los materiales afectados por el trazado de la tubería, efectuándose la correspondiente cartografía geológica de detalle, a escala 1:5.000 y planificándose los posteriores trabajos de prospección, consistentes en diecisiete calicatas mediante retroexcavadora, tres sondeos mecánicos de 8 m de longitud y siete ensayos de penetración dinámica. (Ver apéndice I).

A partir de aquí se sigue el siguiente orden cronológico:

- Realización de los trabajos de investigación y toma de muestras representativas tanto de las calicatas como de los sondeos. Las calicatas se distribuyen a lo largo del trazado de la tubería y los sondeos mecánicos y ensayos de penetración dinámica se realizan en cruces de río y en zonas de escombrera.
- Realización de ensayos de laboratorio en algunas de las muestras tomadas en los trabajos de campo. Análisis de los datos obtenidos.
- Determinación de las propiedades geotécnicas de los materiales.
- Recopilación de datos e información obtenida en campo y laboratorio, y redacción del presente informe.



### 1.3.- Localización geográfica y geológica

La zona de estudio se localiza en el centro de la provincia de Huesca. Discurre por la comarca de la Hoya de Huesca, entre las poblaciones de Fornillos de Apiés y Huesca.

La tubería de abastecimiento de agua proyectada tiene una longitud aproximada de 11 km y discurre entre el embalse de Montearagón y la zona norte del municipio de Huesca.

Dicha tubería se inicia con el P.K. 0+000 de proyecto en la presa de Montearagón, discurriendo hasta el P.K. 6+300 prácticamente paralela al río Flumen, cruzando su cauce en diez ocasiones. A continuación, y desde las proximidades del antiguo monasterio, se dirige hacia el núcleo de Quicena, bordeándolo por el norte y continuando en la misma dirección hasta casi enlazar con la actual ronda Norte de Huesca.

Geológicamente esta zona se enmarca en el sector central de la Cuenca terciaria del Ebro, próxima al borde septentrional de la cuenca.

La Cuenca del Ebro constituye la última fase evolutiva de la cuenca de antepaís surpirenaica. Los límites actuales de la cuenca se establecieron entre el Oligoceno superior y el Mioceno inferior.

El sector central de la Cuenca del Ebro se caracteriza por una estructura tabular, con índices de subsidencia menores que los sectores oriental y occidental. El relleno de la cuenca presenta una geometría de prisma abierto hacia el Norte, y una disposición expansiva hacia el Sur (con los materiales más antiguos en el borde septentrional y los más modernos hacia el margen meridional).

Los materiales de relleno de la cuenca corresponden a sedimentos terciarios, de edad Paleoceno- Mioceno. En la zona de estudio aparecen materiales correspondientes al tránsito Oligoceno- Mioceno, incluidos tradicionalmente en la formación Sariñena (Quirantes, 1978). Siguiendo la metodología del análisis tectosedimentario de la Cuenca



(separación de unidades por rupturas sedimentarias de origen tectónico), la formación Sariñena se extiende entre las Unidades Tectosedimentarias 4 y 5 (UTS T4 y T5).

Litológicamente, la formación Sariñena está constituida por una potente serie alternante de lutitas y areniscas.

Las lutitas representan la litología dominante, en la que se incluyen los niveles de areniscas.

Estos materiales se encuentran total o parcialmente cubiertos por depósitos del recubrimiento Cuaternario, dispuestos concordantemente sobre el sustrato. Están constituidos fundamentalmente por gravas, arenas y limos producto de los procesos de erosión.

Dentro de los materiales del recubrimiento Cuaternario se han diferenciado los siguientes depósitos:

- Glacis: gravas arenosas y limo-arenosas; parcialmente cementadas.
- Terrazas aluviales: gravas y limos.
- Depósitos aluviales: gravas arenosas y limos.
- Depósitos coluviales: limos areno-arcillosos.

Estructuralmente en la zona no existen estructuras de plegamiento o fracturación relevantes, encontrándose los materiales del sustrato rocoso Terciario subhorizontales, o con ángulos de buzamiento muy suaves (inferiores a 5° hacia el Sur).



## 2.- GEOLOGÍA

En este apartado se describen las características estratigráficas, estructurales, geomorfológicas, hidrogeológicas y sísmicas de los materiales presentes en la zona de estudio a partir del estudio bibliográfico y del reconocimiento de campo.

### 2.1.- Estratigrafía

En la zona de estudio se diferencian las formaciones correspondientes al sustrato Terciario de edad Oligoceno-Mioceno y las del recubrimiento Cuaternario, más modernas que las anteriores, que tal y como su nombre indica, se encuentran recubriendo al sustrato.

#### 2.1.1. *Sustrato Terciario*

Está constituido por una alternancia de lutitas con niveles tabulares y canaliformes de areniscas. Estos materiales pertenecen a la formación Sariñena, que se incluye en las unidades tectosedimentarias T4 y T5.

Estas unidades abarcan una edad Chattense- Aragonense inferior (Oligoceno superior- Mioceno inferior).

Las lutitas son de color rojizo, marrón, ocre y grisáceo. Se disponen en niveles tabulares de potencia variable desde centimétrica hasta 10-15 m y extensión lateral kilométrica. Pueden ser masivas o laminadas, a veces con estratificación lenticular. Pueden presentar bioturbación, incluir nódulos y finos niveles de yeso y contener restos fósiles y restos vegetales carbonosos.

Las areniscas son de tonos marrones, ocre o grises. El tamaño de grano oscila de muy fino a medio, con menor frecuencia grueso. Pueden aparecer en niveles tabulares o en cuerpos lenticulares o canaliformes. En general, ambos casos resultan de la superposición



de varios cuerpos menores de la misma geometría. Los niveles tabulares tienen una potencia de 5-10 centímetros hasta 1 m y excepcionalmente 3 m, y presentan una continuidad lateral kilométrica. Las estructuras internas más comunes son laminación paralela, laminación de bajo ángulo o cruzada y ripples.

Los cuerpos lenticulares tienen una potencia variable entre 0,2 y 4 m y su extensión lateral suele ser métrica. Normalmente se trata de paleocanales con base cóncava y techo plano, granodecrecientes y con estratificación cruzada en surco (sets decimétricos) o masivos.

En general, esta formación se interpreta como sedimentos fluviales correspondientes al sistema fluvial de Huesca.

Las lutitas representan sedimentos de decantación en llanuras aluviales (con frecuencia sometidas a procesos de oxidación) o bien depósitos de márgenes lacustres.

Los niveles tabulares de arenisca se formaron a partir de flujos laminares de distinta intensidad, bien en llanuras adyacentes a lagos, bien dentro del cuerpo de agua lacustre.

Los paleocanales de arenisca corresponden a los depósitos de flujos confinados en canales que discurrían por llanuras lutíticas amplias. En general el trazado de los canales era rectilíneo o poco sinuoso, aunque también aparecen tramos con rasgos que denotan tramos meandriformes.

#### 2.1.2. *Recubrimiento Cuaternario*

Los depósitos cuaternarios se encuentran recubriendo al sustrato rocoso Terciario. Aparecen principalmente asociados a laderas y replanos geomorfológicos desarrollados sobre los materiales terciarios. Se diferencian depósitos de glacia, terrazas aluviales, coluviales y el aluvial actual.



- Glacis (Ogl)

Son depósitos de materiales granulares relacionados lateralmente con las terrazas aluviales del río Flumen.

Estos materiales están constituidos por limos arcillosos con niveles de gravas con cantos calcáreos, subredondeados, en matriz arenosa-limoarenosa marrón. El espesor de los depósitos de glacis es de unos 2 m. Aparecen parcialmente cementados por carbonatos hacia techo.

Se sitúan coronando superficies topográficamente elevadas denominadas “sasos”, en general de morfología alargada con dirección N- S a NNO- SSE, y con pendientes medias del 3 al 8%.

Afectan únicamente a la parte final del trazado de la tubería.

- Terrazas aluviales (Qt)

Corresponden a los depósitos del río Flumen.

Se pueden distinguir distintos niveles, en función de la altura de los depósitos respecto al cauce actual, debido al encajamiento de la red fluvial a lo largo del tiempo.

Litológicamente están formadas por un nivel superior de limos arenosos y arcillosos, de espesor variable, entre 1,10 y 2,50 m, y un tramo inferior constituido por gravas con matriz arenosa de grano medio-grueso y limoarenosa, con cantos calcáreos subredondeados. Se observan también arenas de grano medio con niveles limosos marrones con cantos. El espesor de los depósitos de terraza es variable, habiéndose encontrado potencias entre 0,40 y 1,90 m.



Los niveles de terrazas suelen disponerse a lo largo de bandas de dirección subparalela a los cauces que los han depositado.

Estos depósitos se observan mayoritariamente entre los P.K. 0+985 y 6+450 y puntualmente en el tramo final del trazado de la tubería, entre los P.K. 10+810 y 10+980. Hay terrazas en las que se han superpuesto depósitos coluviales, pero que se han cartografiado como terrazas (calicata C-10) debido a la morfología que presentan.

- Depósitos coluviales (Oe)

Los depósitos coluviales proceden de la alteración y erosión del sustrato Terciario y de los depósitos de glacis y terrazas aluviales, depositados tras un corto transporte.

Están constituidos por limos arenosos y arcillosos que pueden englobar cantos procedentes de las terrazas próximas, hasta niveles de gravas. El espesor de los depósitos es variable, pudiendo alcanzar espesores de hasta 4,40 m.

Constituyen los depósitos de regularización de laderas y aparecen a lo largo del trazado, tapizando laderas de pendiente suave a media, entre afloramientos terciarios y depósitos cuaternarios situados a menor cota.

- Aluvial actual (Oal)

Estos materiales se localizan en zonas próximas al cauce del río Flumen, por el que discurre el trazado.

Litológicamente están constituidos por limos arcillo-arenosos con niveles de gravas. Presentan espesores medios en torno a los 2- 3 metros.



### 2.1.3. *Rellenos antrópicos (R)*

Corresponden a materiales vertidos por actividades humanas y se encuentran dispersos a lo largo de la zona afectada por el trazado de la tubería. En general son de poca entidad y se localizan en zonas muy concretas. Se trata de materiales vertidos para nivelaciones de fincas, echadizos y escombreras de extensión y espesor variable.

La zona más afectada por los rellenos se encuentra en el inicio del trazado. Se observan dos escombreras situadas entre los P.K.0+350-0+730 y 0+960-0+985. La segunda de ellas casi no afecta al trazado.

En la zona final del trazado se observan rellenos de infraestructuras existentes procedentes de la ejecución de la Ronda Norte de Huesca, y la presencia de otra escombrera que en este caso no afecta al trazado de la tubería.

## 2.2.- Estructura y tectónica

La zona de estudio se sitúa próxima al límite septentrional de la zona central de la Cuenca del Ebro, que constituye la cuenca de antepaís meridional Pirenaica. La configuración estructural actual de la cuenca se estableció en el Oligoceno superior-Mioceno inferior, una vez que los cabalgamientos frontales surpirenaicos hubieron alcanzado sus emplazamientos definitivos.

El relleno de la cuenca supone la última fase de evolución de la cuenca de antepaís meridional pirenaica.

Las características estructurales superficiales de los materiales terciarios no reflejan la existencia de pliegues ni fracturas relevantes que les afecten. Estos materiales presentan una disposición subhorizontal, o con suaves buzamientos entre 2 y 5° hacia el Sur.



La red de diaclasado es espaciada, con planos subverticales que conforman una red ortogonal, que afecta tanto a los niveles de arenisca como a los lutíticos, aunque resulta más patente en los primeros.

Los depósitos cuaternarios no están afectados por estructuras, no reconociéndose en ellos plegamientos ni fracturas. Se disponen concordantemente, sobre los materiales del sustrato Terciario.

## 2.3.- Geomorfología

La tubería discurre a lo largo de la Hoya de Huesca, cruzando el valle del río Flumen, con sus respectivos sistemas de terrazas aluviales y glaciais.

El modelado morfoestructural está condicionado por la disposición subhorizontal de los materiales del sustrato rocoso, y por la erosión diferencial.

En la configuración morfológica del área de estudio intervienen por un lado la existencia de sistemas de glaciais- terrazas, que configuran extensas zonas llanas o de suave pendiente, y por otro lado la red de drenaje actual, que intersecta al sistema de depósitos cuaternarios y se encaja en estos o en los materiales terciarios subyacentes.

El resultado es un relieve amesetado, con cerros de escasa altura, coronados por amplias áreas más o menos llanas o con suaves pendientes, cubiertos por depósitos de glaciais y terrazas. En las laderas más escarpadas entre distintos niveles de glaciais o terrazas afloran materiales del sustrato Terciario.

Los afloramientos terciarios, localizados en las zonas de mayor pendiente y desprovistos de vegetación, presentan procesos de acarreamiento que favorecen la incisión de los regueros y la erosión y regularización de las laderas. La erosión diferencial en materiales terciarios genera relieves en voladizo, desprendimientos de bloques debido al



descalce de niveles de arenisca y la caída de bloques individualizados por la intersección de planos de diaclasado. Además existen algunos relieves residuales, representados por cerros de escasa altura, en los que los niveles de arenisca constituyen la litología predominante.

También hay que destacar como fenómeno geomorfológico la presencia de “piping” o erosión subterránea. Este proceso se da en depósitos superficiales no consolidados de naturaleza limosa, en los que la infiltración de agua produce el arrastre de finos y la creación de “pipes” o conductos verticales que evolucionan hacia horizontales en profundidad, lo que causa abarrancamientos, y por colapso de los materiales suprayacentes, pequeñas simas e incluso “dolinas”.

Estos fenómenos se observan en las proximidades del trazado de la tubería, así como en algún punto disperso del mismo. A continuación se muestran algunas fotografías en las que se puede apreciar.



#### 2.4.- Hidrogeología

La zona de estudio se sitúa dentro de la cuenca hidrográfica del Ebro, en el Dominio hidrogeológico de la Depresión del Ebro, concretamente en la Unidad de la Hoya de Huesca (Unidad hidrogeológica nº 411).

Según la Confederación Hidrográfica del Ebro este acuífero aluvial se corresponde con la anteriormente denominada unidad Hoya de Huesca (09.54) y se identifica por una serie de depósitos aluviales recientes de los ríos Isuela y Flumen.

Los límites de este aluvial quedan definidos por la propia extensión de su afloramiento en el contacto con los materiales de baja permeabilidad de la cuenca terciaria del Ebro, que actúan a la vez como yacente impermeable.

Constituyen dos acuíferos:

- Areniscas, arenas y limos del Terciario continental.
- Acuífero aluvial de los ríos Isuela y Flumen.



El yacente del acuífero está constituido por depósitos lutíticos entre los que se intercalan niveles de areniscas con geometría de paleocanales. En términos generales es un acuífero poco permeable, aunque localmente los niveles de areniscas pueden adquirir mejores condiciones hidrogeológicas.

La geometría de este acuífero aluvial es la típica de estos depósitos, caracterizados por una notable heterogeneidad granulométrica tanto lateral como verticalmente. Su potencia no suele superar los 12 a 15 m, con un espesor saturado que no excede de 10 m. Los límites de la unidad están definidos por sus propios afloramientos que ocupan una extensión de 155 km<sup>2</sup> aproximadamente hasta el Canal del Cinca (Sánchez Navarro, 1988)

Desde el punto de vista hidrográfico, el área de estudio discurre atravesando el valle del río Flumen, perteneciente a la Cuenca del Ebro. El cauce de dicho río se cruza en diez ocasiones. A continuación se indica una tabla con los P.K. en los que se atraviesa.

Nº CRUCE	P.K.
1	0+345
2	1+105
3	1+310
4	3+600
5	3+735
6	4+205
7	4+550
8	5+485
9	5+795
10	6+250



Permeabilidad de los materiales. Formaciones acuíferas y niveles freáticos.

En base a los datos recopilados en la bibliografía consultada, así como de la información obtenida mediante la realización de los trabajos de campo, se pueden diferenciar los siguientes dominios hidrogeológicos:

Terrazas aluviales y aluvial actual

Se trata de depósitos permeables a semipermeables en función del contenido en finos y la presencia de niveles cementados. El agua se infiltra y percola con facilidad hacia zonas profundas. El drenaje se producirá fundamentalmente por infiltración y en menor medida por escorrentía superficial.

Los niveles altos no constituyen acuíferos, al presentar un tramo superficial cementado y encontrarse desconectados de los cauces actuales. Los niveles medios y bajos constituyen acuíferos en los que la recarga se produce por las precipitaciones y excedentes de riegos, y la descarga se produce por los ríos. En general el espesor saturado es reducido.

Glacis

Son también materiales permeables a semipermeables en función del contenido en finos y la presencia de niveles cementados. El agua se infiltra y percola con facilidad hacia zonas profundas. El drenaje se produce fundamentalmente por infiltración y en menor medida por escorrentía superficial.

Al igual que los niveles de terrazas superiores, al presentar un tramo superficial cementado se limita la infiltración de aguas de precipitaciones o riegos, por lo que no se encuentran niveles de agua asociados a estos depósitos.



### Coluviales

Los depósitos coluviales son materiales poco permeables por su elevado contenido en finos. El drenaje se producirá por infiltración y por escorrentía superficial. En las zonas de menor pendiente el drenaje se producirá con dificultad.

Pueden albergar niveles de agua debido fundamentalmente a infiltración de excedentes de riegos y pérdidas de acequias, aunque en general no constituyen acuíferos debido a la baja transmisividad.

### Lutitas y areniscas (sustrato Terciario)

En cuanto al sustrato Terciario, se trata de materiales esencialmente de naturaleza impermeable, siendo la capacidad de drenaje profundo muy baja. En los sectores donde estos materiales ocupan zonas de ladera, la propia pendiente facilita una escorrentía más activa.

La permeabilidad de la serie terciaria se ve incrementada tanto por su carácter alternante (lutitas y areniscas) como por los planos de discontinuidad que les afectan, por lo que en conjunto puede considerarse como semipermeable. El drenaje será básicamente por escorrentía superficial en las zonas de mayor pendiente y por escorrentía superficial e infiltración en las áreas de pendiente suave.

Constituyen un acuífero detrítico multicapa, de baja permeabilidad, con un comportamiento hidrogeológico tipo acuitardo.

La recarga se produce por infiltración de las precipitaciones o por cierta descarga de acuíferos detríticos cuaternarios. La descarga se produce de manera difusa a lo largo de cauces fluviales o en zonas topográficamente deprimidas, dando lugar a zonas húmedas denominadas “paúles”. Parte de los caudales infiltrados suelen aflorar en rezumes difusos de escasa importancia a lo largo de los taludes naturales.



En los sondeos realizados, el nivel freático se ha detectado a una profundidad que varía entre 2,55 y 3,30 m.

### **2.5.- Sismicidad**

Para la consideración de la acción sísmica en los términos municipales a los que va a afectar la obra (Huesca, Loporzano y Quicena), es de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y edificación (NCSE-02), publicada en el BOE el 11 de Octubre de 2002. Dichos términos municipales no figuran en la relación del anejo 1 de la citada Norma, de modo que la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) se considera inferior a 0,04 g.

En el artículo “1.2.3. Criterios de aplicación de la Norma” se especifica que no es obligatoria la aplicación de esta Norma cuando la aceleración sísmica básica  $a_b$  sea inferior a 0,04 g, siendo g la aceleración de la gravedad.



### 3.- GEOTECNIA

#### 3.1.- Introducción

Sobre la base de la cartografía geológica, del reconocimiento “*in situ*” del terreno, y de los trabajos de campo y de laboratorio realizados, se caracterizan geotécnicamente los materiales que afectan al trazado de la tubería y se dan las recomendaciones oportunas para llevarlo a cabo

#### 3.2.- Trabajos de reconocimiento

A partir del reconocimiento de campo y considerando el trazado de la tubería, así como el número de veces que cruza el cauce del río, se plantea una campaña de investigación consistente en:

- Diecisiete (17) calicatas de reconocimiento distribuidas a lo largo del trazado para el estudio de los materiales de la zona.
- Tres (3) sondeos mecánicos a rotación de 8,00 m de profundidad y cuatro (4) ensayos de penetración dinámica distribuidos en diferentes cruces del río.
- Tres (3) ensayos de penetración dinámica en zonas de escombrera.

##### 3.2.1.- Sondeos mecánicos

Entre los días 18 y 22 de enero de 2010 se realizaron tres sondeos mecánicos a rotación con obtención continua de testigo de 8,00 m de profundidad. El sondeo S-1 y el S-2 se sitúan en la margen derecha del río Flumen, mientras que el S-3 se realiza en la izquierda.



Los sondeos se han denominado como S-nº de orden, en orden inverso al aumento del P.K.

En la siguiente tabla se indica el P.K. y las coordenadas X e Y de cada uno de los sondeos, así como la profundidad total alcanzada en cada uno de ellos y la de aparición del nivel freático.

Sondeo	Situación(P.K.)	Coordenadas		Profundidad (m)	N.F ( m)
		X	Y		
S-1	6+265	719588	4669607	8,40	3,30
S-2	1+285	718680	4672728	8,00	2,55
S-3	0+355	718179	4673361	8,00,	2,70

Los sondeos se perforaron mediante una sonda rotativa TECOINSA modelo TP-50 montada sobre camión. La perforación se realizó en seco y con agua mediante batería simple y provista de coronas de widia de 113 y 86 mm de diámetro y doble de 86 mm. Todos los sondeos se entubaron parcialmente con tubería de revestimiento de 113 mm de diámetro para evitar el cierre o desplome de las paredes.

Para obtener un orden de magnitud acerca de la capacidad portante del terreno se efectuaron diversos ensayos estándar de penetración (S.P.T.) a distintas profundidades. El S.P.T. consiste en contar el número de golpes necesario para hincar 30 cm (15+15) un tomamuestras de 2" x 1 3/8" de diámetro con tubo bipartido, normalizado, mediante golpeo de una maza de 63,5 Kg de peso que cae desde una altura de 75 cm.

Para realizar el ensayo se marcan en el varillaje 60 cm en tramos de 15 cm, contándose los golpes para los 30 cm centrales (N<sub>SPT</sub>). Se considera que se obtiene rechazo (R) y se suspende el ensayo cuando después de dar una serie de 100 golpes no se introducen los 30 cm en su totalidad o cuando tras dar 50 golpes el tomamuestras no se ha introducido 5 cm.



Los ensayos se realizaron con un penetrómetro automático TECOINSA que cumple las siguientes Normas: N.I. de la SIMSFE, S.P.T. y D.P.S.H. y que está provisto de cuenta-golpes electrónico digital. Los golpes obtenidos para cada ensayo vienen reflejados con la siguiente tabla:

Sondeo n°	Profundidad (m)	Golpeo	N <sub>SPT</sub>
S-1	1,20 a 1,80	9-14-35-50	49
S-2	1,20 a 1,45	15-Rechazo	Rechazo
S-3	1,80 a 2,40	7-9-9-10	18
	4,20 a 4,80	25-41-37-32	78

Adicionalmente se tomó una muestra inalterada (M.I.) a percusión mediante un tomamuestras del tipo GMPV de pared gruesa en cuyo interior se aloja un tubo de PVC donde se introduce la muestra; inmediatamente después de su extracción se parafinan sus extremos para evitar pérdidas de humedad. La hincas se produce mediante una maza de 63,5 Kg de peso que cae desde 75 cm.

Los golpes obtenidos referidos a cada uno de los tramos de 15 cm fueron los siguientes:

Sondeo n°	Muestra	Profundidad (m)	Golpeo
S-3	MI-1	1,20 a 1,80	7-7-7-11



Además se tomaron varias muestras alteradas y plastificadas de testigo:

Sondeo n°	Muestra	Profundidad (m)
S-1	MA-1	0,60 a 1,20
	MA-2	1,80 a 2,20
	MP-1	3,60 a 4,10
	MP-2	6,60 a 7,20
S-2	MA-1	0,30 a 1,00
	MP-1	3,00 a 3,35
	MP-2	7,70 a 8,00
S-3	MA-1	2,40 a 2,80
	MP-1	5,40 a 5,80
	MP-2	6,60 a 7,20

El perfil litológico, así como la descripción y las fotografías del testigo extraído de cada uno de los sondeos, se adjuntan en el apéndice II.

### 3.2.2.- Calicatas

Entre los días 17 y 23 de diciembre de 2009 se efectuaron 17 calicatas de investigación denominándose como C-n° de orden, también inversamente al aumento del P.K. La máquina utilizada fue una retroexcavadora mixta sobre ruedas, provista de cazo de 60 cm de ancho.

En la tabla de la página siguiente se detalla la profundidad de cada calicata con sus coordenadas X e Y, así como el P.K. correspondiente.



Calicata	Situación (P.K.)	Coordenadas		Profundidad (m)
		X	Y	
C-1	11+195	715335	4670441	2,80
C-2	10+835	715571	4670253	3,40
C-3	10+395	715989	4670132	3,60
C-4	9+920	716443	4670003	1,60
C-5	9+545	716814	4669987	3,10
C-6	8+920	717438	4669946	3,10
C-7	8+360	717937	4670081	1,50
C-8	8+040	718128	4670337	2,10
C-9	4+330	720482	4670684	2,30
C-10	3+515	720218	4671334	4,80
C-11	2+810	719775	4671807	1,30
C-12	1+995	719156	4672235	3,40
C-13	1+625	718955	4672529	3,90
C-14	1+450	718811	4672633	3,00
C-15	1+080	718504	4672839	2,90
C-16	0+950	718420	4672922	2,90
C-17	0+800	718455	4673076	2,30

Los materiales correspondientes al recubrimiento Cuaternario se excavan sin dificultad a excepción de algún nivel de gravas cementadas. En cambio, los materiales del sustrato Terciario se excavan con dificultad. En muchos casos no se puede continuar con la excavación por la presencia de niveles de areniscas.

No se ha detectado la presencia de nivel freático, a excepción de la calicata C-15 en la que se observa a una profundidad de 1,60 m y la calicata C-9 en la que los materiales se encuentran húmedos a partir de aproximadamente 2,00 m de profundidad.



En general, las paredes de las calicatas se mantienen estables verticales temporalmente, excepto en aquellas que se detecta la presencia de nivel freático o que se encuentra muy próximo (C-9 y C-15).

El perfil litológico, la descripción y las fotografías de cada calicata y del material extraído, se adjuntan en el apéndice III.

### 3.2.3.- Ensayos de penetración dinámica

Los ensayos de penetración dinámica se han realizado con el objeto de conocer la compacidad o consistencia de los materiales presentes en el área de estudio, y de determinar el espesor de rellenos en algunas zonas.

Los ensayos se denominan como P-nº de orden, de nuevo inversamente al aumento del P.K.

El día 12 de enero de 2009 se efectuaron cuatro ensayos de penetración dinámica; tres en la margen derecha del río Flumen y uno en la margen izquierda. Posteriormente, el día 26 de enero de 2010 se realizaron tres ensayos más (P-4, P-5 y P-6), con el objeto de determinar el espesor de rellenos en el tramo inicial del trazado de la tubería, concretamente en las dos escombreras cartografiadas (ver apéndice I). Dichos ensayos se realizaron según la norma D.P.S.H. mediante un penetrómetro ROLATEC que cumple con las normas siguientes del ISSMFE Sociedad Internacional de Mecánica del Suelo y Cimentaciones, Comité Técnico de Pruebas de Penetración en Suelos:

DPSH-Dynamic Probing Super Heavy  
S.P.T. Standard Penetration Test



Se han realizado siguiendo la norma DPSH, con las características siguientes:

Masa de la maza .....	63,5 Kg. ( $\pm 0,5$ Kg.)
Altura de caída .....	75,0 cm. ( $\pm 2,0$ cm)
Relación longitud/diámetro de la maza	$\geq 1$ y $\leq 2$
Masa máxima del yunque.....	30,0 Kg.
Longitud de la varilla.....	1,0-2,0 m.
Diámetro exterior de la varilla.....	32,0 mm.
Masa máxima varilla + niple .....	8,0 Kg/m.
Desviación máxima en primeros 5 m.	1 %
Desviación máxima a partir de 5 m. ..	2 %
Sección de la puntaza .....	Circular.
Area de la puntaza .....	20,0 cm <sup>2</sup>
Ángulo de la punta .....	90°
Conteo de golpes cada N .....	20,0 cm.

Se considera “rechazo” cuando no se obtiene una penetración de 20 cm para 100 golpes o cuando se obtienen golpes mayores que 75 en tres tramos de 20 cm consecutivos.

En la siguiente tabla se indica el P.K. en el que se realizó cada ensayo, así como sus coordenadas X e Y y la profundidad a la que se alcanza el rechazo.

Penetración dinámica	Situación (P.K.)	Coordenadas		Profundidad (m)
		X	Y	
P-1	6+270	719586	4669596	2,80
P-2	5+400	720211	4669861	4,00
P-3	1+150	718564	4672804	4,40
P-4	0+960	718407	4672898	11,40
P-5	0+965	718414	4672909	4,20



Penetración dinámica	Situación (P.K.)	Coordenadas		Profundidad (m)
		X	Y	
P-6	0+520	718286	4673242	15,60
P-7	0+335	718158	4673366	6,80

Los gráficos de las penetraciones dinámicas, con la secuencia de golpes cada 20 cm de avance, se adjuntan en el Apéndice IV.

#### 3.2.4.- Ensayos de laboratorio

Con algunas de las de las muestras tomadas en las calicatas y en los sondeos mecánicos, se han realizado ensayos de laboratorio con arreglo a normas UNE, NLT o procedimientos de buena práctica.

Se llevan a cabo los siguientes ensayos:

- Identificación:
  - Análisis granulométrico (UNE-103.101)
  - Límites de Atterberg (UNE 103.103/104)
- Deformabilidad y cambio de volumen:
  - Colapso (NLT-254)
  - Presión máx. hinchamiento (UNE-103.602)
- Características resistentes
  - Compresión simple (UNE 103400)
  - Corte directo (UNE-103.401)
- Compactación y capacidad portante:
  - Proctor Modificado (UNE-103.501)
- Químicos:
  - Sulfatos (UNE-103.201)
  - Agresividad del agua (E.H.E.)



Los boletines de ensayo con los resultados obtenidos se adjuntan en el apéndice V.

En el apéndice VI se muestra un cuadro resumen con los resultados obtenidos.

### **3.3.- CARACTERÍSTICAS GEOTÉCNICAS DE LOS MATERIALES**

Las características geotécnicas de los materiales se deducen a partir de los datos obtenidos de los trabajos de campo, de los ensayos de laboratorio y del reconocimiento geológico y geotécnico del trazado de la tubería y su entorno.

El trazado de la tubería proyectada afecta a dos grandes unidades geológicas: sustrato Terciario y recubrimiento Cuaternario, dentro del cual se diferencian distintos depósitos.

#### **3.3.1.- Sustrato Terciario**

**Situación:** Estos materiales se distribuyen a lo largo de todo el trazado, encontrándose tapizados superficialmente en algunas zonas por materiales del recubrimiento Cuaternario.

**Litología:** Está constituido por lutitas de tonos marrones, rojizos, grisáceos, ocre y amarillentos con restos de materia orgánica, pátinas de oxidación y algún precipitado, que intercalan niveles hasta métricos de areniscas grises y marrones.

Puede encontrarse alterado superficialmente a arcillas o limos arcillosos.

**Características geotécnicas:** Estos materiales afloran en algún tramo del trazado, observándose a partir de entre 0,40 y 3,80 m de profundidad. En algún caso no se llega a detectar (calicatas C-3, C-6, C-10, C-12, C-13), incluso a profundidades de 4,80 m. El espesor detectado en los trabajos realizados es muy variable, dependiendo evidentemente de la profundidad alcanzada. El nivel alterado puede alcanzar hasta 1 m de espesor. Sobre



el sustrato pueden aparecer potentes niveles de materiales Cuaternarios. En cualquier caso la potencia de los materiales Terciarios es de centenares de metros como mínimo.

En función de los ensayos realizados, las lutitas se clasifican según Casagrande como CL, con un contenido en finos que pasa por el tamiz 0,08 mm del entre el 81,4 y el 99,3%. Tienen un límite líquido que varía entre 31 y 45,6 y un índice de plasticidad entre 5,7 y 22,3. Presentan un contenido máximo en sulfatos del 0,24%, en las tres muestras analizadas, aunque en el entorno se conocen porcentajes ligeramente mayores, de hasta el 1%.

Se han realizado varios ensayos de compresión simple, obteniéndose una resistencia a la compresión de entre 3,9 y 26,9 kg/cm<sup>2</sup> con una deformación en rotura de entre el 3,5 y el 4,7%. La humedad de las muestras varía entre el 8,6 y el 12,5% y su densidad seca entre 2,06 y 2,20 g/cm<sup>3</sup>. La resistencia al penetrómetro de bolsillo es superior a 4,5 Kg/cm<sup>2</sup>.

Además, se ha realizado un ensayo de presión máxima de hinchamiento en una muestra inalterada, obteniéndose una presión máxima de 0,3 Kg/cm<sup>2</sup>.

Según el ensayo Proctor Modificado realizado, se obtiene densidad seca máxima de 1,99 gr/cm<sup>3</sup> para una humedad óptima del 12,6%.

A partir de los ensayos S.P.T. y de penetración dinámica efectuados, se deduce de estos materiales una consistencia muy firme-dura.

En principio, esta unidad se considera ripable pudiendo excavarse mediante retroexcavadora potente. Un máximo del 15% del total del trazado será necesario excavar con martillo rompedor o con retroexcavadora muy potente o con muy escaso rendimiento. Las paredes se mantendrán, en general, estables subverticales.

La capacidad portante de estos materiales es elevada, con resistencias a compresión, en general, superiores a 4 Kg/cm<sup>2</sup>. Para la zona más alterada se pueden considerar los



siguientes parámetros geotécnicos:  $q_u \geq 3,0 \text{ kg/cm}^2$  y  $\gamma_{ap} = 2,09 \text{ t/m}^3$ , y para el sustrato sano puede considerarse una resistencia a compresión simple media de  $20 \text{ kg/cm}^2$  y a largo plazo, según ensayos realizados para proyectos próximos,  $C' = 5 \text{ t/m}^2$ ,  $\varphi' = 30^\circ$  y  $\gamma_{ap} = 2,3 \text{ t/m}^3$ . La deformabilidad se considera muy baja, tomando valores del módulo de deformación de  $200 \text{ kg/cm}^2$  para el sustrato alterado y de  $750 \text{ kg/cm}^2$  para el sustrato sano, considerándose indeformable a partir de aproximadamente 6,00 m de profundidad.

Dado el contenido en sulfatos de las muestras ensayadas y la experiencia en el entorno, será recomendable el empleo de cementos sulforresistentes, y considerar un tipo de exposición Qb, según la instrucción E.H.E.

### 3.3.2.- Recubrimiento Cuaternario

#### 3.3.2.1.- Depósitos de glacia (Qg)

**Situación:** Estos depósitos se han observado únicamente en la parte final del trazado, entre los P.K. 11+190 y 11+212.

**Litología:** Están constituidos por gravas cementadas con cantos redondeados y subredondeados de naturaleza fundamentalmente calcárea en matriz arenosa-limoarenosa marrón.

**Características geotécnicas:** Se observan a partir de aproximadamente 0,50 m de profundidad y tienen un espesor de 2,10 m según lo observado en la calicata C-1.

Se clasifican según Casagrande como GC, con un contenido en finos que pasa por el tamiz de 0,08 mm del 17,5%. Tiene un límite líquido de 25,1 y un índice de plasticidad de 8,1. Presentan un contenido en sulfatos inferior al 0,1%.

Se ha realizado un ensayo Proctor Modificado, obteniéndose una densidad máxima de  $2,2 \text{ gr/cm}^3$  para una humedad óptima del 5,7%.



Estos materiales resultan excavables mediante retroexcavadora potente y las paredes se mantendrán estables subverticales temporalmente.

En función del contenido en sulfatos de las gravas, no sería necesario el empleo de cementos sulforresistentes para la fabricación de hormigones, resultando el suelo no agresivo frente al hormigón, según la Instrucción EHE. Sin embargo, con carácter general resulta aconsejable el empleo de cemento sulforresistente, dado que la mayoría del resto de formaciones presenta cierta agresividad.

#### 3.3.2.2.- Depósitos de terraza (Qt)

**Situación:** La terrazas aluviales aparecen distribuidas a lo largo del trazado, junto al río Flumen, desde el P.K. 0+985 hasta el 6+450. Desde el P.K. 10+810 hasta el 10+980 se observa también un depósito de terraza de menor entidad.

**Litología:** Estos depósitos están formados por un nivel granular de gravas con cantos subredondeados poligénicos y algún bolo de hasta 13 cm de diámetro en matriz arenosa de grano variable, de fino hasta grueso, y limoarenosa marrón-ocre con algún nivel cementado. Se intercalan lentejones de limos y arenas.

Estas gravas aparecen generalmente bajo un nivel superficial de limos arenosos o arcillosos algo arenosos ocre, marrones y rojizos con algún canto, y de arenas y arenas limosas marrones de grano fino-medio.

**Características geotécnicas:** Las gravas aparecen a profundidades de entre 0,40 y 1,80 m según los trabajos de campo realizados. El espesor detectado varía entre 0,30 y 1,90 m.

En función de los ensayos realizados, estas gravas se clasifican según Casagrande como GM y GP-GM, con un contenido en finos que pasa por el tamiz de 0,08 mm que



varía entre el 8 y el 18,7%, resultando éstos no plásticos. Presentan un contenido en sulfatos inferior al 0,1%.

Adicionalmente, se ha realizado un ensayo Proctor Modificado en el que se obtiene una densidad máxima de 2,15 gr/cm<sup>3</sup> y una humedad óptima del 8,5%.

Las arenas se observan a profundidades de entre 0,30 y 1,40 m y su espesor varía entre 0,60 y 0,90 m. Se clasifican según Casagrande como SM y SP-SM, y ML para los niveles más limosos. El contenido en finos que pasa por el tamiz de 0,08 mm varía entre el 11,4 y el 71,9, siendo éstos no plásticos, y el contenido en sulfatos es inferior al 0,1%.

Se ha realizado también un ensayo Proctor Modificado, obteniéndose una densidad máxima de 1,99 gr/cm<sup>3</sup> para una humedad óptima del 10,3%.

Según los golpes obtenidos en los ensayos S.P.T. y de penetración dinámica realizados, los materiales descritos, tanto las arenas como las gravas, presentan una compacidad que varía de media a muy alta, con algún nivel puntual de compacidad floja debido a la aparición del nivel freático.

El nivel superior de limos se observa a profundidades que varían entre 0,30 y 1,20 m. Su espesor varía de 0,30 a 1,30m.

Estos limos se clasifican como CL-ML según Casagrande, con un porcentaje de finos que pasa por el tamiz 0,08 mm que varía entre el 72,7 y el 82,9%. El límite líquido es 32,2 y el índice de plasticidad 10,4, resultando una de las muestras no plásticas. Presentan un contenido en sulfatos inferior al 0,1%.

Se ha realizado un ensayo de colapso, donde cargando a 1,0 Kg/cm<sup>2</sup> se obtiene un índice de colapso del 4,25 %, resultando por tanto la muestra “colapsable”. La humedad inicial de la muestra es del 3,1% y su densidad seca 1,41 gr/cm<sup>3</sup>.



Además, se ha realizado un ensayo de corte directo, sin consolidar y sin drenar, donde se obtiene un valor de cohesión efectiva de 1,22 Kg/cm<sup>2</sup> y un ángulo de rozamiento interno efectivo de 2,3°.

En otra de las muestras ensayadas se ha realizado un ensayo de compresión simple en el que se ha obtenido una resistencia a la compresión de 1,7 kg/cm<sup>2</sup> con una deformación en rotura del 4,0%. La humedad de la muestra es del 17% y su densidad seca 1,65 gr/cm<sup>3</sup>. La resistencia al penetrómetro de bolsillo es igual a 4,5 Kg/cm<sup>2</sup>.

En función de los golpes obtenidos en los ensayos de penetración dinámica realizados, estos limos presentan una consistencia firme-muy firme, con algún nivel de consistencia blanda-media, y/o compacidad floja-media

Se trata de materiales excavables con retroexcavadora convencional y las paredes se mantendrán estables subverticales temporalmente, a excepción de los cruces de acequia, de barranco y otras zanjas, en los que será necesario entibar.

A efectos prácticos, para los limos superiores puede considerarse a corto plazo una cohesión de 0,75 kg/cm<sup>2</sup>, con ángulo de rozamiento interno nulo y densidad aparente de 1,9 t/m<sup>3</sup>. Para las gravas, cabe tomar una cohesión de 1 t/m<sup>2</sup>, un ángulo de rozamiento interno de 34° y una densidad aparente de 2,0 t/m<sup>3</sup> en la zona claramente por encima del nivel freático. En las proximidades del cauce o del nivel freático, la cohesión debe despreciarse.

Dado el contenido en sulfatos de las muestras ensayadas, no sería necesario el empleo de cementos sulforresistentes según la instrucción E.H.E. No obstante, puede decirse lo mismo que para la unidad geotécnica anterior.



### 3.3.2.3.- Depósitos coluviales (Qc)

**Situación:** Estos depósitos se observan en numerosos puntos a lo largo del trazado, aunque donde mayor predominio tienen es entre los P.K. 5+580-9+745, 10+265-10+780 y 11+000-11+150.

**Litología:** Se trata de limos arenosos, limos arcillosos y limos arenosos algo arcillosos marrones, ocres y rojizos con algún canto. Se observan precipitados de carbonato, restos de materia orgánica y raíces.

**Características geotécnicas:** Se observan desde superficialmente hasta profundidades 1,50 m y tienen un espesor que varía de 0,40 a 4,40 m.

En función de los ensayos realizados, se clasifican según Casagrande como CL y CL-ML, con un contenido en finos que pasa por el tamiz de 0,08 mm que varía entre el 84,6 y el 93,7%. Tienen un límite líquido que varía entre 23,8 y 33,1 y un índice de plasticidad entre 5,9 y 14,9. El contenido en sulfatos varía entre el 0,10 y el 1,44%. inferior al 0,1%.

Se han realizado dos ensayos de colapso, donde cargando a 1,0 Kg/cm<sup>2</sup> se obtiene un índice de colapso que varía entre el 0,45 y el 0,95 %. La humedad inicial de la muestra varía entre el 10,3 y 14,6% y su densidad seca entre 1,58 y 1,62 gr/cm<sup>3</sup>.

Además, se ha realizado un ensayo de corte directo, sin consolidar y sin drenar, donde se obtiene un valor de cohesión efectiva de 1,01 Kg/cm<sup>2</sup> y un ángulo de rozamiento interno efectivo de 23,5°.

En los ensayos de presión máxima de hinchamiento realizados se ha obtenido una presión máxima que varía de 0,1 a 0,3 Kg/cm<sup>2</sup>, que indican un grado de expansividad despreciable.



En los ensayos Proctor Modificado realizados, se obtiene una densidad máxima de 1,91-1,93 gr/cm<sup>3</sup> para humedades óptimas del 12,3-12,8%.

Estos limos tienen una consistencia firme y/o compacidad media.

Pueden excavarse mediante retroexcavadora convencional y las paredes se mantendrán estables subverticales temporalmente, pudiendo considerar a corto plazo una cohesión mínima de 0,75 kg/cm<sup>2</sup>, un ángulo de rozamiento interno nulo y una densidad aparente de 1,8 t/m<sup>3</sup>.

Dado el contenido en sulfatos de los limos, será necesario el empleo de cementos sulforresistentes para la fabricación del hormigón, debiendo considerar, en general, un tipo de exposición Qb según la Instrucción EHE.

### 3.3.2.4.- Aluvial actual (Qal)

**Situación:** Ocupan las zonas más próximas a ambos márgenes del cauce del río Flumen.

**Litología:** Aunque no se han realizado trabajos de campo, se sabe que estos depósitos están constituidos por limos arcillo-arenosos con niveles de gravas y su espesor medio es de 2-3 m.

**Características geotécnicas:** Estos materiales se encuentran muy húmedos o saturados y suelen presentar una consistencia o compacidad muy variable, con tramos desde muy flojos a muy compactos en función de la profundidad de aparición del nivel freático.

Se trata de materiales excavables con medios convencionales y las paredes deben entibarse.



El agua freática ensayada de uno de los sondeos presenta agresividad DÉBIL.

#### 3.3.2.5.- Rellenos antrópicos (R)

**Situación:** Se han detectado rellenos en las calicatas C-2 (P.K.10+835), C-5 (P.K.9+545), C-9 (P.K. 4+330), C-14 (P.K. 1+450) y C-17 (P.K.0+800), así como en el sondeo S-3. Además, en la zona inicial del trazado se han cartografiado dos escombreras; entre los P.K. 0+350-0+730 y 0+960-0+985 y alguna zona puntual de rellenos. El trazado inicial de la tubería ha sido modificado para evitar en la medida de lo posible las dos escombreras. Para el caso de la primera se ha desplazado unos 30-35 m, consiguiendo de esta manera que el espesor de rellenos sea menor. La segunda se ha desplazado unos 20 m intentando evitar completamente los rellenos.

**Litología:** En general, se trata de limos arenosos algo arcillosos marrones con raíces, restos de materia orgánica y algún cascote, utilizados para las nivelaciones de fincas. Su espesor varía de 0,50 a 1,00 m.

Los rellenos de escombreras están constituidos por gravas con cantos en matriz arenosa y limoarenosa marrón con raíces y precipitados, y limos arenosos ocre con cantos y raíces. Su espesor es muy variable. En la calicata C-16 y en el sondeo S-3 su espesor aproximado es de 1,00 m, pero a través de los ensayos de penetración dinámica realizados y de la disposición topográfica se estima que pueden aparecer espesores de hasta 4-5 m, en el tramo entre P.K. 0+350 y 0+730.

**Características geotécnicas:** La compacidad y/o consistencia de estos rellenos es muy variable en función de la presencia de gravas o limos, variando desde floja a muy alta (compacidad) o media-dura (consistencia), incluso floja o blanda en presencia del nivel freático.

Se trata de materiales excavables con medios convencionales. En la escombrera situada entre los P.K. 0+350 y 0+730 será necesario entibar las paredes y colocar material



impermeable en la base. Para este fin puede servir el mismo material de la escombrera pero compactado por tongadas debiendo excavar al menos 1,5 m bajo la cota de rasante prevista, ya que con ello prácticamente se eliminan los materiales de relleno de escombrera. En la zona próxima a la segunda escombrera, en el caso de encontrar rellenos, habrá que retirar el espesor existente y apoyar sobre los materiales del sustrato Terciario o bien sobre material compactado por tongadas dependiendo del espesor detectado. El talud de excavación provisional es 1H:1V máximo. En el resto de zonas donde se observen rellenos dispersos, habrá que prestar atención y retaluzar o entibar si fuese preciso. En cualquier caso, hay que entibar todos los tramos donde se crucen zanjas de otros servicios y donde haya zanjas paralelas muy próximas.

#### 3.3.2.6.- Tierra vegetal (TV)

En general, se aprecia un nivel de 0,40 m de espesor de tierra vegetal constituido por limos arenosos y arcillosos marrones-ocres con cantos, raíces y precipitados.



#### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En este apartado se trata de ofrecer una serie de recomendaciones constructivas para la instalación de la tubería de abastecimiento a Huesca desde el embalse de Montearagón.

Los aspectos a tratar hacen referencia a:

- Excavabilidad.
- Estabilidad de taludes
- Capacidad portante
- Necesidad de entibación y agotamiento
- Agresividad de los terrenos.

La tubería proyectada conectará el embalse de Montearagón con un depósito situado al norte del municipio de Huesca y transcurrirá tanto por materiales Terciarios como Cuaternarios.

El apoyo de la tubería puede efectuarse tanto sobre los suelos cuaternarios como sobre el sustrato Terciario sin problemas de capacidad portante. Los limos del Cuaternario son materiales susceptibles de sufrir asientos por colapso al aumentar el contenido de humedad y de ser arrastrados por flujos de agua, por lo que se deberá evitar la afluencia de agua a los mismos, tanto por que sea estanca la conducción, como por que se haga más impermeable la zanja que el resto del terreno. Evitando las pérdidas de agua y con un drenaje superficial correcto, se evitarán también fenómenos de “pipping”.

Tanto los materiales del recubrimiento Cuaternario como las lutitas del sustrato Terciario podrán excavar mediante retroexcavadora potente. Para los niveles de arenisca será necesario el uso de martillo rompedor. Se estima que la excavación para la instalación de la tubería podrá realizarse con retroexcavadora potente en un 80-85 % del área de estudio, considerando el empleo de martillo rompedor en el 15-20 % restante.



En general, en los materiales del sustrato Terciario se pueden considerar estables temporalmente taludes subverticales. Para suelos Cuaternarios, los taludes de las excavaciones se mantendrán estables temporalmente subverticales, debiendo preverse la entibación de las zanjas para evitar el derrumbe de las paredes así como un sistema de bombeo para extraer el agua de la excavación, en los cruces de río, acequias, barrancos y zanjas de otro tipo de servicios.

Para los rellenos de la escombrera situada entre los P.K. 0+350 y 0+730 será necesario entibar las paredes y colocar material impermeable en la base. Para la zona próxima a la segunda (P.K. 0+960), habrá que retirar los rellenos en su totalidad. El talud de excavación provisional es 1H:1V máximo. En el resto de zonas donde se observan rellenos dispersos, habrá que prestar atención y entibar si fuese necesario.

A continuación se incluye una tabla resumen en la que se reflejan por tramos las características de excavabilidad y estabilidad de taludes.

#### Excavabilidad

De forma general, la distribución aproximada que se ha considerado para utilización de martillo rompedor en la zona de estudio es la siguiente:

P.K.	% USO MARTILLO ROMPEDOR
0+000 - 6+450	10%
6+450 - 7+900	25%
7+900 - 8+600	20%
8+600 - 9+580	5%
9+580 - 10+270	30%
10+270 - 11+200	5%

Un máximo del 15% del trazado será necesario excavar con martillo rompedor o con retroexcavadora muy potente o con muy escaso rendimiento.



**Estabilidad de taludes**

Con carácter general, habrá que entibar cruces de acequia, cruces de barranco y cruces de otras zanjas.

P.K.	ESTABILIDAD PAREDES
0+000 - 0+330	Paredes subverticales en general. Conviene prever berma si $H > 4$ m. Rellenos dispersos a los que habrá que prestar atención.
0+330 - 0+350	Cruce río. Entibación y agotamiento.
0+350 - 0+730	Escombrera. Previsiblemente mayor espesor que profundidad de zanja ( $\approx 1,5$ m). Prever entibación y colocar material impermeable en la base ( $\approx 1,5$ m).
0+730 - 0+960	Paredes subverticales.
0+960 - 0+985	Probabilidad de encontrar rellenos. Máximo espesor previsible 3 m. Retirar rellenos y apoyar sobre material compactado por tongadas. Talud de excavación provisional 1H:1V máximo.
0+985 - 1+060	Paredes subverticales.
1+060 - 1+130	Cruce río. Entibación y agotamiento.
1+130 - 1+250	Paredes subverticales.
1+250 - 1+340	Cruce río. Entibación y agotamiento.
1+340 - 3+550	Paredes subverticales.
3+550 - 3+960	Cruce río. Entibación y agotamiento.
3+960 - 4+180	Paredes subverticales.
4+180 - 4+240	Cruce río. Entibación y agotamiento.
4+240 - 4+520	Paredes subverticales.
4+520 - 4+580	Cruce río. Entibación y agotamiento.
4+580 - 5+380	Paredes subverticales a priori. No obstante en el tramo paralelo a la acequia habría que prever un 20% entibado.
5+380 - 5+540	Cruce río. Entibación y agotamiento.
5+540 - 5+780	Paredes subverticales.
5+780 - 5+820	Cruce río. Entibación y agotamiento.
5+820 - 6+200	Paredes subverticales.
6+200 - 6+270	Cruce río. Entibación y agotamiento.
6+270 - 11+200	Paredes subverticales.



Con las medidas indicadas anteriormente no existirán problemas de capacidad portante del fondo de la excavación.

Para los hormigones en contacto con el terreno hay que considerar un tipo de exposición Qb, según la Instrucción E.H.E., siendo necesario el empleo de cementos sulforresistentes.

Fdo. Almudena Martínez Zarazaga  
Geóloga

Fdo. Octavio Plumed Parrilla  
Ingeniero de Caminos

VºBº del Director



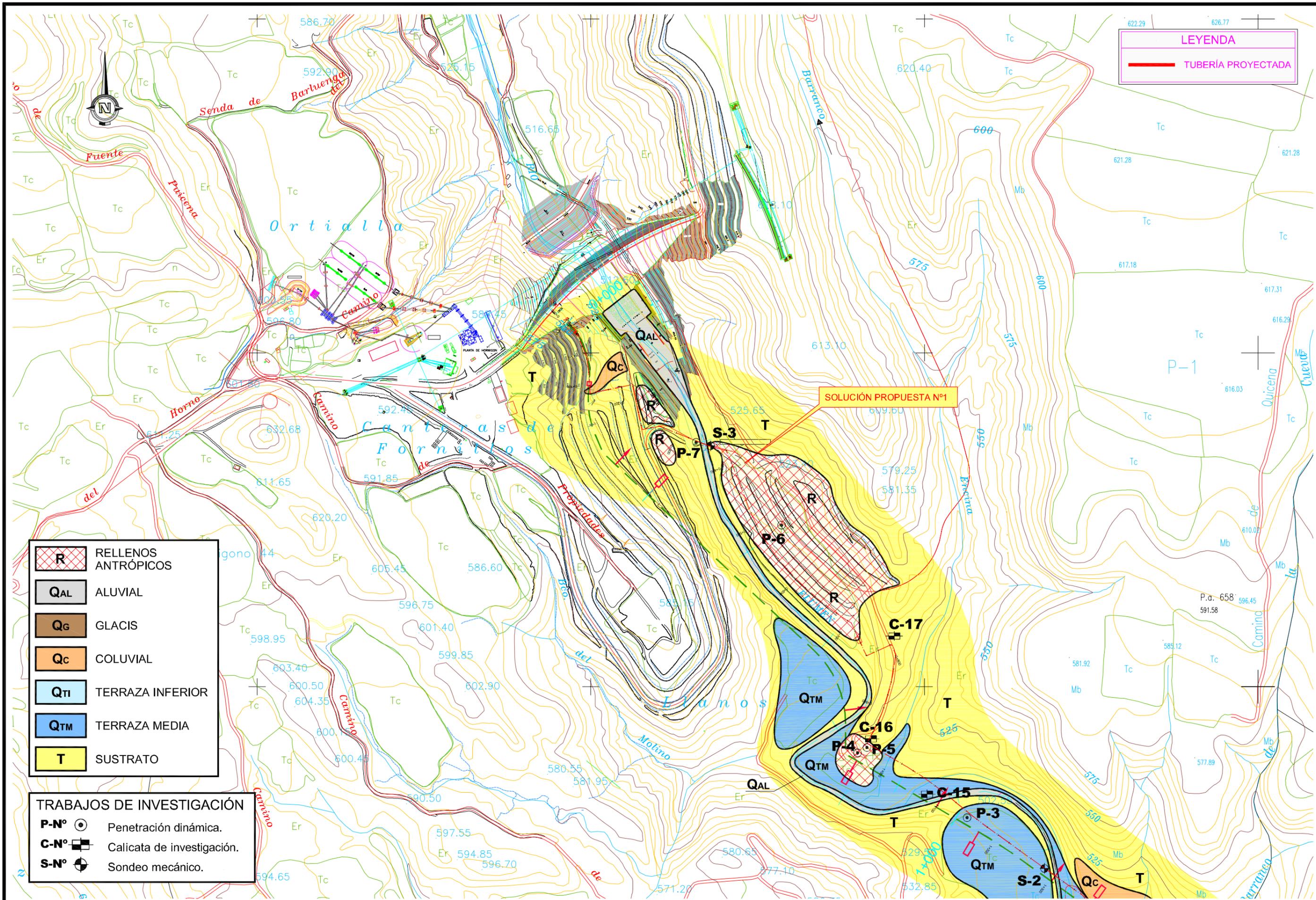
Fdo. Javier Prats Rivera  
Ingeniero de Caminos



**APÉNDICES**



**APÉNDICE I**  
**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA Y SITUACIÓN DE TRABAJOS (ESCALA 1:5.000)**



**LEYENDA**

— TUBERÍA PROYECTADA

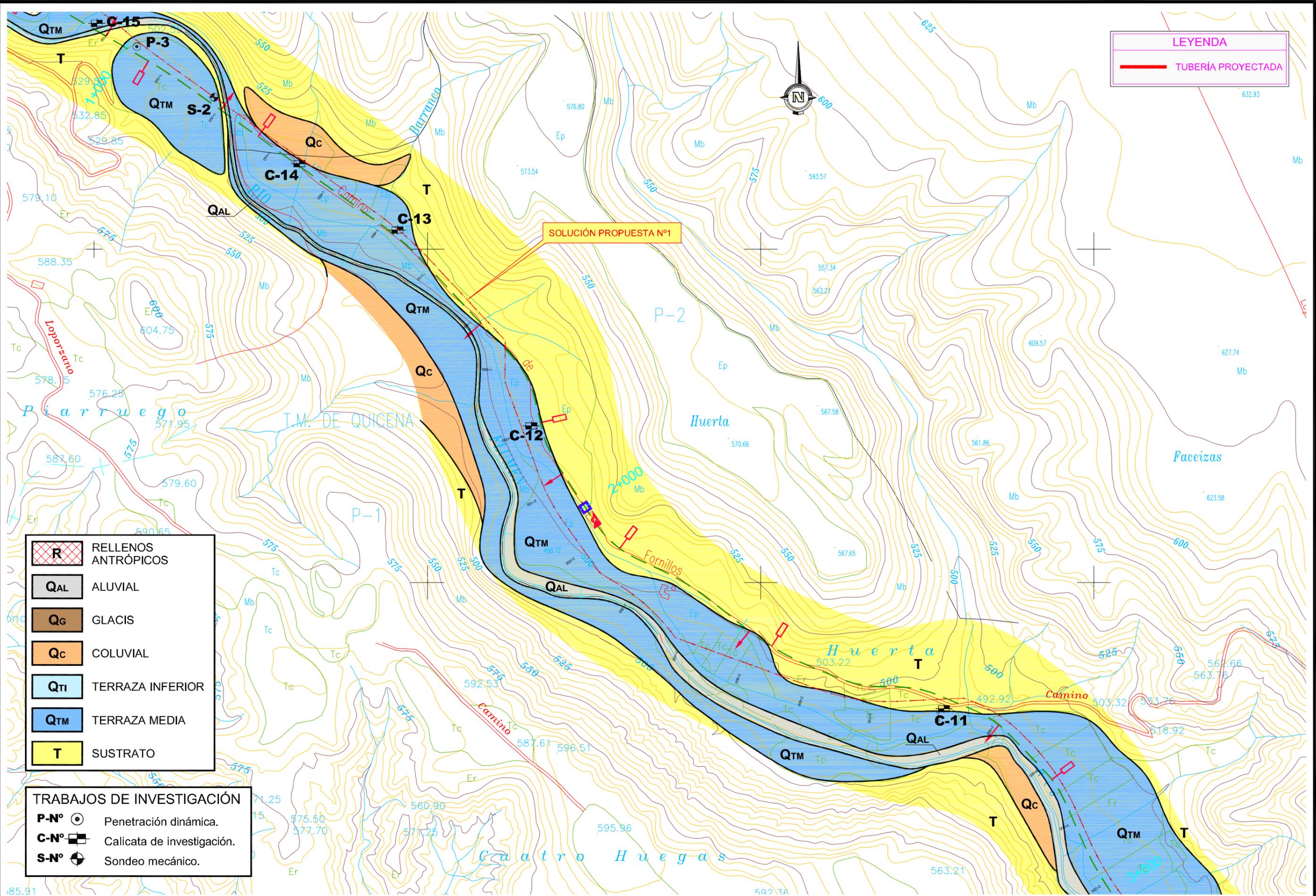
	RELLENOS ANTRÓPICOS
	ALUVIAL
	GLACIS
	COLUVIAL
	TERRAZA INFERIOR
	TERRAZA MEDIA
	SUSTRATO

**TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN**

	P-Nº	Penetración dinámica.
	C-Nº	Calicata de investigación.
	S-Nº	Sondeo mecánico.

**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA Y SITUACIÓN DE TRABAJOS**  
 PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA)

1 / 5.000  
 0 20 50 100 150 m  
 HOJA 01 DE 06



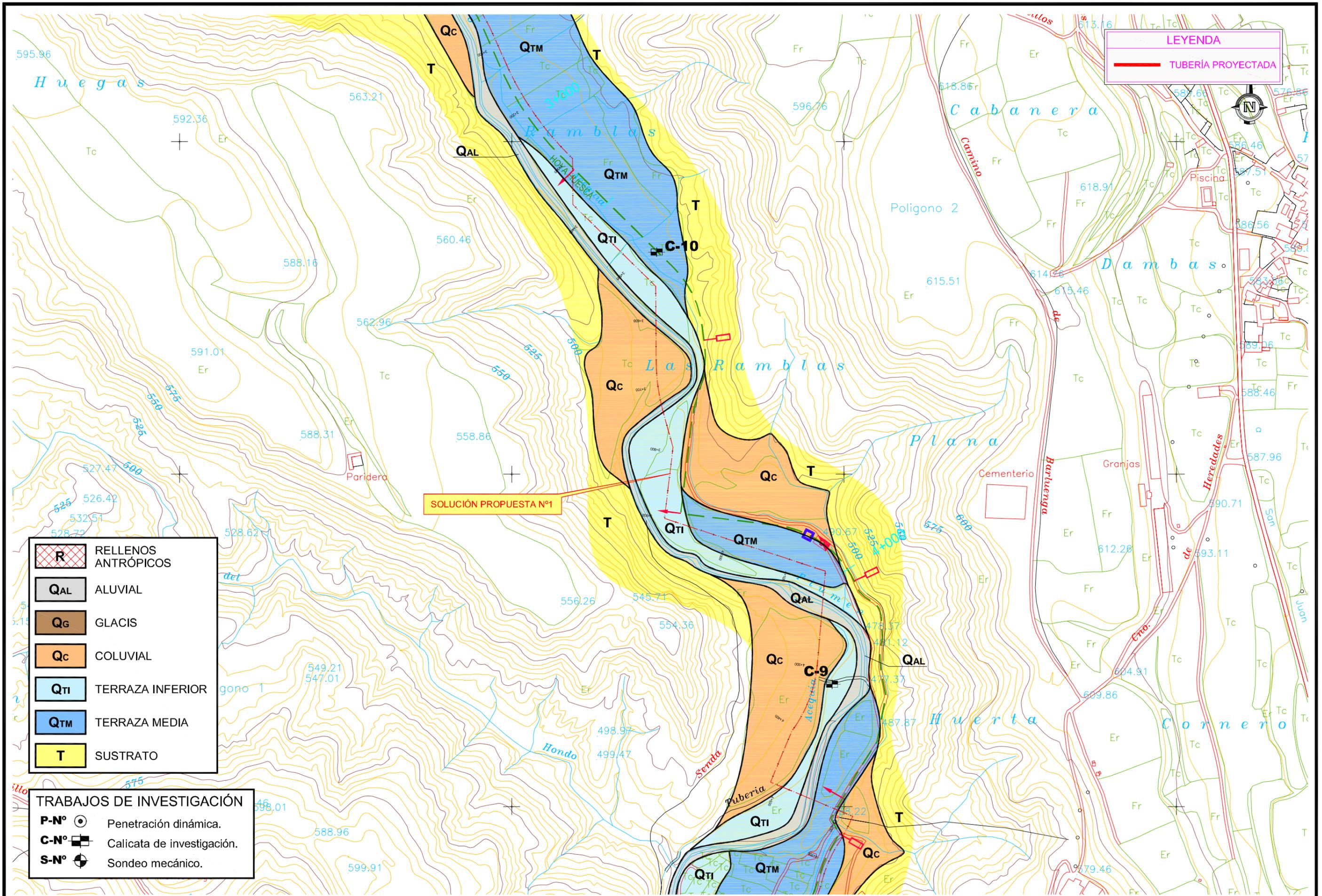
**LEYENDA**

TUBERÍA PROYECTADA

<span style="border: 1px solid red; width: 15px; height: 15px; background: repeating-linear-gradient(45deg, transparent, transparent 2px, red 2px, red 4px);"></span> <b>R</b>	RELLENOS ANTRÓPICOS
<span style="background-color: #cccccc; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span> <b>QAL</b>	ALUVIAL
<span style="background-color: #808080; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span> <b>QG</b>	GLACIS
<span style="background-color: #e69d00; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span> <b>Qc</b>	COLUVIAL
<span style="background-color: #add8e6; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span> <b>QTI</b>	TERRAZA INFERIOR
<span style="background-color: #66b3ff; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span> <b>QTM</b>	TERRAZA MEDIA
<span style="background-color: #ffff00; width: 15px; height: 15px; display: inline-block;"></span> <b>T</b>	SUSTRATO

**TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN**

<b>P-N°</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; border-radius: 50%;"></span>	Penetración dinámica.
<b>C-N°</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black;"></span>	Calicata de investigación.
<b>S-N°</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid black; border-radius: 50%;"></span>	Sondeo mecánico.



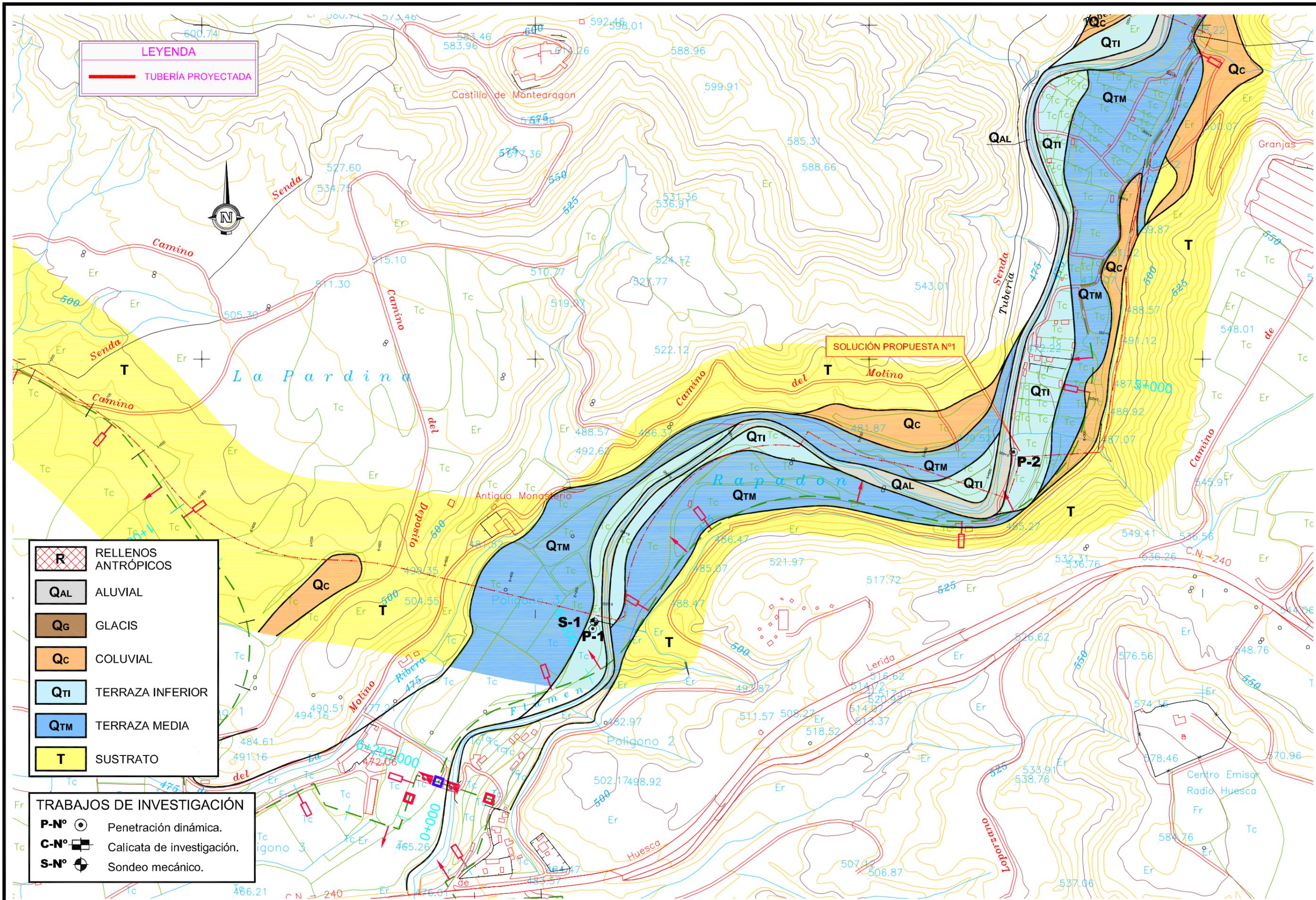
**LEYENDA**  
— TUBERÍA PROYECTADA

	RELLENOS ANTRÓPICOS
	ALUVIAL
	GLACIS
	COLUVIAL
	TERRAZA INFERIOR
	TERRAZA MEDIA
	SUSTRATO

<b>TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN</b>	
<b>P-N°</b>	Penetración dinámica.
<b>C-N°</b>	Calicata de investigación.
<b>S-N°</b>	Sondeo mecánico.

**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA Y SITUACIÓN DE TRABAJOS**  
 PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA)

1 / 5.000  
 0 20 50 100 150 m  
 HOJA 03 DE 06



**LEYENDA**  
**TUBERÍA PROYECTADA**

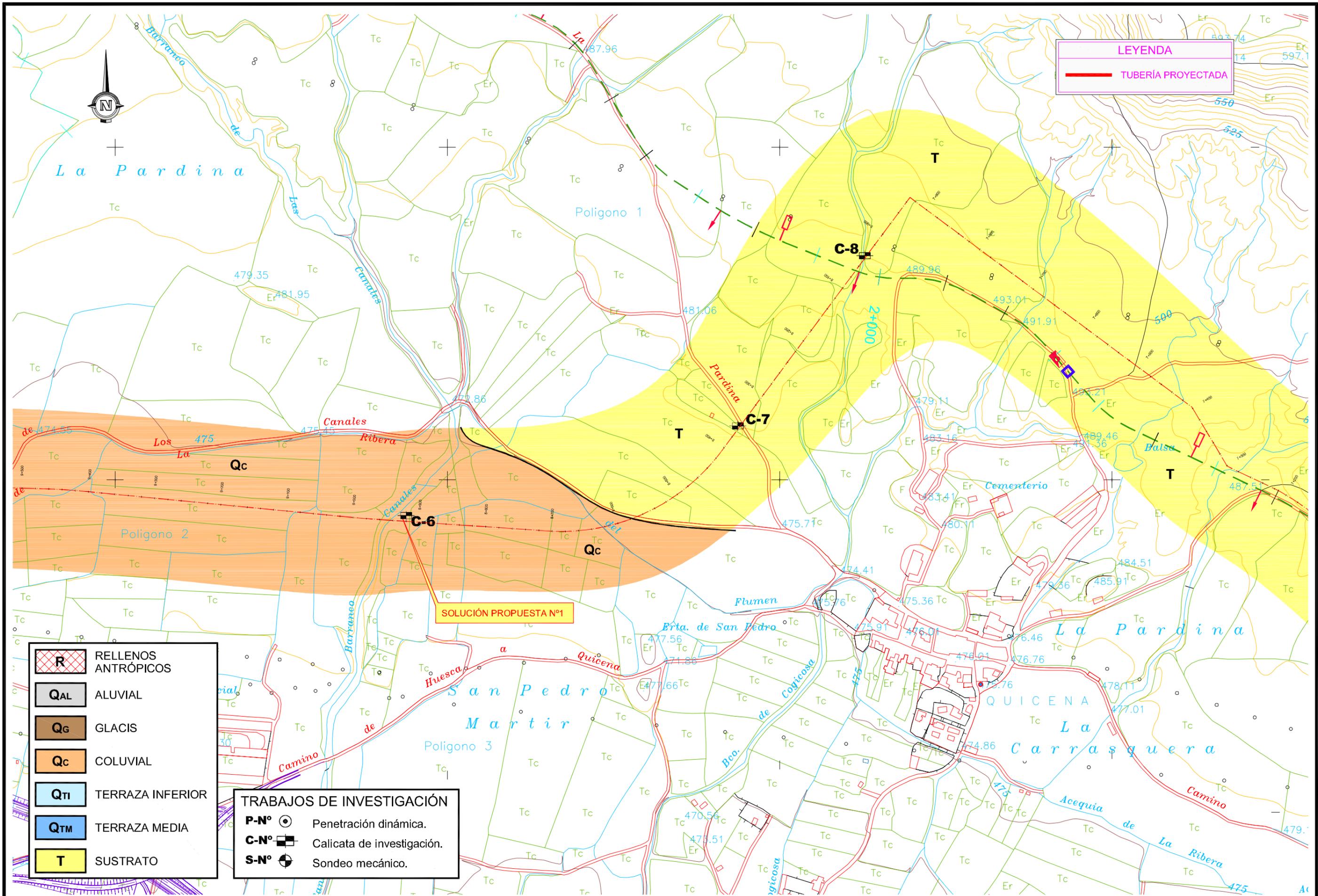
- R RELLENOS ANTRÓPICOS
- QAL ALUVIAL
- QG GLACIS
- Qc COLUVIAL
- QTI TERRAZA INFERIOR
- QTM TERRAZA MEDIA
- T SUSTRATO

- TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN**
- P-Nº** ● Penetración dinámica.
  - C-Nº** ■ Calicata de investigación.
  - S-Nº** ⊙ Sondeo mecánico.

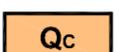
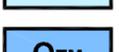
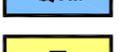
**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA Y SITUACIÓN DE TRABAJOS**  
 PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA)

1 / 5.000  
 0 20 50 100 150 m  
 HOJA 04 DE 06

09HG1110



**LEYENDA**  
 TUBERÍA PROYECTADA

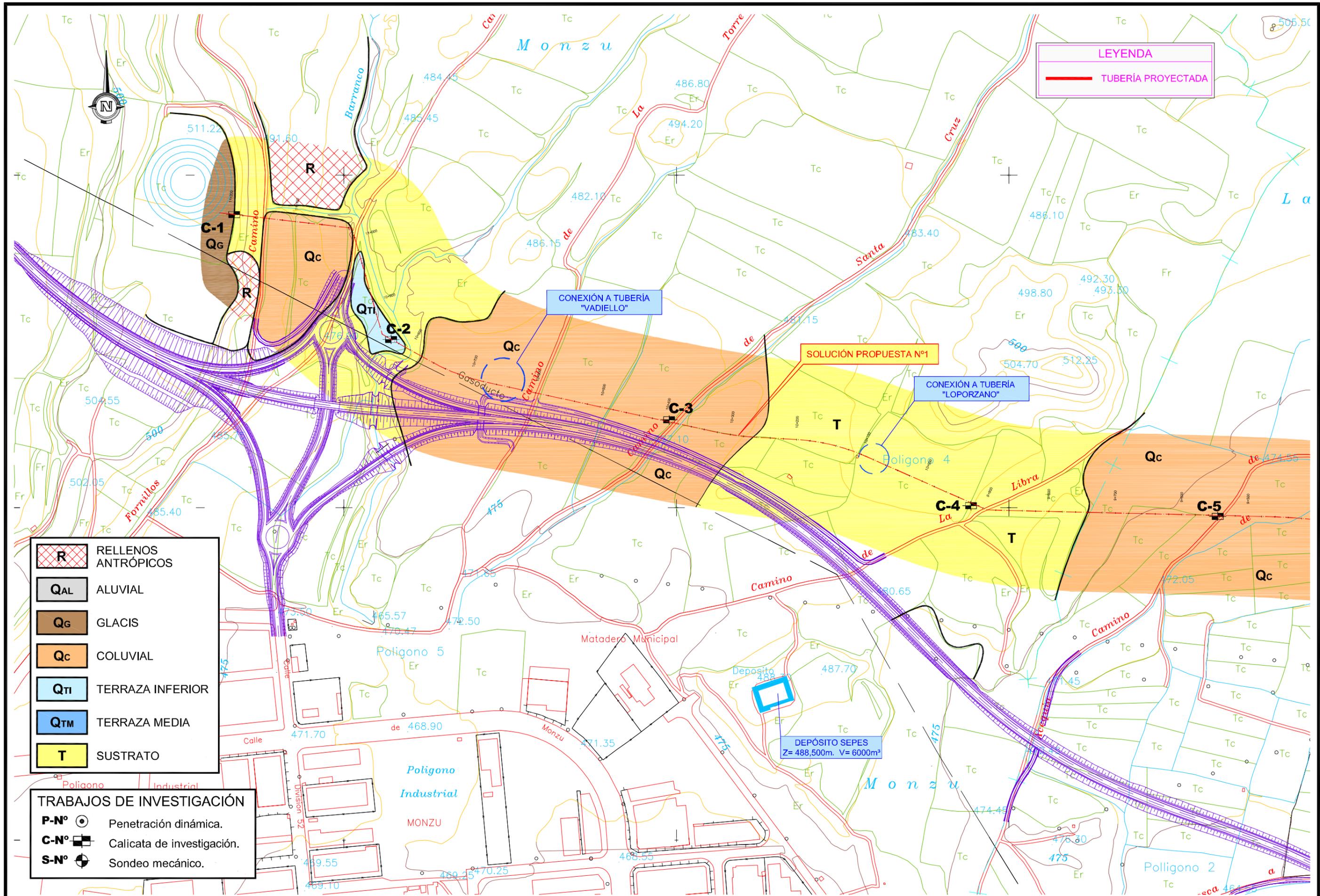
	RELLENOS ANTRÓPICOS
	ALUVIAL
	GLACIS
	COLUVIAL
	TERRAZA INFERIOR
	TERRAZA MEDIA
	SUSTRATO

<b>P-N°</b> 	Penetración dinámica.
<b>C-N°</b> 	Calicata de investigación.
<b>S-N°</b> 	Sondeo mecánico.

**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA Y SITUACIÓN DE TRABAJOS**  
 PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA)

1 / 5.000  
 0 20 50 100 150 m  
 HOJA 05 DE 06

09HG110



**LEYENDA**

— TUBERÍA PROYECTADA

<span style="background-color: #f0f0f0; border: 1px solid black; padding: 2px;">R</span>	RELLENOS ANTRÓPICOS
<span style="background-color: #d3d3d3; border: 1px solid black; padding: 2px;">QAL</span>	ALUVIAL
<span style="background-color: #808080; border: 1px solid black; padding: 2px;">QG</span>	GLACIS
<span style="background-color: #4682b4; border: 1px solid black; padding: 2px;">Qc</span>	COLUVIAL
<span style="background-color: #add8e6; border: 1px solid black; padding: 2px;">QTI</span>	TERRAZA INFERIOR
<span style="background-color: #6495ed; border: 1px solid black; padding: 2px;">QTM</span>	TERRAZA MEDIA
<span style="background-color: #ffff00; border: 1px solid black; padding: 2px;">T</span>	SUSTRATO

**TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN**

<b>P-N°</b> <span style="font-size: 2em;">⊙</span>	Penetración dinámica.
<b>C-N°</b> <span style="font-size: 2em;">⊞</span>	Calicata de investigación.
<b>S-N°</b> <span style="font-size: 2em;">⊕</span>	Sondeo mecánico.

**CARTOGRAFÍA GEOLÓGICA Y SITUACIÓN DE TRABAJOS**  
 PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA)

1 / 5.000  
 0 20 50 100 150 m  
 HOJA 06 DE 06

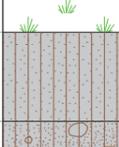


## APÉNDICE II

### PERFILES LITOLÓGICOS DE LOS SONDEOS Y FOTOGRAFÍAS



	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	SONDEO
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 718680	S - 2
	Localidad: HUESCA	Y = 4672728	Z =
	Peticionario: SERS, S.A.	Tipo de máquina: TP-50	Sondista: LUIS BAILO
	Fecha Inicio: 21-01-2010 Fecha Final: 22-01-2010	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ	

Tipo Perforación	Ø Perforación	Revestimiento	Escala 1:50	Cota	Estratigrafía	Descripción	S.P.T.	Nspt	Muestra	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
WS	B-113	113	1	-30		TIERRA VEGETAL. Limos arenosos marrones oscuros con abundantes cantos y raíces.	10 20 30 40		0.30		
				-1.00		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Coluvial. Arenas limosas marrones.			MA-1		
				-1.30		Limos arenosos ocre-rojizos con cantos y algún bloque y/o gravas.	1.20	R	1.00		
				-2.20		SUSTRATO TERCIARIO ALTERADO. Areniscas y lutitas ocre-amarillentas.	1.45				
				-4.60		SUSTRATO TERCIARIO SANO. Lutitas de tonos marrones, rojizos y grisáceos con intercalaciones hasta centimétricas de areniscas.					2.55
WH	T-86		5	-4.80					3.00		
				-6.60					MP-1		
				-6.90					3.35		
				-7.40							
				-8.00					7.70		
									MP-2		
									8.00		

TIPO PERFORACIÓN WS...Corona de widia sin agua WH...Corona de widia con agua D...Diamante	MA: Muestra alterada MP: Muestra plastificada
--	--

ESTUDIO Y REDACCIÓN DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA).



Sondeo S-2. De 0,00 a 6,00 m.



Sondeo S-2. De 6,00 a 8,00 m.

Pol. Industrial Valdeconsejo- C/Aneto, parcela nº 8-A, T. 976 566 875 - F. 976 566 612 - 50410 Cuarte de Huerva (Zaragoza) - www.ensaya.es - ensaya@ensaya.es





### APÉNDICE III

#### PERFILES LITOLÓGICOS DE LAS CALICATAS Y FOTOGRAFÍAS

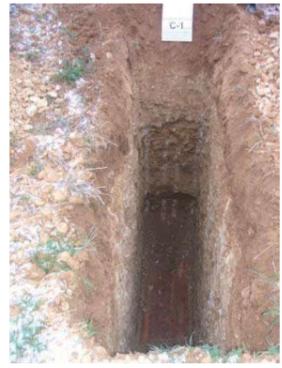
**ESTUDIO Y REDACCIÓN DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA).**

	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA <b>C-1</b>
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 715335 Y = 4670441 Z =	
	Localidad: HUESCA	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	
	Peticionario: SERS, S.A.	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ	
	Fecha Inicio: 17-12-09    Fecha Final: 17-12-09		

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.50	-0.50			TIERRA VEGETAL. Limos arcillosos marrones oscuros con cantos y raíces.				
		1		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Glacis. Gravas cementadas con cantos redondeados y subredondeados de naturaleza fundamentalmente calcárea en matriz arenosa-limoarenosa marrón.	1.40 <b>MA-1</b> 1.60			
2.60 2.80	-2.60 -2.80	3		SUSTRATO TERCIARIO. Lutitas marrón-rojizas con restos de materia orgánica y pátinas de oxidación.				
		4						
		5						

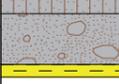
MA: Muestra alterada

OBSERVACIONES:  
 - Se excava con cierta dificultad al estar las gravas cementadas.  
 - Las paredes se mantienen verticales.  
 - No se detecta la presencia de nivel freático.



**ESTUDIO Y REDACCIÓN DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA).**

	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA <b>C-2</b>
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 715571 Y = 4670253 Z =	
	Localidad: HUESCA	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	
	Peticionario: SERS, S.A.	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ	
	Fecha Inicio: 17-12-09    Fecha Final: 17-12-09		

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.50	-0.50			RELLENOS. Limos arenosos marrones con raíces, basuras y restos de cascotes.				
		1		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Terraza. Limos arenosos muy finos ocre con restos de materia orgánica y de bioturbación. Se observa algún canto disperso y abundantes oquedades.	1.50 <b>MI-1</b> 1.70			
2.90 3.30 3.40	-2.90 -3.30 -3.40	3		Gravas con cantos subredondeados poligénicos en abundante matriz arenosa ocre-marrón. SUSTRATO TERCIARIO. Lutitas grisáceas y rojizas y areniscas.	2.90 <b>MA-1</b> 3.20			
		4						
		5						

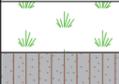
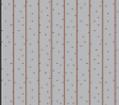
MI: Muestra inalterada  
MA: Muestra alterada

OBSERVACIONES:  
 - Se excava sin dificultad.  
 - Las paredes se mantienen verticales.  
 - No se detecta la presencia de nivel freático.



	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 715989	C-3
	Localidad: HUESCA	Y = 4670132	
	Peticionario: SERS, S.A.	Z =	
	Fecha Inicio: 17-12-09 Fecha Final: 17-12-09	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ

	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 716443	C-4
	Localidad: HUESCA	Y = 4670003	
	Peticionario: SERS, S.A.	Z =	
	Fecha Inicio: 17-12-09 Fecha Final: 17-12-09	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.40	-0.40	1		TIERRA DE LABOR. Limos arenosos algo arcillosos marrones con raíces y algún precipitado.				
1.50	-1.50	2		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Coluvial. Limos arenosos algo arcillosos marrones, más arcillosos y rojizos hacia muro. Se observan restos de materia orgánica y precipitados de carbonato, más abundantes también hacia muro.	MI-1 0.90 1.10			
3.60	-3.60	3			MI-2 2.00 2.20			
		4			MA-1 2.60 2.90			
		5						

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.40	-0.40	1		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Coluvial. Limos arcillosos marrones con algún canto, precipitados y raíces a techo.				
1.60	-1.60	2		SUSTRATO Terciario. Lutitas de colores marrones-rojizos y grisáceos con restos de materia orgánica y areniscas.	MA-1 1.20 1.50			
		3						
		4						
		5						

MI: Muestra inalterada  
MA: Muestra alterada

OBSERVACIONES:  
- Algún nivel se excava con cierta dificultad.  
- Las paredes se mantienen verticales.  
- No se detecta la presencia de nivel freático.

MI: Muestra inalterada  
MA: Muestra alterada

OBSERVACIONES:  
- Se excava con cierta dificultad. A partir de 1,60 m de profundidad no se puede continuar con la excavación por la presencia de un nivel de areniscas  
- Las paredes se mantienen verticales.  
- No se detecta la presencia de nivel freático.



**ESTUDIO Y REDACCIÓN DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA).**

**ESTUDIO Y REDACCIÓN DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA).**

	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 716814	<b>C-5</b>
	Localidad: HUESCA	Y = 4669987	
	Peticionario: SERS, S.A.	Z =	
	Fecha Inicio: 17-12-09 Fecha Final: 17-12-09	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ

	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 717438	<b>C-6</b>
	Localidad: HUESCA	Y = 4669946	
	Peticionario: SERS, S.A.	Z =	
	Fecha Inicio: 17-12-09 Fecha Final: 17-12-09	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.50	-0.50	1		TIERRA DE LABOR-RELLENOS. Limos arenosos algo arcillosos marrones-ocres con raíces y precipitados.				
1.50	-1.50	2		RELLENOS. Limos arenosos algo arcillosos marrones con restos de materia orgánica y algún cascote.				
3.00	-3.00	3		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Coluvial. Limos arenosos algo arcillosos marrones con restos de materia orgánica.	MI-1 2.30 2.50			MA-1 1.60 MI-1 1.90
3.10	-3.10	4		SUSTRATO TERCIARIO ALTERADO. Arcillas marrón-rojizas con pátinas de oxidación, restos de materia orgánica y algún precipitado. A muro se observan areniscas grises.	MI-2 2.90 3.00			
		5						

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.20	-0.20			TIERRA VEGETAL. Limos muy arenosos marrones con cantos y raíces.				
1.20	-1.20	1		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Coluvial. Limos muy arenosos marrones-ocres con cantos, precipitados y raíces y algún nivel de arenas limosas hacia techo. Se observan abundantes raíces hasta 1,10 m de profundidad.				
3.10	-3.10	3		Limos arenosos algo arcillosos marrones-ocres con algún nivel más rojizo, con restos de materia orgánica y bioturbación.				
		4						
		5						

MI: Muestra inalterada

OBSERVACIONES:  
 - Se excava sin dificultad.  
 - Las paredes se mantienen verticales.  
 - No se detecta la presencia de nivel freático.

MA: Muestra alterada  
MI: Muestra inalterada

OBSERVACIONES:  
 - Se excava sin dificultad.  
 - Las paredes se mantienen verticales.  
 - No se detecta la presencia de nivel freático.



**ESTUDIO Y REDACCIÓN DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA).**

	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA <b>C-7</b>
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 717937 Y = 4670081 Z =	
	Localidad: HUESCA	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	
	Peticionario: SERS, S.A.	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ	
	Fecha Inicio: 17-12-09 Fecha Final: 17-12-09		

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.40	-40			TIERRA VEGETAL-RELLENOS. Limos arenosos marrones con cantos y raíces.				
0.80	-80	1		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Coluvial. Limos arenosos algo arcillosos marrones con precipitados.				
1.50	-1.50	2		SUSTRATO TERCIARIO. Lutitas y areniscas marrón-rojizas con algún precipitado y restos de materia orgánica.	MA-1 1.40 1.50			
		3						
		4						
		5						

MA: Muestra alterada	<b>OBSERVACIONES:</b> - Se excava con dificultad. Se para la excavación por la presencia de un nivel de areniscas. - Las paredes se mantienen verticales. - No se detecta la presencia de nivel freático.
----------------------	--



**ESTUDIO Y REDACCIÓN DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA).**

	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA <b>C-8</b>
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 718128 Y = 4670337 Z =	
	Localidad: HUESCA	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	
	Peticionario: SERS, S.A.	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ	
	Fecha Inicio: 17-12-09 Fecha Final: 17-12-09		

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.30	-30			TIERRA DE LABOR. Limos arenosos marrones con raíces.				
0.80	-80	1		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Coluvial. Limos arenosos marrones con abundantes precipitados.				
1.50	-1.50	2		SUSTRATO TERCIARIO ALTERADO. Limos arcillosos marrón-rojizos.				
1.90	-1.90	3		SUSTRATO TERCIARIO SANO. Lutitas marrón-rojizas y areniscas grises.				
2.10	-2.10	4						
		5						

	<b>OBSERVACIONES:</b> - Se excava sin dificultad hasta la aparición del sustrato sano. Se para la excavación por la presencia de un nivel de areniscas. - Las paredes se mantienen verticales. - No se detecta la presencia de nivel freático.
--	---



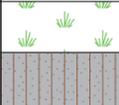
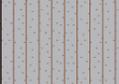
ESTUDIO Y REDACCIÓN DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA).

ESTUDIO Y REDACCIÓN DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA).

	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 720482	C-9
	Localidad: HUESCA	Y = 4670684	
	Peticionario: SERS, S.A.	Z =	
	Fecha Inicio: 23-12-09 Fecha Final: 23-12-09	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ

	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 720218	C-10
	Localidad: HUESCA	Y = 4671334	
	Peticionario: SERS, S.A.	Z =	
	Fecha Inicio: 23-12-09 Fecha Final: 23-12-09	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.80	-0.80	1		TIERRA VEGETAL-RELLENOS. Limos arcillo-arenosos marrones con raíces, cantos y alguna basura.				
1.40	-1.40	2		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Terraza. Gravas con cantos subredondeados poligénicos en abundante matriz arenosa marrón de grano medio.	MA-1			
2.20	-2.20			Arenas de grano medio, algo limosas, con niveles más limosos hacia muro, marrones con cantos.				
2.30	-2.30			SUSTRATO TERCIARIO. Areniscas.				
		3						
		4						
		5						

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.40	-0.40	1		TIERRA VEGETAL. Limos arenosos ocre-marrones con raíces.				
		2		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Coluvial. Limos arenosos ocre-marrones con abundantes raíces hasta 1,60 m de profundidad. A partir de 0,80 m de profundidad se observan abundantes precipitados de carbonato y a partir de 2,90 m disminuye la proporción hasta desaparecer. Hacia muro se observa algún bloque de pequeño tamaño de areniscas.	MI-1 MA-1 MI-2 MA-1			
		3						
		4						
		5						

MA: Muestra alterada

OBSERVACIONES:  
 - Se excava sin dificultad hasta el sustrato.  
 - Se desprenden las paredes por la proximidad del nivel freático.  
 - Los materiales se encuentran húmedos a partir de 2 m de profundidad.

OBSERVACIONES:  
 - Se excava sin dificultad.  
 - Las paredes se mantienen verticales.  
 - No se detecta la presencia de nivel freático.

MI: Muestra inalterada  
 MA: Muestra alterada

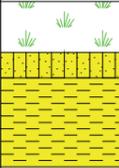


ESTUDIO Y REDACCIÓN DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA).

ESTUDIO Y REDACCIÓN DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA).

	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 719775	C-11
	Localidad: HUESCA	Y = 4671807	
	Peticionario: SERS, S.A.	Z =	
	Fecha Inicio: 23-12-09 Fecha Final: 23-12-09	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ

	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 719156	C-12
	Localidad: HUESCA	Y = 4672235	
	Peticionario: SERS, S.A.	Z =	
	Fecha Inicio: 23-12-09 Fecha Final: 23-12-09	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.40	-0.40	1		TIERRA VEGETAL. Limos arenosos marrones con cantos, raíces y precipitados.	MA-1			1.00 1.20
0.60	-0.60			SUSTRATO TERCIARIO ALTERADO. Limos arenosos ocre.				
1.30	-1.30			SUSTRATO TERCIARIO SANO. Lutitas ocre-rojizas y areniscas.				
		2						
		3						
		4						
		5						

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.40	-0.40	1		TIERRA VEGETAL. Limos arcillosos marrones con cantos y raíces, y gravas en matriz limoarcillosa marrón.	MA-1			3.10 3.40
0.90	-0.90			RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Terraza. Limos arenosos ocre más oscuros y arenosos hacia muro.				
1.50	-1.50			Limos areno-arcillosos marrones-rojizos con restos de materia orgánica. Gravas con cantos en matriz arenosa-limoarenosa marrón.				
		2						
		3						
		4						
		5						

MA: Muestra alterada

OBSERVACIONES:  
 - Se excava con dificultad.  
 - Las paredes se mantienen verticales.  
 - No se detecta la presencia de nivel freático.

MA: Muestra alterada

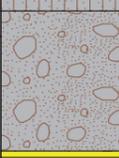
OBSERVACIONES:  
 - Las gravas se excavan con cierta dificultad.  
 - Las paredes se mantienen verticales.  
 - No se detecta la presencia de nivel freático.



	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 718955	C-13
	Localidad: HUESCA	Y = 4672529	
	Peticionario: SERS, S.A.	Z =	
	Fecha Inicio: 23-12-09 Fecha Final: 23-12-09	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ

	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 718811	C-14
	Localidad: HUESCA	Y = 4672633	
	Peticionario: SERS, S.A.	Z =	
	Fecha Inicio: 23-12-09 Fecha Final: 23-12-09	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.40	-0.40	1		TIERRA VEGETAL. Limos arenosos marrones con cantos, raíces y precipitados.				
1.70	-1.70	2		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Terraza. Limos arenosos finos ocre-marrones, ocre a techo, con precipitados. A partir de 1,70 y hasta 3,00 m de profundidad se observan cantos. Por debajo de 3,00 m son algo arcillosos, marrones y rojizos.				
3.00	-3.00	3		SUSTRATO TERCIARIO. Areniscas.				
3.90	-3.90	4						
		5						

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.50	-0.50	1		TIERRA VEGETAL-RELLENOS. Limos arcillosos marrones con cantos, raíces, precipitados y alguna basura.				
1.80	-1.80	2		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Terraza. Limos arenosos finos ocre, más oscuros hacia muro, con precipitados. A partir de 1,80 m de profundidad se observan cantos hasta gravas en matriz arenosa fina marrón.				
2.90	-2.90	3		SUSTRATO TERCIARIO. Areniscas.				
3.00	-3.00	4						
		5						

OBSERVACIONES:  
 - Se excava sin dificultad.  
 - Las paredes se mantienen verticales.  
 - No se detecta la presencia de nivel freático.

OBSERVACIONES:  
 - Se excava sin dificultad hasta la aparición del sustrato Terciario. No se puede continuar la excavación por la presencia de un nivel de areniscas.  
 - Las paredes se mantienen estables subverticales.  
 - No se detecta la presencia de nivel freático.



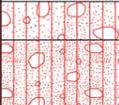
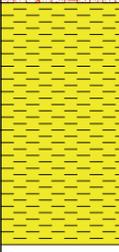
**ESTUDIO Y REDACCIÓN DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA).**

**ESTUDIO Y REDACCIÓN DEL PROYECTO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA A HUESCA DESDE EL EMBALSE DE MONTEARAGÓN (HUESCA).**

	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 718504	<b>C-15</b>
	Localidad: HUESCA	Y = 4672839	
	Peticionario: SERS, S.A.	Z =	
	Fecha Inicio: 23-12-09 Fecha Final: 23-12-09	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ

	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 718420	<b>C-16</b>
	Localidad: HUESCA	Y = 4672922	
	Peticionario: SERS, S.A.	Z =	
	Fecha Inicio: 23-12-09 Fecha Final: 23-12-09	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.40	-0.40	1		TIERRA VEGETAL. Limos arenosos marrones con cantos y raíces.				
1.60	-1.60	2		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Terraza. Gravas con cantos subredondeados poligénicos en matriz arenosa de grano medio-grueso marrón. Hasta aproximadamente 1,00 m de profundidad se observan abundantes raíces.				
2.90	-2.90	3		SUSTRATO TERCIARIO. Lutitas rojizas y grises.	MA-1			1.60
		4						
		5						

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.30	-0.30	1		RELLENOS ANTRÓPICOS. Gravas con cantos en matriz limoarenosa marrón con cantos, raíces y basuras.				
1.00	-1.00	2		Limos arenosos ocre con cantos, raíces y basuras.  SUSTRATO TERCIARIO. Lutitas marrón-rojizas hasta grisáceas con restos de materia orgánica y bloques de areniscas marrones y grises.				
2.90	-2.90	3						
		4						
		5						

MA: Muestra alterada

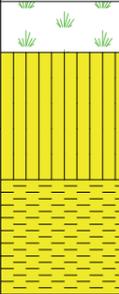
OBSERVACIONES:  
 - Se excava sin dificultad.  
 - Se desprenden las paredes por la presencia del nivel freático.  
 - Se detecta nivel freático a 1,60 m de profundidad.

OBSERVACIONES:  
 - Se excava con cierta dificultad.  
 - Las paredes se mantienen verticales.  
 - No se detecta la presencia de nivel freático.





	Nº Obra: 09HG1110	COORDENADAS	CATA
	Obra: TUBERÍA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN	X = 718455	C-17
	Localidad: HUESCA	Y = 4673076	Z =
	Peticionario: SERS, S.A.	Tipo de máquina: RETRO MIXTA	
	Fecha Inicio: 23-12-09    Fecha Final: 23-12-09	Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ	

Profundidad	Cota	Escala 1:50	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
0.40	-0.40	1		TIERRA VEGETAL. Limos arenosos marrones con cantos, precipitados y raíces. SUSTRATO TERCIARIO MUY ALTERADO. Limos ocre con alguna raíz a techo y restos de materia orgánica y bioturbación.				
1.40	-1.40	2		SUSTRATO TERCIARIO SANO. Lutitas de tonos ocre-rojizos y grisáceos y areniscas.				
2.30	-2.30	3						
		4						
		5						

OBSERVACIONES:

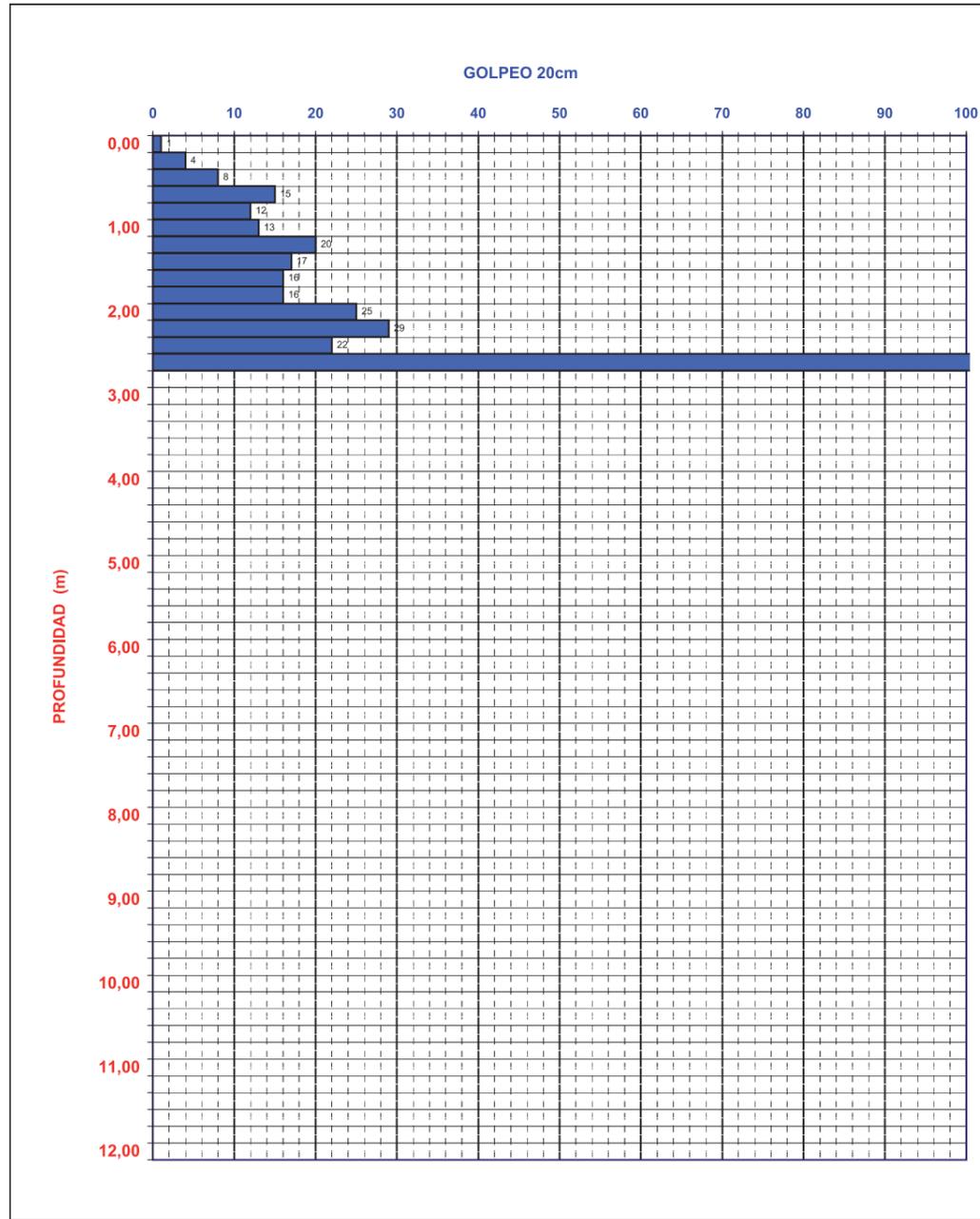
- Se excava con cierta dificultad hacia muro.
- Las paredes se mantienen verticales.
- No se detecta la presencia de nivel freático.



**APÉNDICE IV**  
**GRÁFICOS DE LAS PENETRACIONES DINÁMICAS**

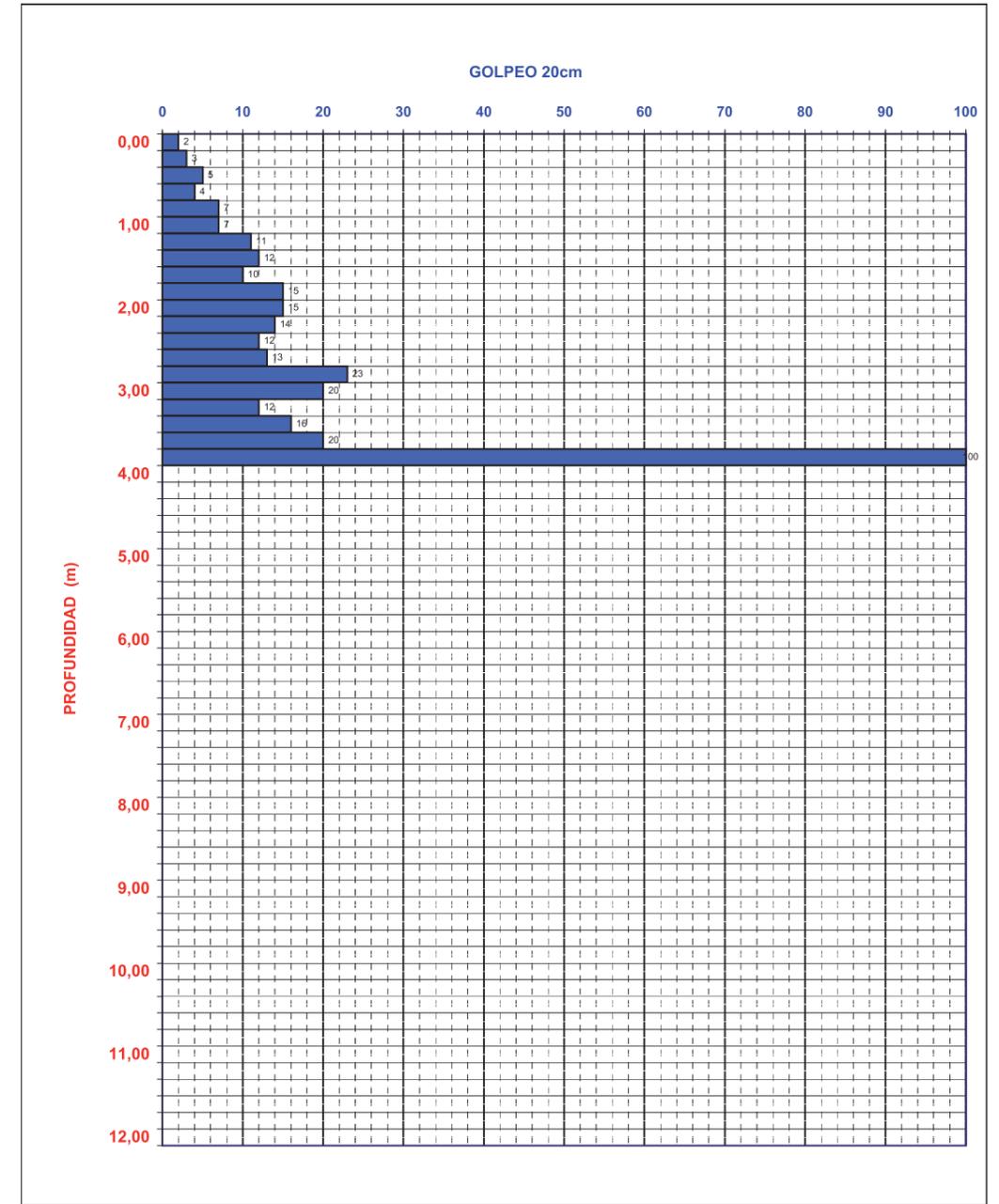
Pol. Industrial Valdeconsejo- C/Aneto, parcela nº 8-A, T. 976 566 875 – F. 976 566 612 – 50410 Cuarte de Huerva (Zaragoza) - www.ensaya.es - ensaya@ensaya.es

PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH					
TUBERIA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN					PENETRACION
Peticionario		SERS, S.A.			P-1
Fecha	12-ene-10	Situación	HUESCA		
Coordenadas					nº Obra
X:	719586	Y:	4669596	Z:	09HG1110



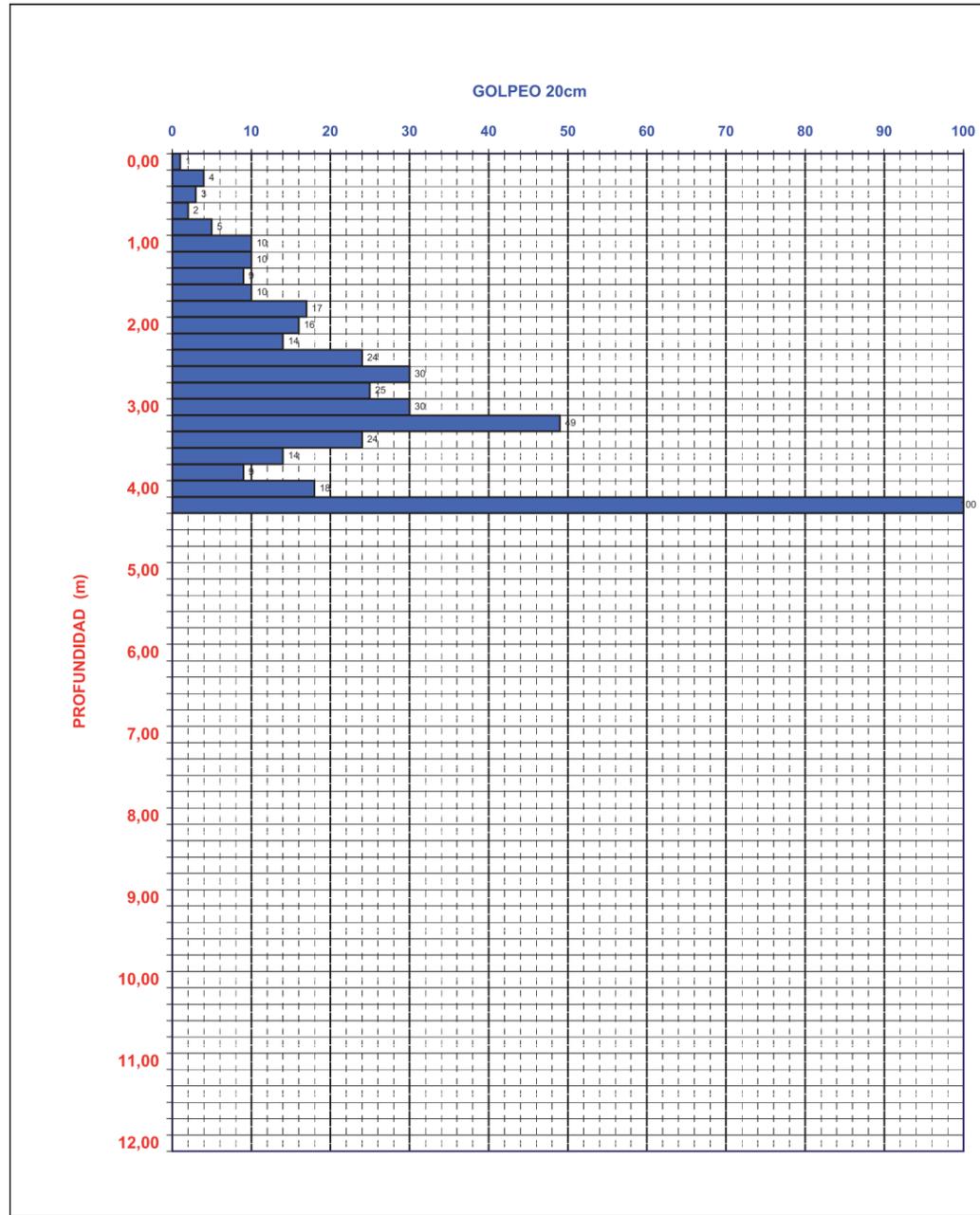
OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 2,80 m de profundidad.

PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH					
TUBERIA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN					PENETRACION
Peticionario		SERS, S.A.			P-2
Fecha	12-ene-10	Situación	HUESCA		
Coordenadas					nº Obra
X:	720211	Y:	4669861	Z:	09HG1110



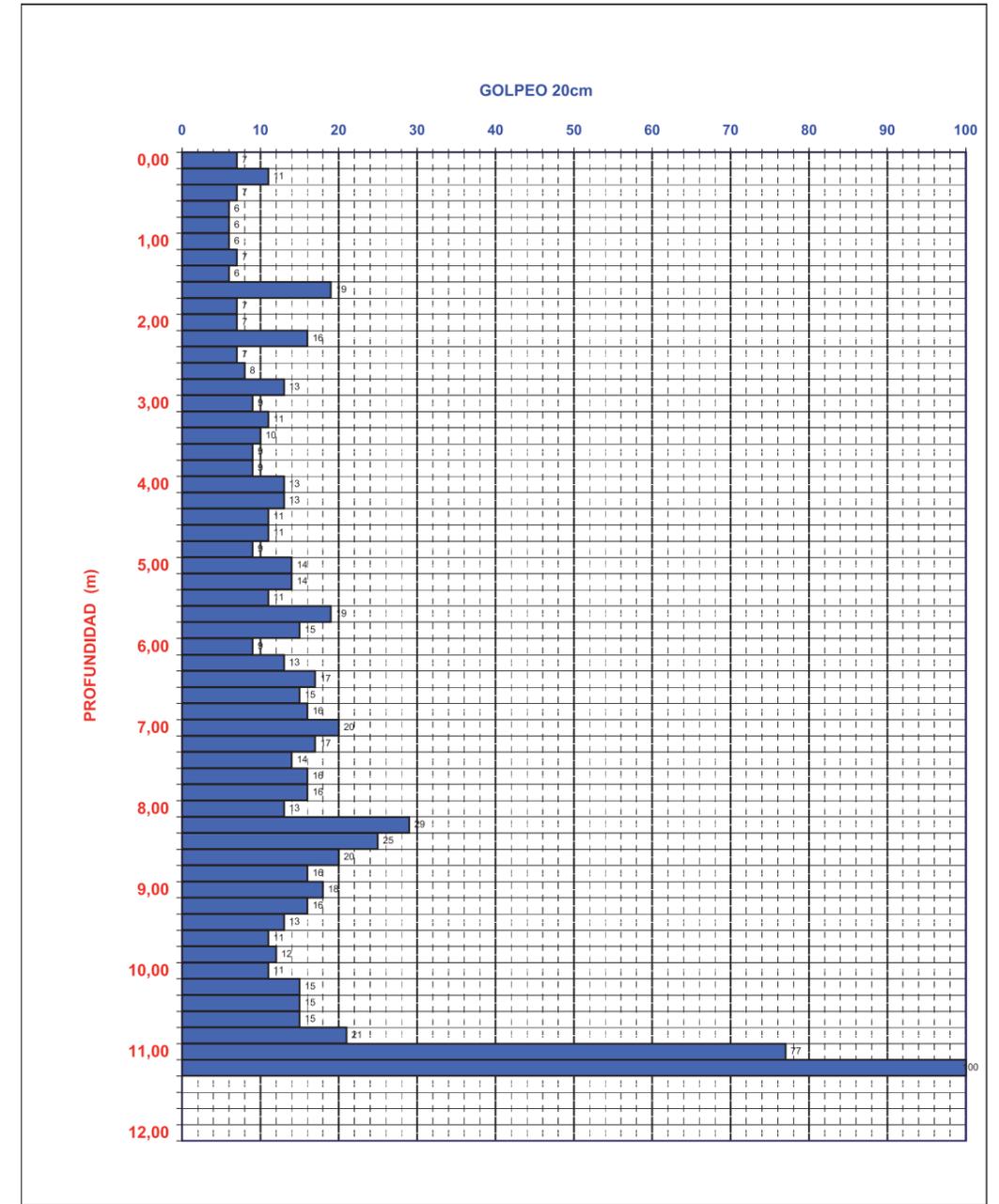
OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 4,00 m de profundidad.

		PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH			
		TUBERIA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN			PENETRACION
Peticionario		SERS, S.A.		P-3	
Fecha	12-ene-10	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	718564	Y:	4672804	Z:	09HG1110



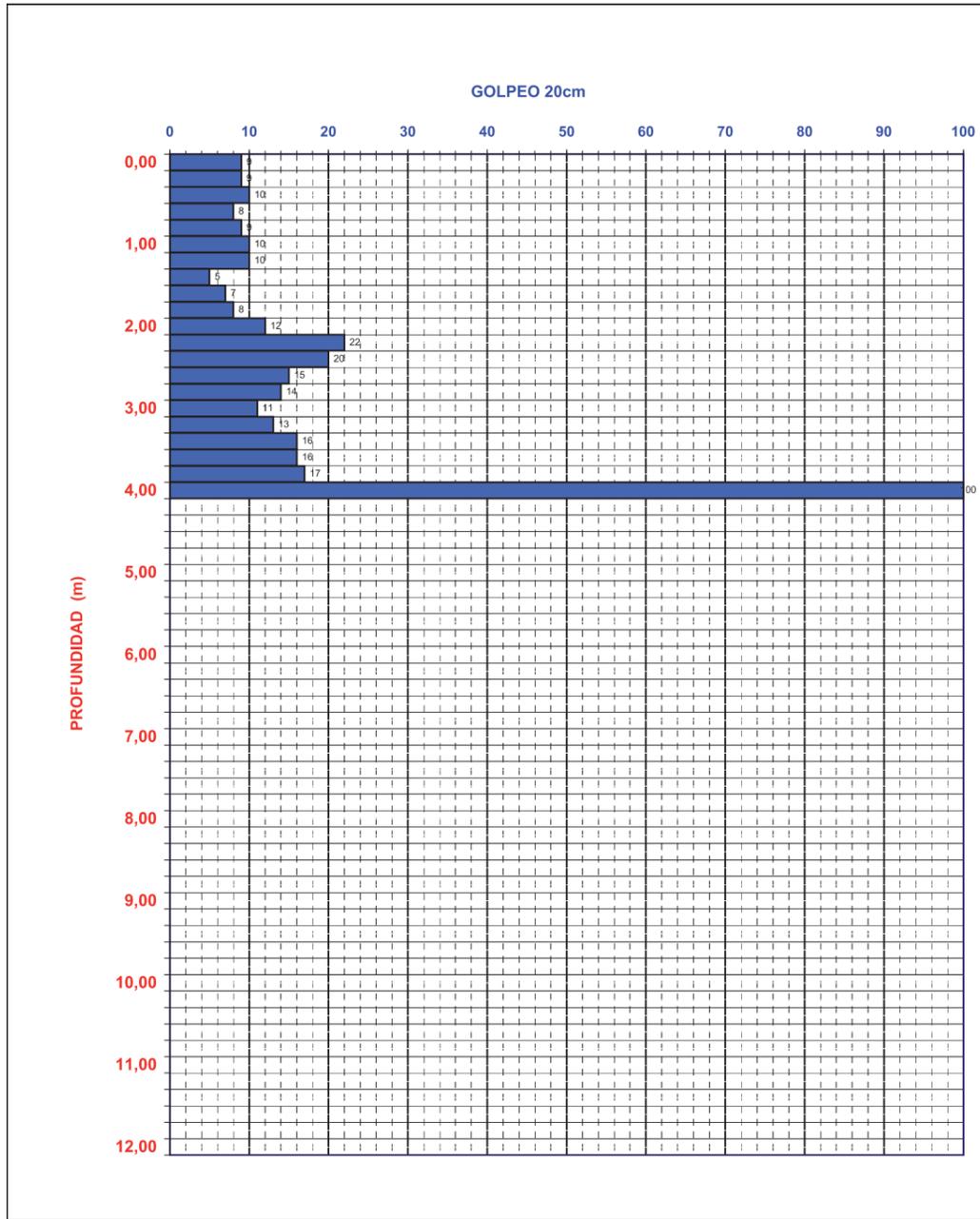
OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 4,40 m de profundidad.

		PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH			
		TUBERIA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN			PENETRACION
Peticionario		SERS, S.A.		P-4	
Fecha	26-ene-10	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	718407	Y:	4672898	Z:	09HG1110



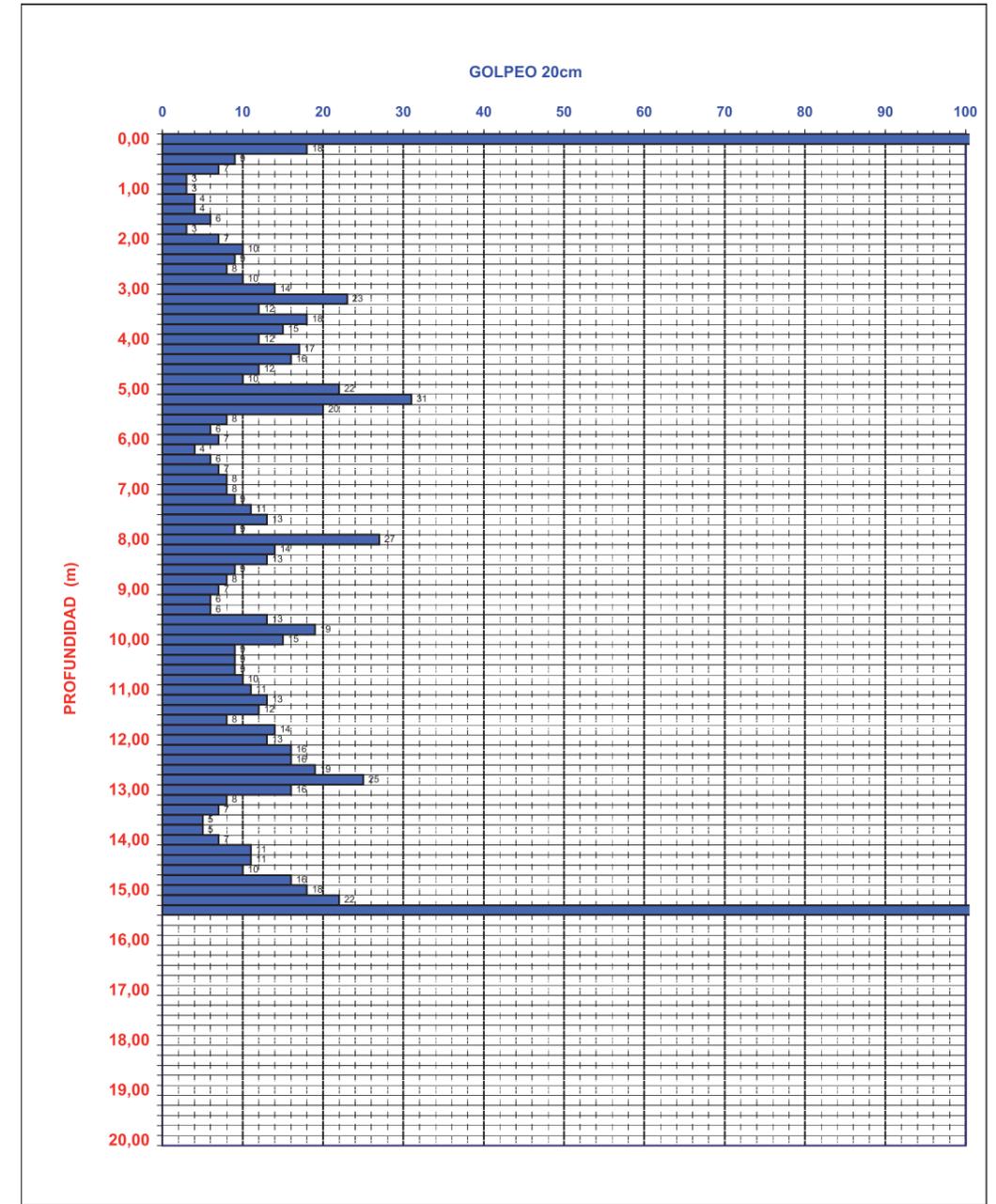
OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 11,40 m de profundidad.

		PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH			
		TUBERIA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN			PENETRACION
Peticionario		SERS, S.A.		P-5	
Fecha	26-ene-10	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	718414	Y:	4672909	Z:	09HG1110



OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 4,20 m de profundidad.

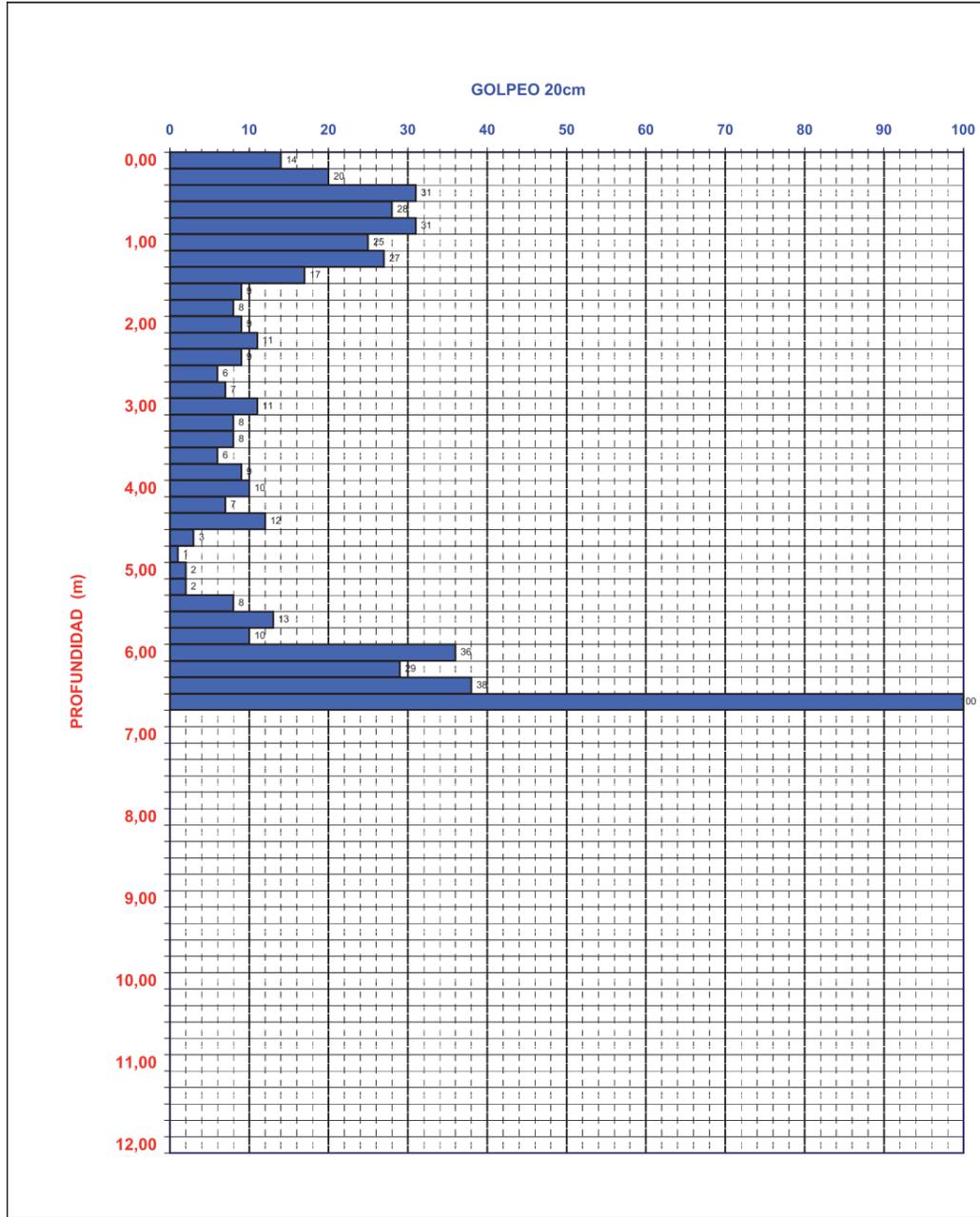
		PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH			
		TUBERIA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN			PENETRACION
Peticionario		SERS, S.A.		P-6	
Fecha	26-ene-10	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	718286	Y:	4673242	Z:	09HG1110



OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 15,60 m de profundidad.



PENETRACIÓN DINÁMICA DPSH					
TUBERIA DE ABASTECIM. A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN				PENETRACION	
Peticionario		SERS, S.A.		P-7	
Fecha	12-ene-10	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	718158	Y:	4673366	Z:	09HG1110



OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 6,80 m de profundidad.



**APÉNDICE V**  
**BOLETINES DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

Pol. Industrial Valdeconsejo- C/Aneto, parcela nº 8-A, T. 976 566 875 - F. 976 566 612 - 50410 Cuarte de Huerva (Zaragoza) - www.ensaya.es - ensaya@ensaya.es

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

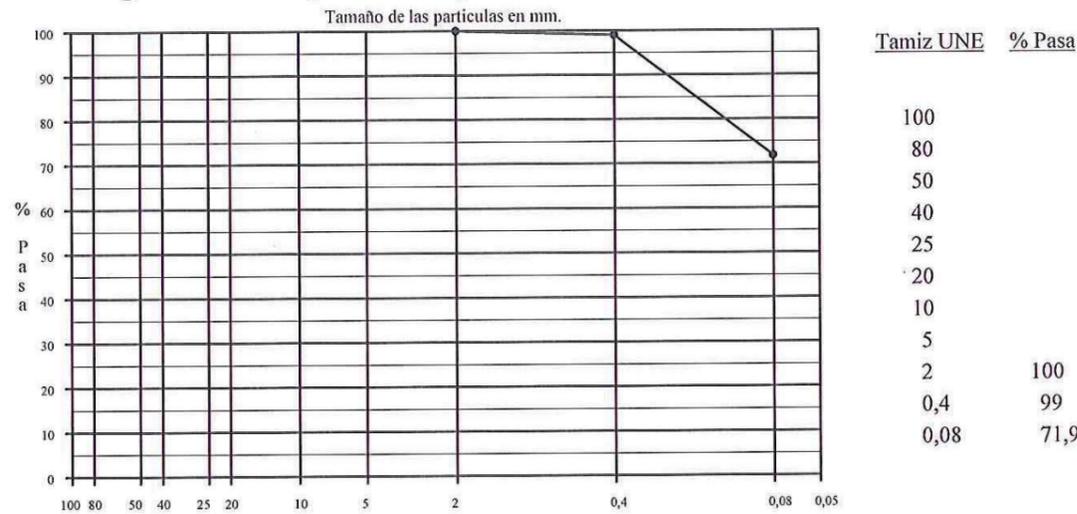
MUESTRA: S-1. De 0,60 a 1,20 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG01356

**ENSAYO DE SUELOS**

**- Análisis granulométrico (UNE-103101).**



**- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

Límite Líquido \_\_\_\_\_ NP  
Límite Plástico \_\_\_\_\_ NP  
Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ NP

**- Ensayos Químicos**

Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_  
Yesos (NLT 115) (%) \_\_\_\_\_  
Sales solubles (NLT 114) (%) \_\_\_\_\_

**- Proctor Modificado (UNE-103501)**

Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_

**- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)**

Índice al 95% PM \_\_\_\_\_  
Índice al 98% PM \_\_\_\_\_  
Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

**- Humedad (UNE-103300).**

w (%) \_\_\_\_\_

**- Clasificación**

Casagrande \_\_\_\_\_ ML  
PG-3 \_\_\_\_\_  
H.R.B. \_\_\_\_\_

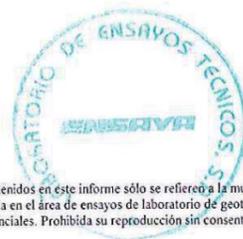
**- Densidad (UNE-103301).**

Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) N° Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

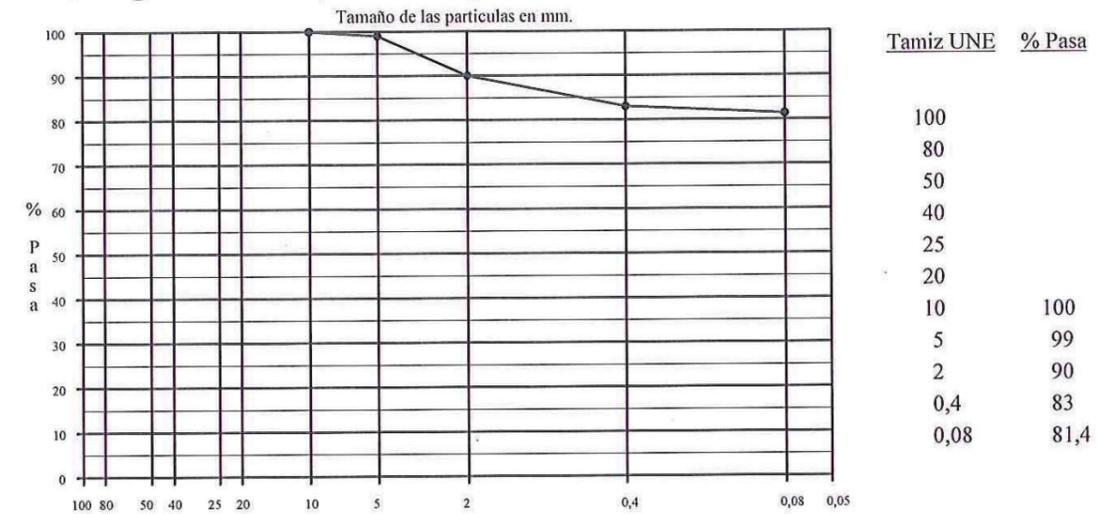
MUESTRA: S-1. De 3,60 a 4,10 m. MP-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG01357

**ENSAYO DE SUELOS**

**- Análisis granulométrico (UNE-103101).**



**- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

Límite Líquido \_\_\_\_\_ 31,0  
Límite Plástico \_\_\_\_\_ 25,3  
Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ 5,7

**- Ensayos Químicos**

Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_  
Yesos (NLT 115) (%) \_\_\_\_\_  
Sales solubles (NLT 114) (%) \_\_\_\_\_

**- Proctor Modificado (UNE-103501)**

Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_

**- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)**

Índice al 95% PM \_\_\_\_\_  
Índice al 98% PM \_\_\_\_\_  
Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

**- Humedad (UNE-103300).**

w (%) \_\_\_\_\_

**- Clasificación**

Casagrande \_\_\_\_\_ ML  
PG-3 \_\_\_\_\_  
H.R.B. \_\_\_\_\_

**- Densidad (UNE-103301).**

Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) N° Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

**TRABAJO:** TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

**MUESTRA:** S-1. De 3,60 a 4,10 m. MP-1.

**Nº OBRA:** 09HG1110

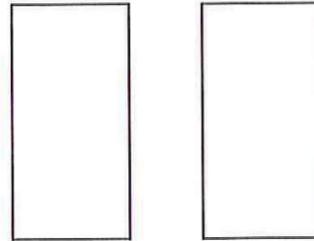
**Nº REF:** 10HG01359

**ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE**

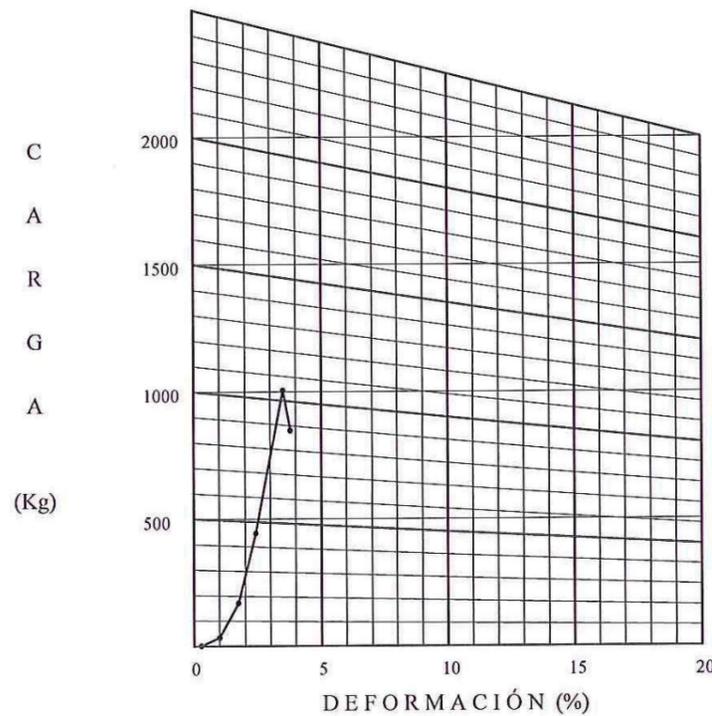
**Datos Generales.**

- Norma de ensayo \_\_\_\_\_ UNE 103400
- Diámetro de la muestra (cm) \_ 6,9
- Altura de la muestra (cm) \_\_\_ 13,9
- Peso de la muestra (gr) \_\_\_\_ 1243,8
- Humedad (%) \_\_\_\_\_ 9,2
- Densidad seca (gr/cm3) \_\_\_\_ 2,19
- Res. a comp. simple (kg/cm2) . 26,9
- Deformación (%) \_\_\_\_\_ 3,5

**Forma de Rotura.**



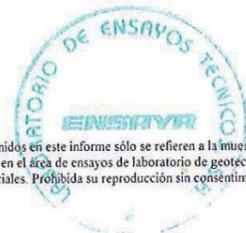
**Gráfico Carga-Deformación.**



- Observaciones \_\_\_\_\_ Soiltest > 4,5 kg/cm2.

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

**TRABAJO:** TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

**MUESTRA:** S-1. De 3,60 a 4,10 m. MP-1.

**Nº OBRA:** 09HG1110

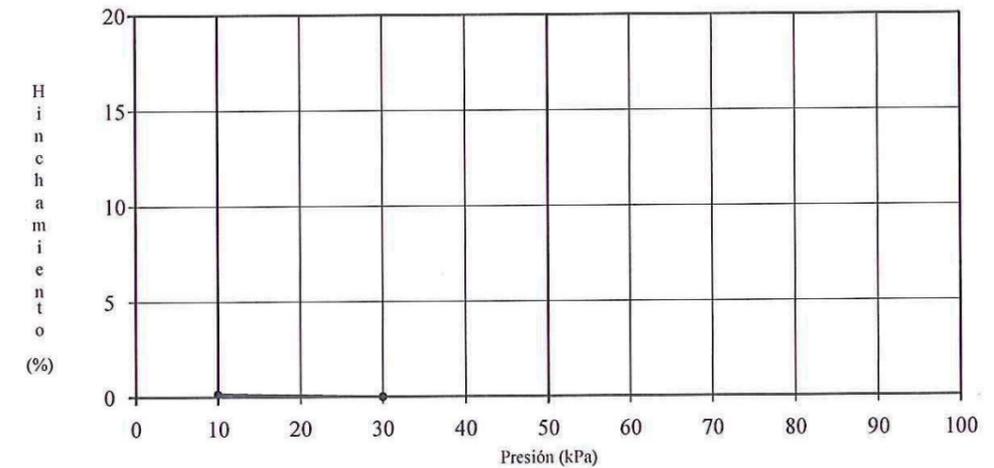
**Nº REF:** 10HG01358

**ENSAYO DE PRESIÓN MÁXIMA DE HINCHAMIENTO**

**Datos Generales.**

- Método de ensayo \_\_\_\_\_ UNE 103 602
- Tipo de probeta \_\_\_\_\_ Inalterada
- Diámetro de la muestra (mm) \_\_\_\_\_ 50,47
- Altura de la muestra (mm) \_\_\_\_\_ 20,00
- Peso de la muestra (gr) \_\_\_\_\_ 94,40
- Humedad inicial (%) \_\_\_\_\_ 8,6
- Humedad final (%) \_\_\_\_\_ 9,7
- Densidad seca (gr/cm3) \_\_\_\_\_ 2,17
- **Presión máx hinchamiento (kPa) \_ 30,00**

**Gráfico Presión-Hinchamiento.**



- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos



TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: S-1.

Nº OBRA: 09HG1110

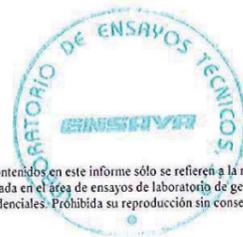
Nº REF: 10HG01528

**AGRESIVIDAD DE AGUA PARA HORMIGONES**

Exponente hidrógeno pH (Anejo 5. EHE)	7,6
CO <sub>2</sub> Agresivo (mg CO <sub>2</sub> /l) (Anejo 5. EHE)	7,5
Ión Amonio (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l) (Anejo 5. EHE)	< 0,5
Ión Magnesio (mg Mg <sup>++</sup> /l) (Anejo 5. EHE)	15,6
Ión Sulfato (mg SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> /l) (Anejo 5. EHE)	239,7
Residuo seco (mg/l) (Anejo 5. EHE)	472
Ataque (Tabla 8.2.3.b de EHE)	DÉBIL

Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area  
  
 Fdo. Luis Moliner Oliveros  
 Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
 VºBº Director Laboratorio  
  
 Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
 Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
 Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). N° Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
 Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos



TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

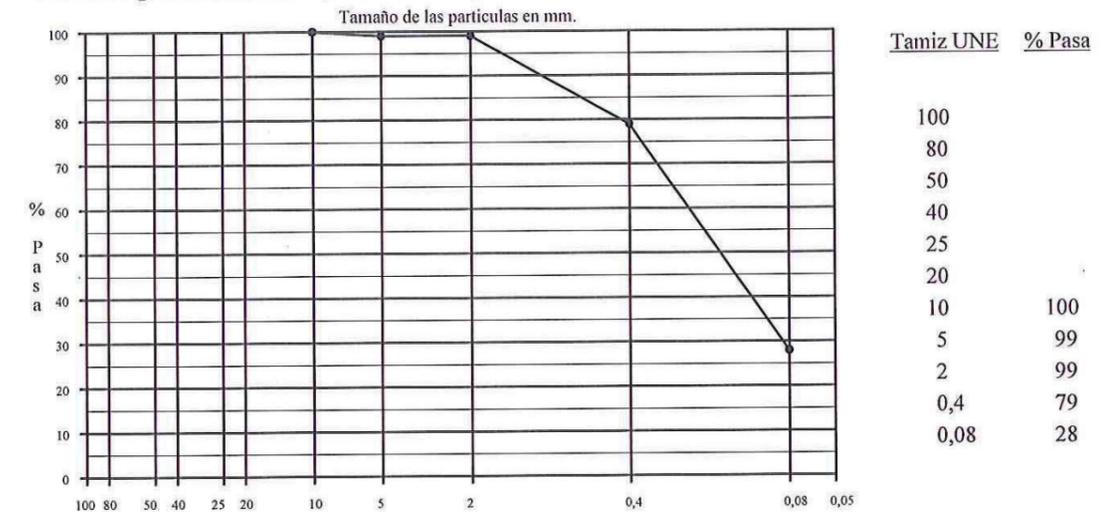
MUESTRA: S-2. De 0,30 a 1,00 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG01354

**ENSAYO DE SUELOS**

- Análisis granulométrico (UNE-103101).



- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

Límite Líquido \_\_\_\_\_ NP  
 Límite Plástico \_\_\_\_\_ NP  
 Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ NP

- Ensayos Químicos

Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_  
 Yesos (NLT 115) (%) \_\_\_\_\_  
 Sales solubles (NLT 114) (%) \_\_\_\_\_

- Proctor Modificado (UNE-103501)

Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
 Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_

- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)

Índice al 95% PM \_\_\_\_\_  
 Índice al 98% PM \_\_\_\_\_  
 Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

- Humedad (UNE-103300).

w (%) \_\_\_\_\_

- Clasificación

Casagrande \_\_\_\_\_ SM  
 PG-3 \_\_\_\_\_  
 H.R.B. \_\_\_\_\_

- Densidad (UNE-103301).

Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
 Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area  
  
 Fdo. Luis Moliner Oliveros  
 Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
 VºBº Director Laboratorio  
  
 Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
 Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
 Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). N° Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
 Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos



TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: S-2. De 3,00 a 3,35 m. MP-1.

Nº OBRA: 09HG1110

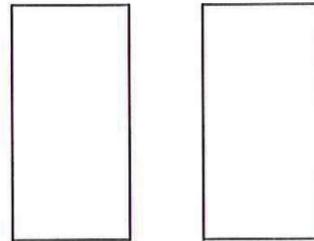
Nº REF: 10HG01355

**ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE**

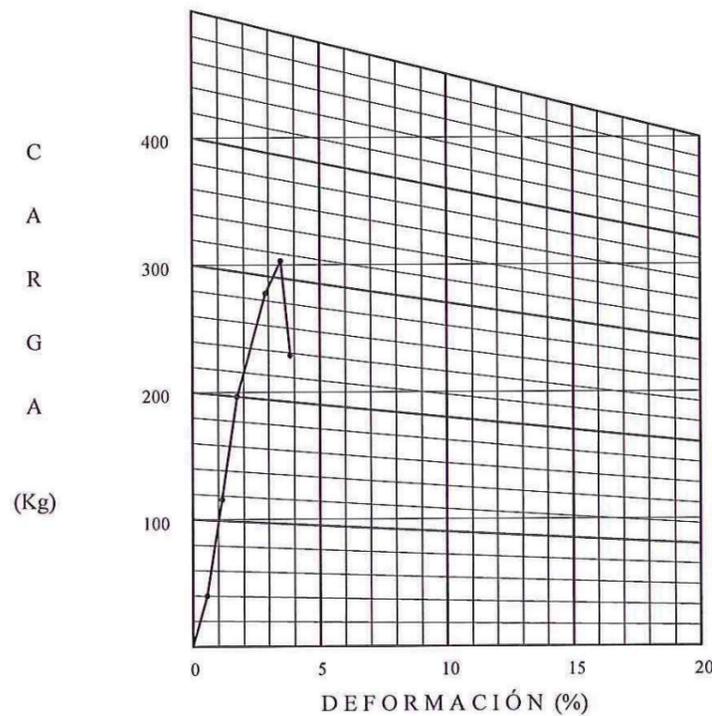
**Datos Generales.**

- Norma de ensayo \_\_\_\_\_ UNE 103400
- Diámetro de la muestra (cm) \_ 7,1
- Altura de la muestra (cm) \_\_\_ 14,2
- Peso de la muestra (gr) \_\_\_\_\_ 1342,8
- Humedad (%) \_\_\_\_\_ 8,6
- Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 2,20
- Res. a comp. simple (kg/cm<sup>2</sup>) . 7,7
- Deformación (%) \_\_\_\_\_ 3,5

**Forma de Rotura.**



**Gráfico Carga-Deformación.**



- Observaciones \_\_\_\_\_ Soiltest > 4,5 kg/cm<sup>2</sup>.

El Jefe del Area

*[Signature]*  
Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

*[Signature]*  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). N° Reg. 04 005 GTL.07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

Pol. Industrial Valdeconsejo - C/ Aneto, parcela nº 8 - A - T 976 566 875 - F 976 566 612 - 50410 Cuarte de Huerva [Zaragoza] - www.ensaya.es - ensaya@ensaya.es



TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

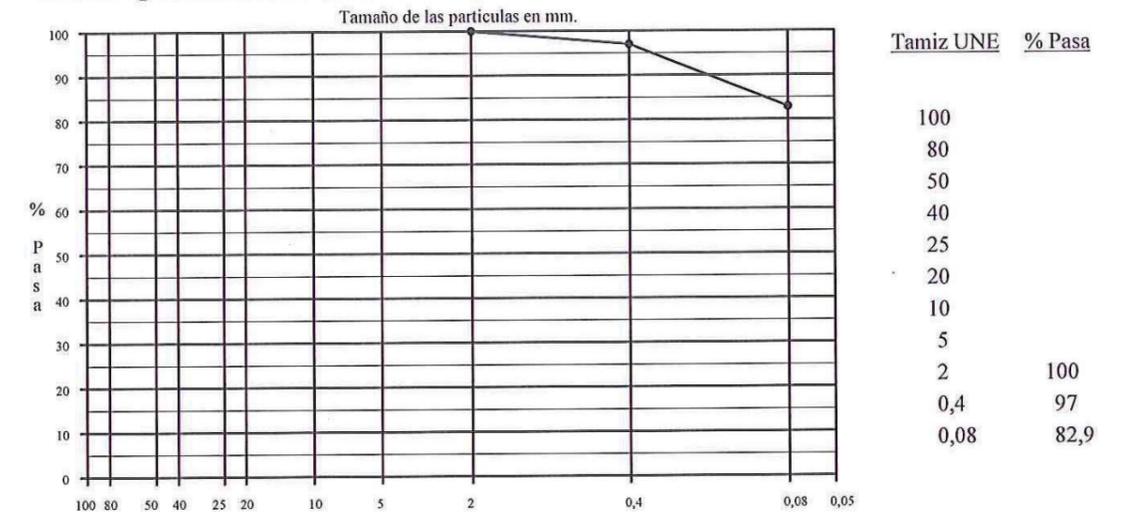
MUESTRA: S-3. De 1,20 a 1,80 m. MI-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG01349

**ENSAYO DE SUELOS**

**- Análisis granulométrico (UNE-103101).**



**- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

- Límite Líquido \_\_\_\_\_ 32,2
- Límite Plástico \_\_\_\_\_ 21,8
- Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ 10,4

**- Ensayos Químicos**

- Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_
- Yesos (NLT 115) (%) \_\_\_\_\_
- Sales solubles (NLT 114) (%) \_\_\_\_\_

**- Proctor Modificado (UNE-103501)**

- Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_
- Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_

**- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)**

- Índice al 95% PM \_\_\_\_\_
- Índice al 98% PM \_\_\_\_\_
- Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

**- Humedad (UNE-103300).**

- w (%) \_\_\_\_\_

**- Clasificación**

- Casagrande \_\_\_\_\_ CL
- PG-3 \_\_\_\_\_
- H.R.B. \_\_\_\_\_

**- Densidad (UNE-103301).**

- Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_
- Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

*[Signature]*  
Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

*[Signature]*  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). N° Reg. 04 005 GTL.07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

Pol. Industrial Valdeconsejo - C/ Aneto, parcela nº 8 - A - T 976 566 875 - F 976 566 612 - 50410 Cuarte de Huerva [Zaragoza] - www.ensaya.es - ensaya@ensaya.es

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: S-3. De 1,20 a 1,80 m. MI-1.

Nº OBRA: 09HG1110

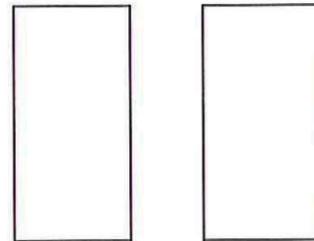
Nº REF: 10HG01350

**ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE**

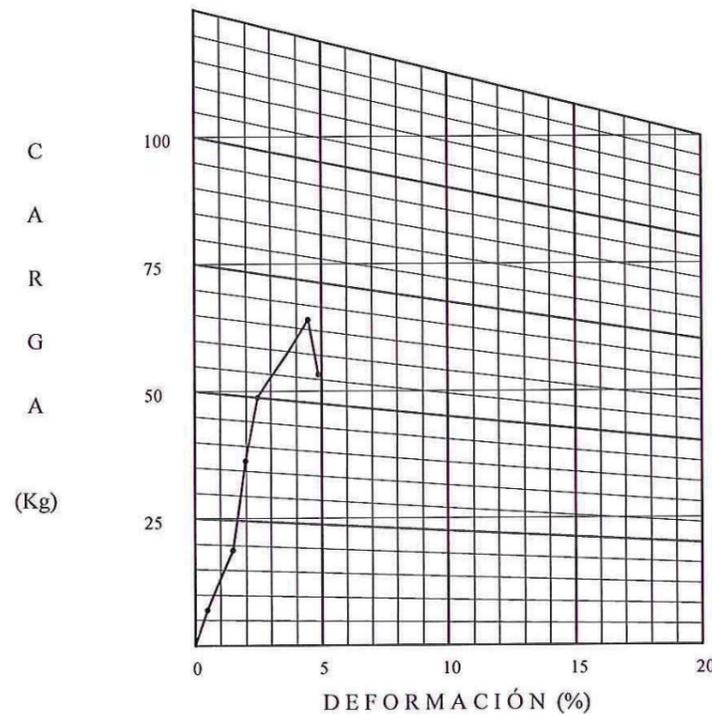
**Datos Generales.**

- Norma de ensayo \_\_\_\_\_ UNE 103400
- Diámetro de la muestra (cm) \_ 6,9
- Altura de la muestra (cm) \_\_\_ 14,5
- Peso de la muestra (gr) \_\_\_\_\_ 1043,7
- Humedad (%) \_\_\_\_\_ 17,0
- Densidad seca (gr/cm3) \_\_\_\_\_ 1,65
- Res. a comp. simple (kg/cm2) . 1,7
- Deformación.(%) \_\_\_\_\_ 4,0

**Forma de Rotura.**



**Gráfico Carga-Deformación.**



- Observaciones \_\_\_\_\_ Soiltest: 4,5 kg/cm2.

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) N° Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

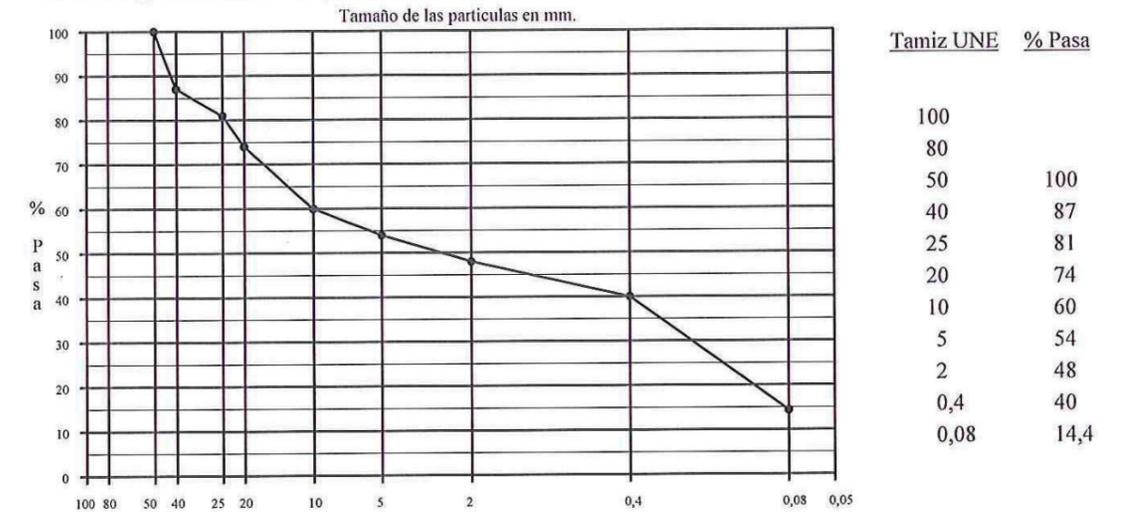
MUESTRA: S-3. De 2,40 a 2,80 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG01352

**ENSAYO DE SUELOS**

**- Análisis granulométrico (UNE-103101).**



**- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

- Límite Líquido \_\_\_\_\_ NP
- Límite Plástico \_\_\_\_\_ NP
- Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ NP

**- Ensayos Químicos**

- Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_
- Sulfatos (UNE 103201) (%) \_\_\_\_\_ < 0,1
- Carbonatos (NLT 116) (%) \_\_\_\_\_

**- Proctor Modificado (UNE-103501)**

- Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_
- Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_

**- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)**

- Índice al 95% PM \_\_\_\_\_
- Índice al 98% PM \_\_\_\_\_
- Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

**- Humedad (UNE-103300).**

- w (%) \_\_\_\_\_

**- Clasificación**

- Casagrande \_\_\_\_\_ GM
- PG-3 \_\_\_\_\_
- H.R.B. \_\_\_\_\_

**- Densidad (UNE-103301).**

- Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_
- Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) N° Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: S-3. De 5,40 a 5,80 m. MP-1.

Nº OBRA: 09HG1110

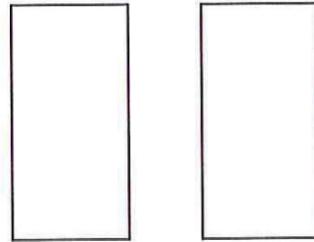
Nº REF: 10HG01353

**ENSAYO DE ROTURA A COMPRESIÓN SIMPLE**

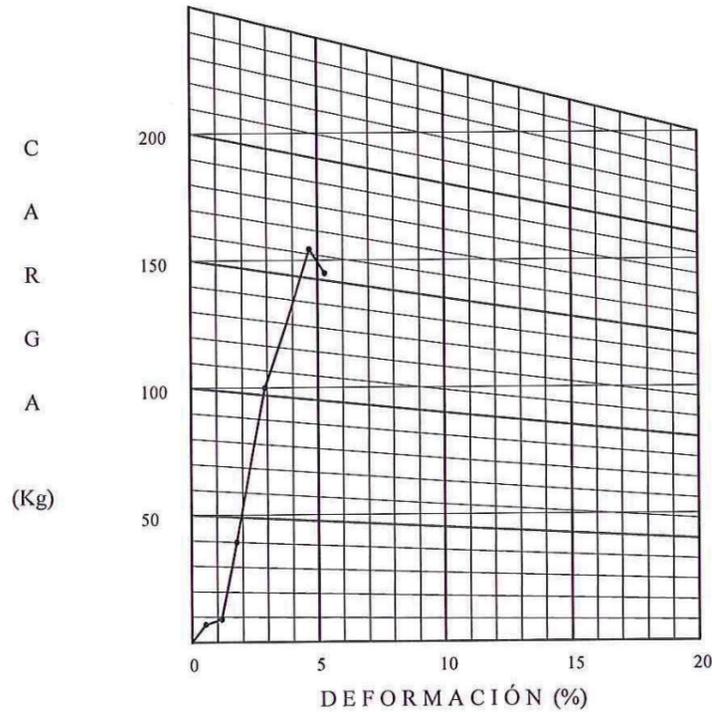
**Datos Generales.**

- Norma de ensayo \_\_\_\_\_ UNE 103400
- Diámetro de la muestra (cm) \_ 7,1
- Altura de la muestra (cm) \_\_\_ 14,0
- Peso de la muestra (gr) \_\_\_\_\_ 1269,2
- Humedad (%) \_\_\_\_\_ 12,5
- Densidad seca (gr/cm3) \_\_\_\_\_ 2,06
- Res. a comp. simple (kg/cm2) . 3,9
- Deformación (%) \_\_\_\_\_ 4,7

**Forma de Rotura.**



**Gráfico Carga-Deformación.**



- Observaciones \_\_\_\_\_ Soiltest > 4,5 kg/cm2.

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

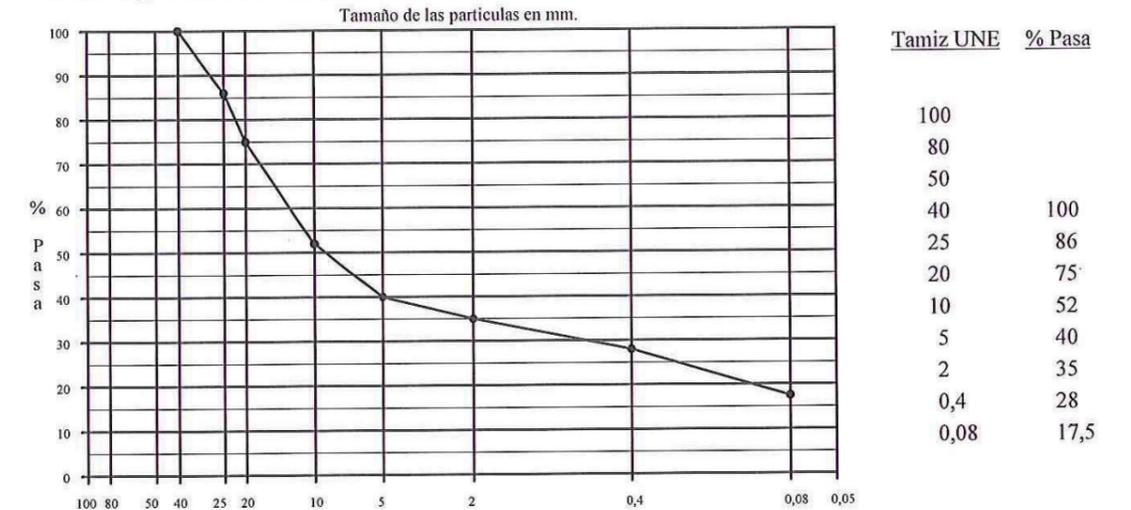
MUESTRA: C-1. De 1,40 a 1,60 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00542

**ENSAYO DE SUELOS**

**- Análisis granulométrico (UNE-103101).**



**- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

- Límite Líquido \_\_\_\_\_ 25,1
- Límite Plástico \_\_\_\_\_ 17,0
- Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ 8,1

**- Ensayos Químicos**

- Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_
- Sulfatos (UNE 103201) (%) \_\_\_\_\_ < 0,1
- Carbonatos (NLT 116) (%) \_\_\_\_\_

**- Proctor Modificado (UNE-103501)**

- Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 2,20
- Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_ 5,7

**- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)**

- Índice al 95% PM \_\_\_\_\_
- Índice al 98% PM \_\_\_\_\_
- Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

**- Humedad (UNE-103300).**

w (%) \_\_\_\_\_

**- Clasificación**

- Casagrande \_\_\_\_\_ GC
- PG-3 \_\_\_\_\_
- H.R.B. \_\_\_\_\_

**- Densidad (UNE-103301).**

- Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_
- Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

**TRABAJO:** TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

**MUESTRA:** C-1. De 1,40 a 1,60 m. MA-1.

**Nº OBRA:** 09HG1110

**Nº REF:** 10HG00543 (Asociado a: 10HG00542)

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501)**

PUNTO	1	2	3	4	5
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	2,10	2,18	2,17	2,12	
HUMEDAD (%)	3,4	5,2	7,1	9,1	

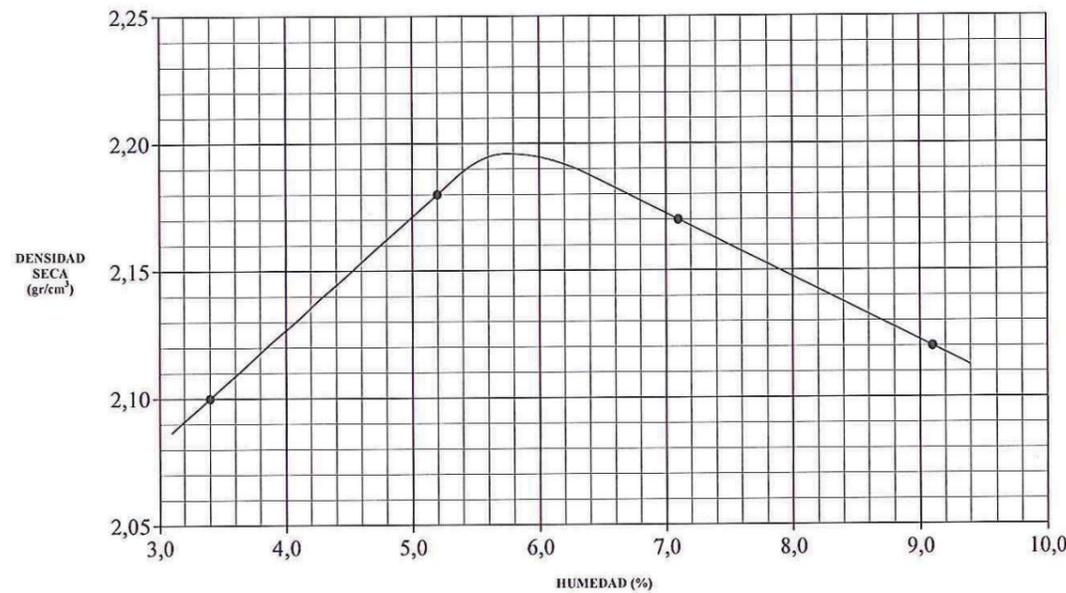
**Molde empleado:** 2320

**Material empleado:**

**Material retenido en el tamiz UNE:** %

DENSIDAD MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 2,20

HUMEDAD OPTIMA (%) \_\_\_\_\_ 5,7



El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

**TRABAJO:** TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

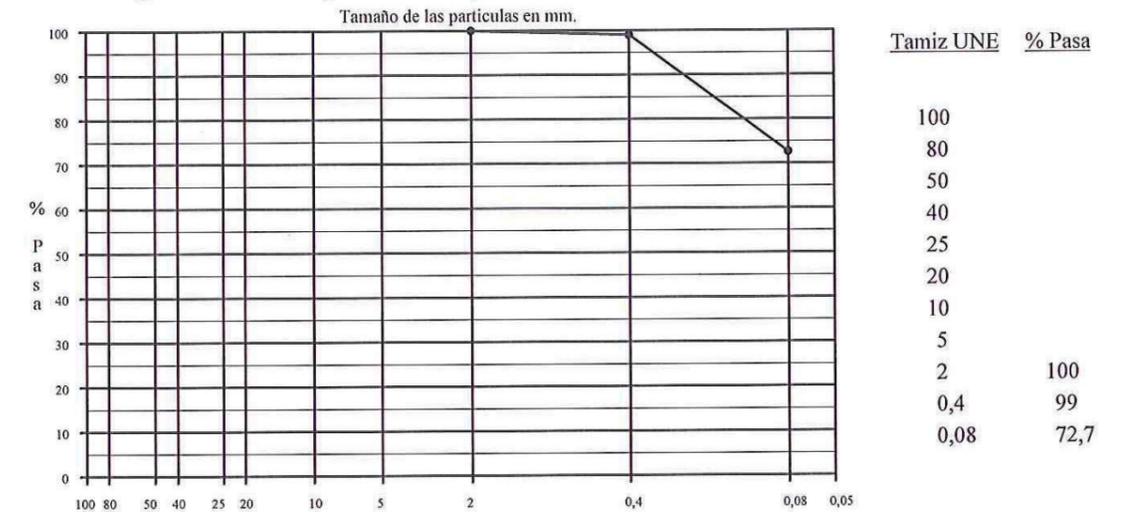
**MUESTRA:** C-2. De 1,50 a 1,70 m. MI-1.

**Nº OBRA:** 09HG1110

**Nº REF:** 10HG00545

**ENSAYO DE SUELOS**

**- Análisis granulométrico (UNE-103101).**



**- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

Límite Líquido \_\_\_\_\_ NP  
Límite Plástico \_\_\_\_\_ NP  
Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ NP

**- Ensayos Químicos**

Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_  
Sulfatos (UNE 103201) (%) \_\_\_\_\_ < 0,1  
Carbonatos (NLT 116) (%) \_\_\_\_\_

**- Proctor Modificado (UNE-103501)**

Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_

**- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)**

Índice al 95% PM \_\_\_\_\_  
Índice al 98% PM \_\_\_\_\_  
Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

**- Humedad (UNE-103300).**

w (%) \_\_\_\_\_

**- Clasificación**

Casagrande \_\_\_\_\_ ML  
PG-3 \_\_\_\_\_  
H.R.B. \_\_\_\_\_

**- Densidad (UNE-103301).**

Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

**- Observaciones** \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos



TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: C-2. De 1,50 a 1,70 m. MI-1.

Nº OBRA: 09HG1110

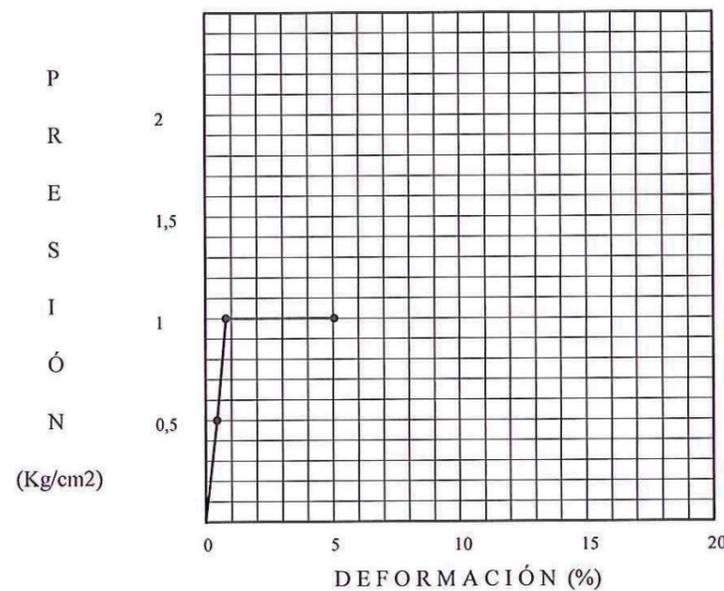
Nº REF: 10HG00546

### ENSAYO DE COLAPSO

#### Datos Generales.

- Método de ensayo \_\_\_\_\_ NLT-254
- Humedad inicial (%) \_\_\_\_\_ 3,1
- Humedad final (%) \_\_\_\_\_ 25,0
- Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 1,41
- Desc a 0,50 Kg/cm<sup>2</sup> (%) \_\_\_\_\_ 0,45
- Desc a 1,00 Kg/cm<sup>2</sup> (%) \_\_\_\_\_ 0,80
- Desc a 1,00 Kg/cm<sup>2</sup> (%) TS \_\_\_\_\_ 5,05

#### Gráfico Presión-Deformación.



- Observaciones \_\_\_\_\_ Índice de colapso: 4,25 %.

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos



TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: C-2. De 1,50 a 1,70 m. MI-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00548

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS

#### Datos Generales.

- Método de ensayo \_\_\_\_\_ UNE 103402
- Tipo de ensayo \_\_\_\_\_ Sin consolidar y sin drenaje
- Tipo de muestra \_\_\_\_\_ Inalterada
- Tipo de caja \_\_\_\_\_ Circular
- Diámetro o lado (mm) \_\_\_\_\_ 50
- Altura (mm) \_\_\_\_\_ 25

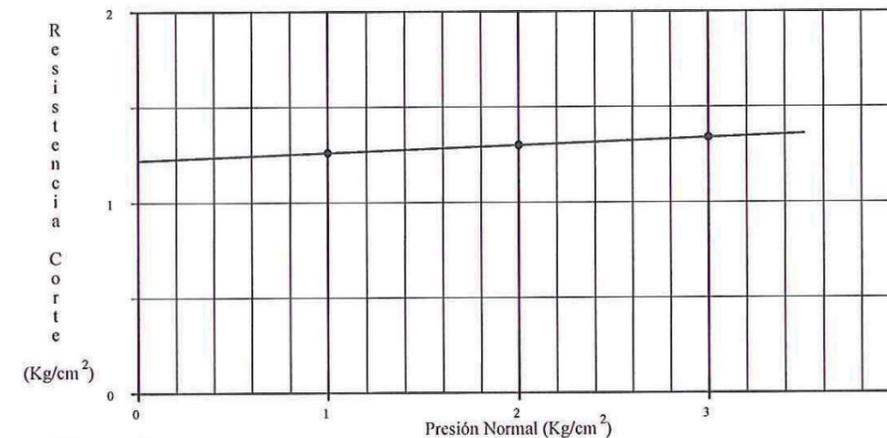
#### Datos de ensayo.

- Presión Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1	2	3
- Resistencia máxima al corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	1,26	1,3	1,34
- Desplazamiento tangencial (mm)	1,00	0,80	0,75
- Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,44	1,42	1,40
- Humedad (%)	1,7	1,7	1,7
- Hinchamiento (%)	NO	NO	NO
- Carácter	DILAT	DILAT	DILAT

#### Diagrama de MOHR - COULOMB.

Cohesión (Kg/cm<sup>2</sup>) ..... 1,22

Ángulo de rozamiento interno (°) ... 2,3



- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

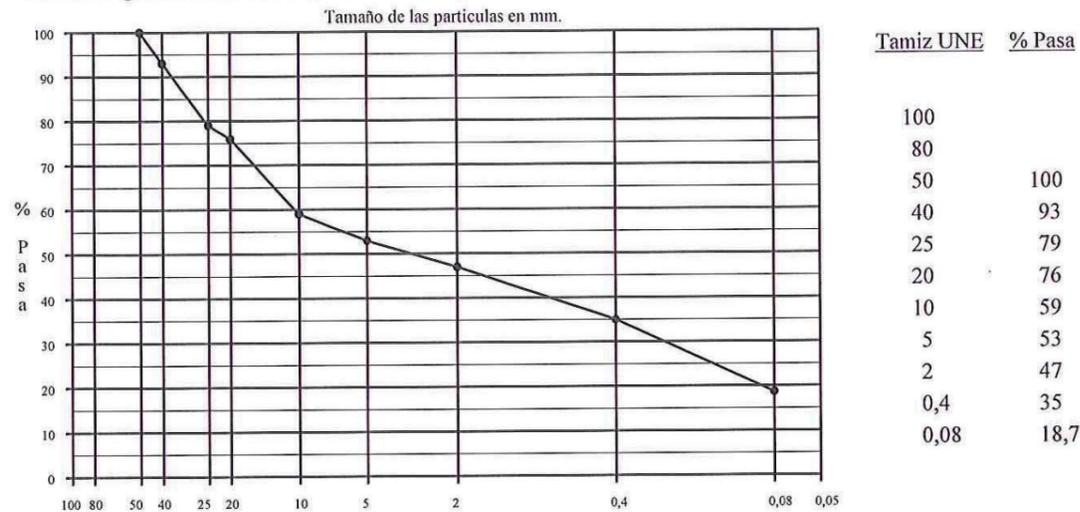
MUESTRA: C-2. De 2,90 a 3,20 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00552

**ENSAYO DE SUELOS**

**- Análisis granulométrico (UNE-103101).**



**- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

Límite Líquido \_\_\_\_\_ NP  
Límite Plástico \_\_\_\_\_ NP  
Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ NP

**- Ensayos Químicos**

Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_  
Sulfatos (UNE 103201) (%) \_\_\_\_\_ < 0,1  
Carbonatos (NLT 116) (%) \_\_\_\_\_

**- Proctor Modificado (UNE-103501)**

Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 2,15  
Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_ 8,5

**- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)**

Índice al 95% PM \_\_\_\_\_  
Índice al 98% PM \_\_\_\_\_  
Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

**- Humedad (UNE-103300).**

w (%) \_\_\_\_\_

**- Clasificación**

Casagrande \_\_\_\_\_ GM  
PG-3 \_\_\_\_\_  
H.R.B. \_\_\_\_\_

**- Densidad (UNE-103301).**

Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: C-2. De 2,90 a 3,20 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00553 (Asociado a: 10AG00552)

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501)**

PUNTO	1	2	3	4	5
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	2,07	2,13	2,16	2,10	
HUMEDAD (%)	4,2	6,0	7,9	9,6	

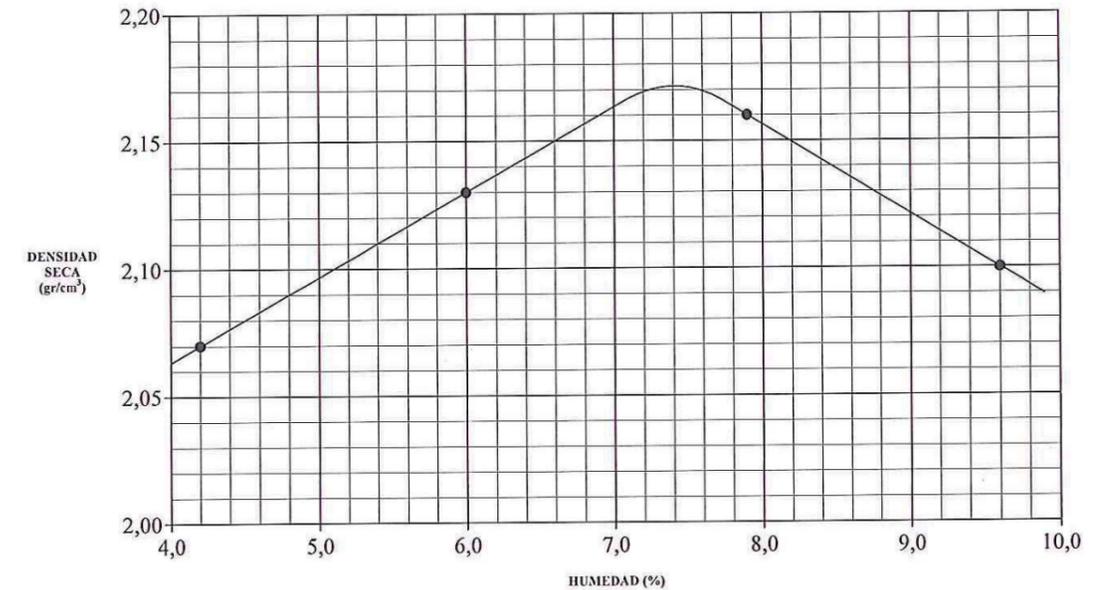
Molde empleado: 1.000 cc.

Material empleado:

Material retenido en el tamiz UNE: %

DENSIDAD MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 2,15

HUMEDAD OPTIMA (%) \_\_\_\_\_ 8,5



El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos



TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: C-3. De 0,90 a 1,10 m.MI-1.

Nº OBRA: 09HG1110

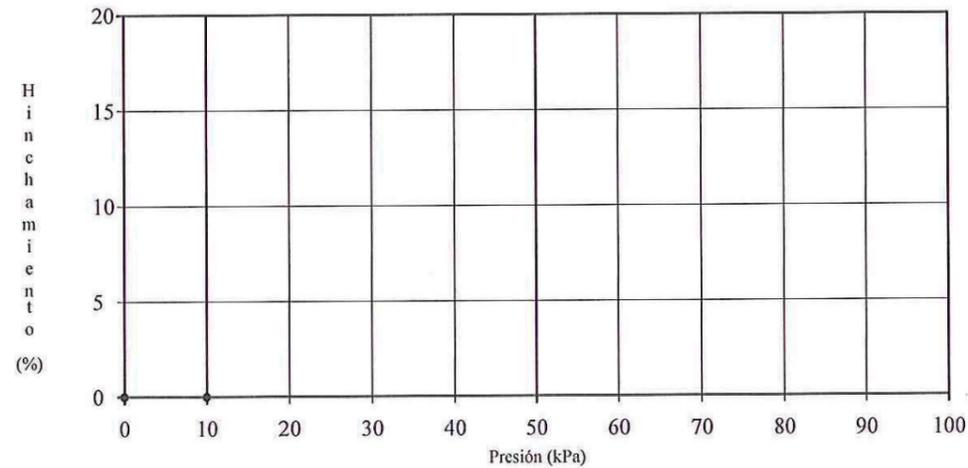
Nº REF: 10HG00389

### ENSAYO DE PRESIÓN MÁXIMA DE HINCHAMIENTO

#### Datos Generales.

- Método de ensayo \_\_\_\_\_ UNE 103 602:1.996
- Tipo de probeta \_\_\_\_\_ Inalterada
- Diámetro de la muestra (mm) \_\_\_\_\_ 50,47
- Altura de la muestra (mm) \_\_\_\_\_ 20,00
- Peso de la muestra (gr) \_\_\_\_\_ 69,60
- Humedad inicial (%) \_\_\_\_\_ 12,1
- Humedad final (%) \_\_\_\_\_ 20,9
- Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 1,55
- Presión máx hinchamiento (kPa) — 10,00

#### Gráfico Presión-Hinchamiento.



- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

*[Signature]*

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos



TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: C-3. De 2,00 a 2,20 m. MI-2.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00555

### ENSAYO DE CORTE DIRECTO DE SUELOS

#### Datos Generales.

- Método de ensayo \_\_\_\_\_ UNE 103402
- Tipo de ensayo \_\_\_\_\_ Sin consolidar y sin drenaje
- Tipo de muestra \_\_\_\_\_ Inalterada
- Tipo de caja \_\_\_\_\_ Circular
- Diámetro o lado (mm) \_\_\_\_\_ 50      - Altura (mm) \_\_\_\_\_ 20

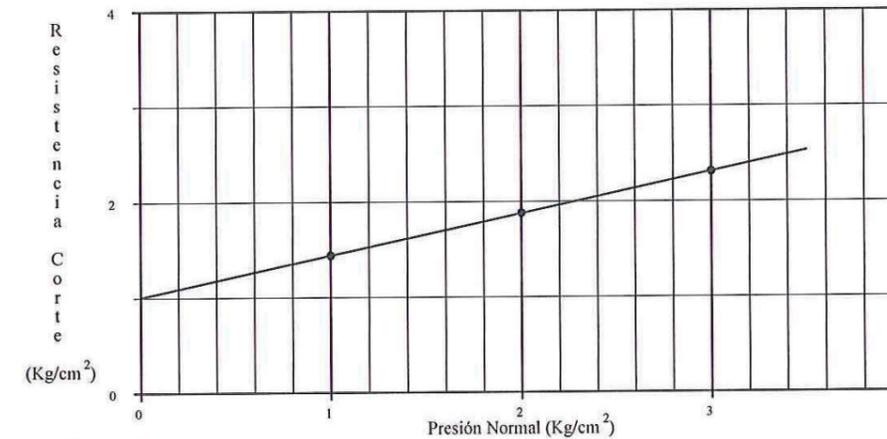
#### Datos de ensayo.

- Presión Normal (Kg/cm <sup>2</sup> )	1	2	3
- Resistencia máxima al corte (Kg/cm <sup>2</sup> )	1,44	1,88	2,31
- Desplazamiento tangencial (mm)	1,00	1,00	1,00
- Densidad seca (gr/cm <sup>3</sup> )	1,77	1,76	1,77
- Humedad (%)	15,2	15,1	15,2
- Hinchamiento (%)	NO	NO	NO
- Carácter	DILAT	DILAT	DILAT

#### Diagrama de MOHR - COULOMB.

Cohesión (Kg/cm<sup>2</sup>) ..... 1,01

Ángulo de rozamiento interno (º) ... 23,5



- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

*[Signature]*

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

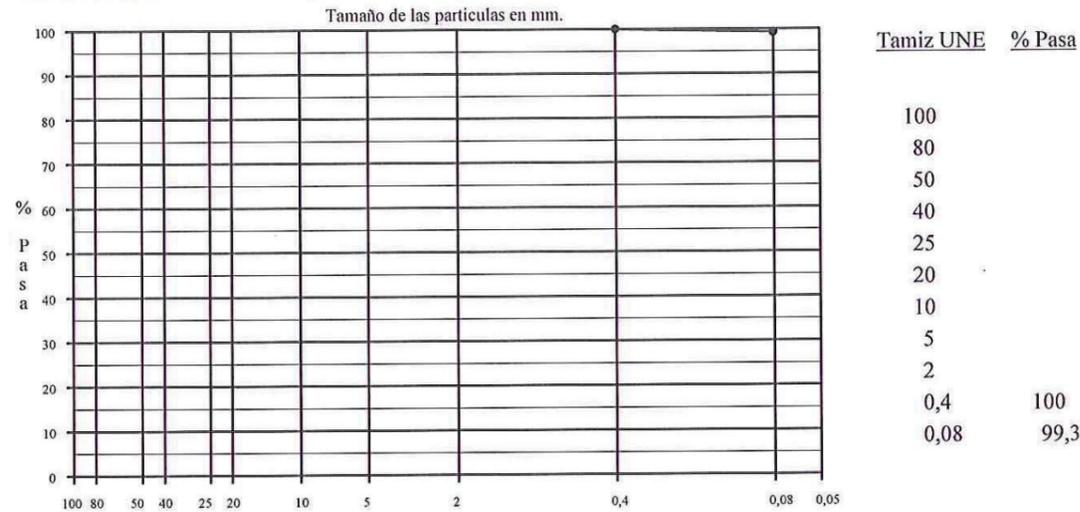
MUESTRA: C-4. De 1,20 a 1,50 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00562

**ENSAYO DE SUELOS**

**- Análisis granulométrico (UNE-103101).**



**- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

Límite Líquido \_\_\_\_\_ 43,0  
Límite Plástico \_\_\_\_\_ 21,1  
Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ 21,9

**- Ensayos Químicos**

Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_  
Sulfatos (UNE 103201) (%) \_\_\_\_\_ 0,24  
Carbonatos (NLT 116) (%) \_\_\_\_\_

**- Proctor Modificado (UNE-103501)**

Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 1,99  
Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_ 12,6

**- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)**

Índice al 95% PM \_\_\_\_\_  
Índice al 98% PM \_\_\_\_\_  
Hinchariento (%) \_\_\_\_\_

**- Humedad (UNE-103300).**

w (%) \_\_\_\_\_

**- Clasificación**

Casagrande \_\_\_\_\_ CL  
PG-3 \_\_\_\_\_  
H.R.B. \_\_\_\_\_

**- Densidad (UNE-103301).**

Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: C-4. De 1,20 a 1,50 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00563 (Asociado a: 10AG00562)

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501)**

PUNTO	1	2	3	4	5
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,94	1,98	1,96	1,90	
HUMEDAD (%)	10,1	11,9	13,7	15,5	

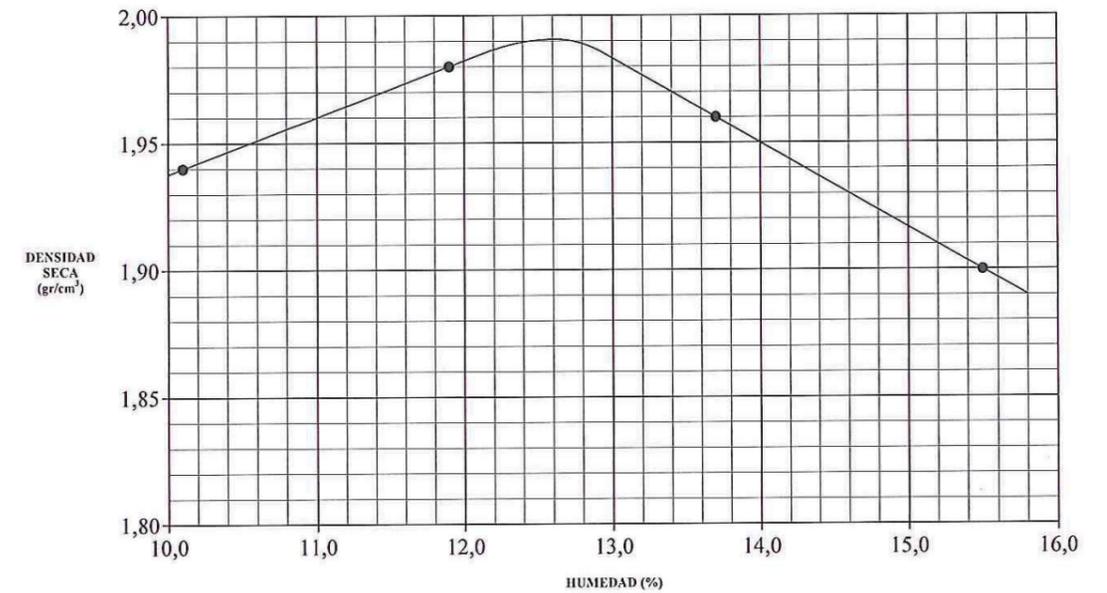
Molde empleado: 2320

Material empleado:

Material retenido en el tamiz UNE: %

DENSIDAD MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 1,99

HUMEDAD OPTIMA (%) \_\_\_\_\_ 12,6



El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

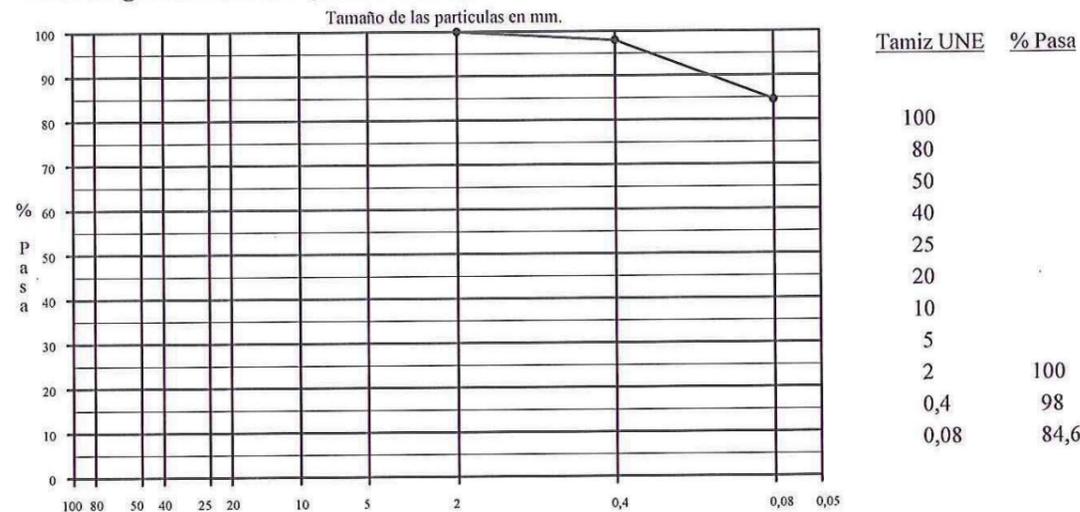
MUESTRA: C-5. De 2,30 a 2,50 m. MI-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00564

**ENSAYO DE SUELOS**

**- Análisis granulométrico (UNE-103101).**



**- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

Límite Líquido \_\_\_\_\_ 33,1  
Límite Plástico \_\_\_\_\_ 18,2  
Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ 14,9

**- Ensayos Químicos**

Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_  
Sulfatos (UNE 103201) (%) \_\_\_\_\_ 0,10  
Carbonatos (NLT 116) (%) \_\_\_\_\_

**- Proctor Modificado (UNE-103501)**

Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_

**- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)**

Índice al 95% PM \_\_\_\_\_  
Índice al 98% PM \_\_\_\_\_  
Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

**- Humedad (UNE-103300).**

w (%) \_\_\_\_\_

**- Clasificación**

Casagrande \_\_\_\_\_ CL  
PG-3 \_\_\_\_\_  
H.R.B. \_\_\_\_\_

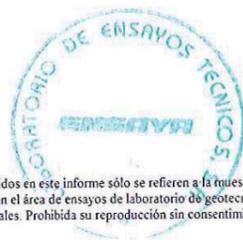
**- Densidad (UNE-103301).**

Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL.07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: C-5. De 2,30 a 2,50 m. MI-1.

Nº OBRA: 09HG1110

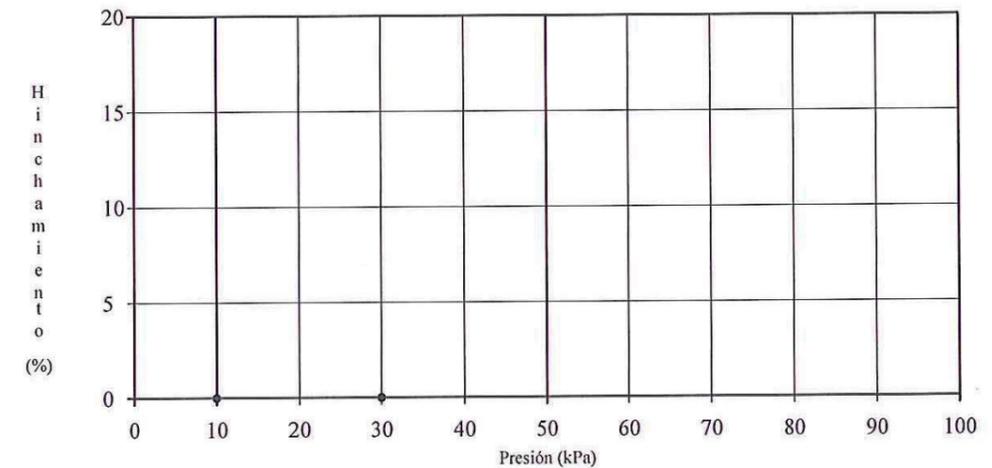
Nº REF: 10HG00390

**ENSAYO DE PRESIÓN MÁXIMA DE HINCHAMIENTO**

**Datos Generales.**

- Método de ensayo \_\_\_\_\_ UNE 103 602:1.996
- Tipo de probeta \_\_\_\_\_ Inalterada
- Diámetro de la muestra (mm) \_\_\_\_\_ 50,00
- Altura de la muestra (mm) \_\_\_\_\_ 20,00
- Peso de la muestra (gr) \_\_\_\_\_ 74,20
- Humedad inicial (%) \_\_\_\_\_ 14,5
- Humedad final (%) \_\_\_\_\_ 19,9
- Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 1,65
- Presión máx hinchamiento (kPa) \_\_\_\_\_ 30,00

**Gráfico Presión-Hinchamiento.**



- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL.07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

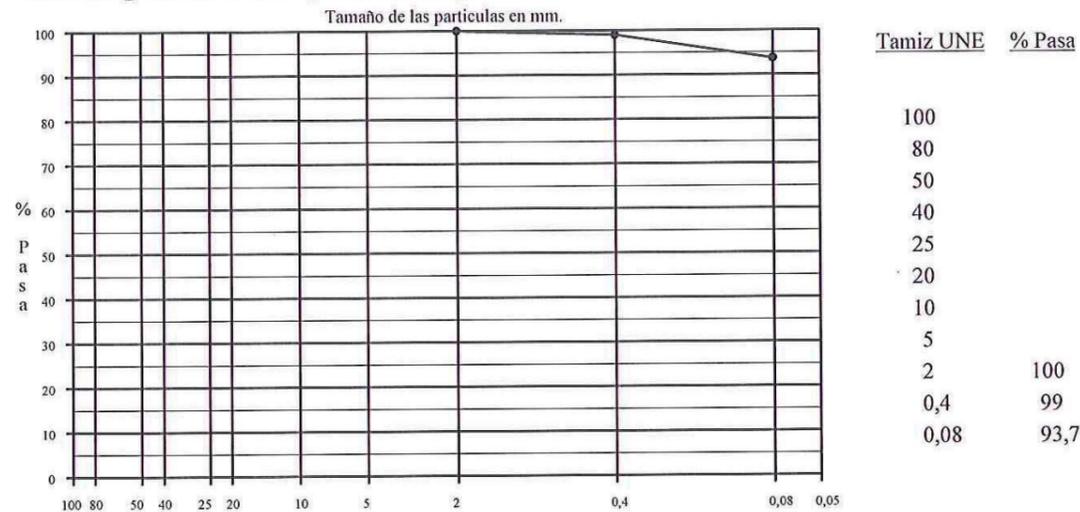
MUESTRA: C-6. De 1,60 a 1,90 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00566

**ENSAYO DE SUELOS**

**- Análisis granulométrico (UNE-103101).**



**- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

Límite Líquido \_\_\_\_\_ 27,7  
Límite Plástico \_\_\_\_\_ 19,4  
Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ 8,3

**- Ensayos Químicos**

Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_  
Sulfatos (UNE 103201) (%) \_\_\_\_\_ 0,17  
Carbonatos (NLT 116) (%) \_\_\_\_\_

**- Proctor Modificado (UNE-103501)**

Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 1,91  
Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_ 12,8

**- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)**

Índice al 95% PM \_\_\_\_\_  
Índice al 98% PM \_\_\_\_\_  
Hinchariento (%) \_\_\_\_\_

**- Humedad (UNE-103300).**

w (%) \_\_\_\_\_

**- Clasificación**

Casagrande \_\_\_\_\_ CL  
PG-3 \_\_\_\_\_  
H.R.B. \_\_\_\_\_

**- Densidad (UNE-103301).**

Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: C-6. De 1,60 a 1,90 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00567 (Asociado a: 09HG00566)

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501)**

PUNTO	1	2	3	4	5
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,78	1,86	1,89	1,84	
HUMEDAD (%)	10,0	11,7	13,6	15,3	

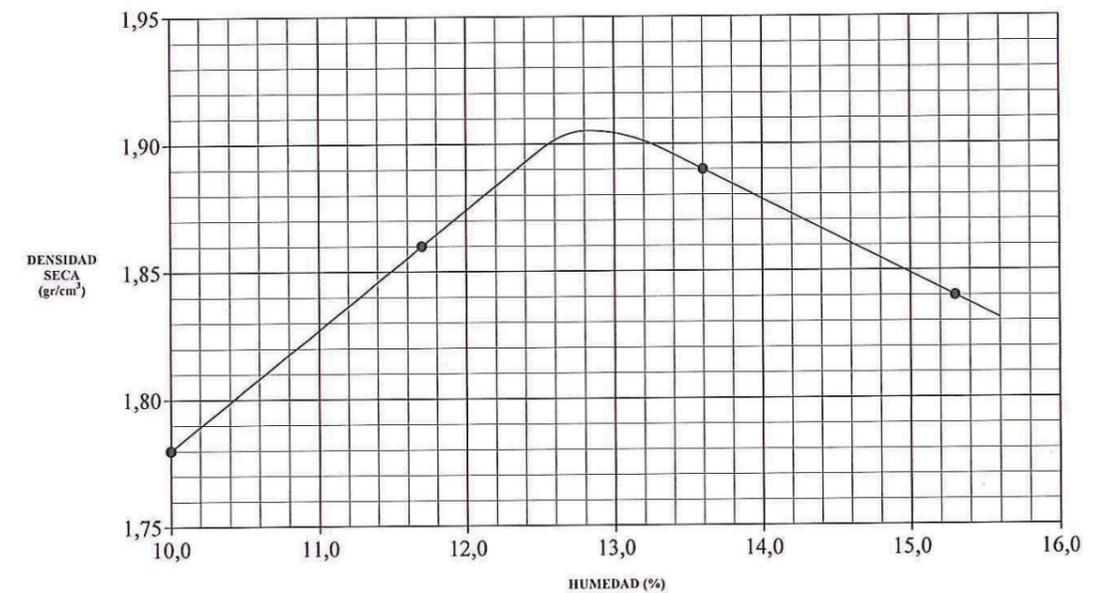
Molde empleado: 2320

Material empleado:

Material retenido en el tamiz UNE: %

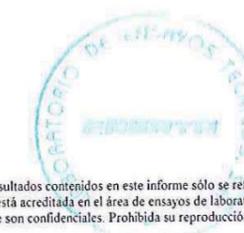
DENSIDAD MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 1,91

HUMEDAD OPTIMA (%) \_\_\_\_\_ 12,8



El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: C-6. De 1,70 a 1,90 m. MI-1.

Nº OBRA: 09HG1110

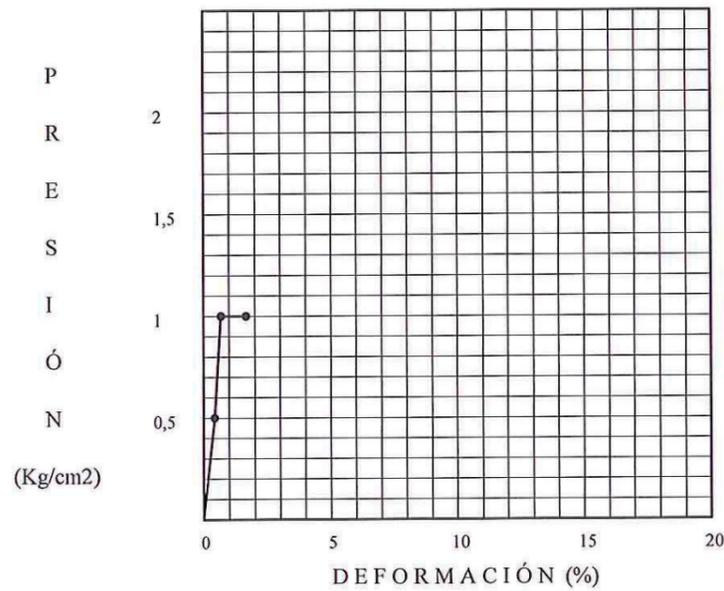
Nº REF: 10HG00568

**ENSAYO DE COLAPSO**

**Datos Generales.**

- Método de ensayo \_\_\_\_\_ NLT-254
- Humedad inicial (%) \_\_\_\_\_ 14,6
- Humedad final (%) \_\_\_\_\_ 23,4
- Densidad seca (gr/cm3) \_\_\_\_\_ 1,62
- Desc a 0,50 Kg/cm2 (%) \_\_\_\_\_ 0,45
- Desc a 1,00 Kg/cm2 (%) \_\_\_\_\_ 0,70
- Desc a 1,00 Kg/cm2 (%) TS \_\_\_\_\_ 1,65

**Gráfico Presión-Deformación.**



- Observaciones \_\_\_\_\_ Índice de colapso: 0,95 %.

El Jefe del Area  
Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

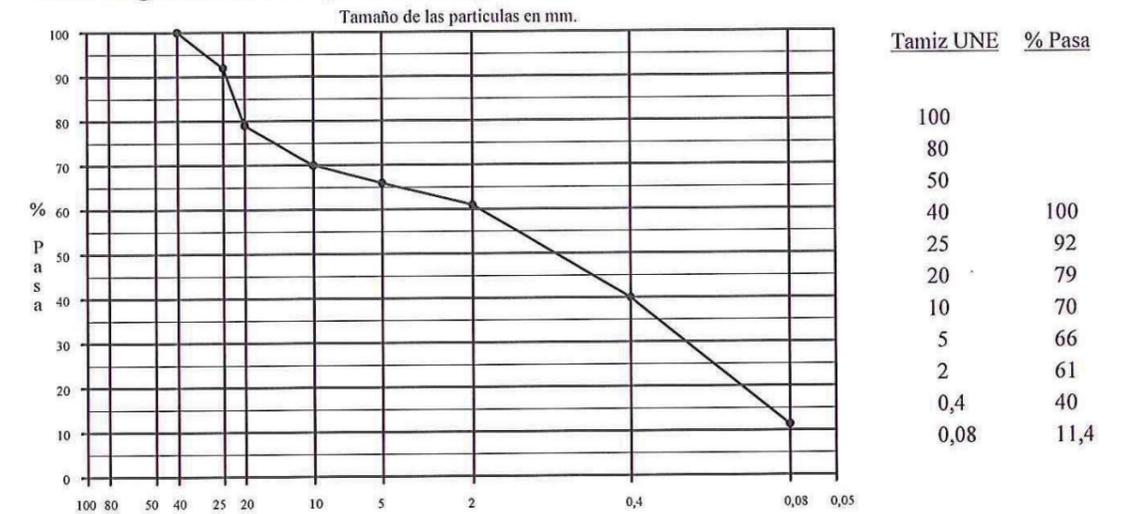
MUESTRA: C-9. De 1,30 a 1,60 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00569

**ENSAYO DE SUELOS**

**- Análisis granulométrico (UNE-103101).**



**- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

- Límite Líquido \_\_\_\_\_ NP
- Límite Plástico \_\_\_\_\_ NP
- Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ NP

**- Ensayos Químicos**

- Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_
- Sulfatos (UNE 103201) (%) \_\_\_\_\_ < 0,1
- Carbonatos (NLT 116) (%) \_\_\_\_\_

**- Proctor Modificado (UNE-103501)**

- Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 1,99
- Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_ 10,3

**- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)**

- Índice al 95% PM \_\_\_\_\_
- Índice al 98% PM \_\_\_\_\_
- Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

**- Humedad (UNE-103300).**

- w (%) \_\_\_\_\_

**- Clasificación**

- Casagrande \_\_\_\_\_ SP-SM
- PG-3 \_\_\_\_\_
- H.R.B. \_\_\_\_\_

**- Densidad (UNE-103301).**

- Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_
- Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area  
Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: C-9. De 1,30 a 1,60 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00570 (Asociado a: 10HG00569)

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501)**

PUNTO	1	2	3	4	5
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,94	1,98	1,97	1,93	
HUMEDAD (%)	7,5	9,5	11,2	12,7	

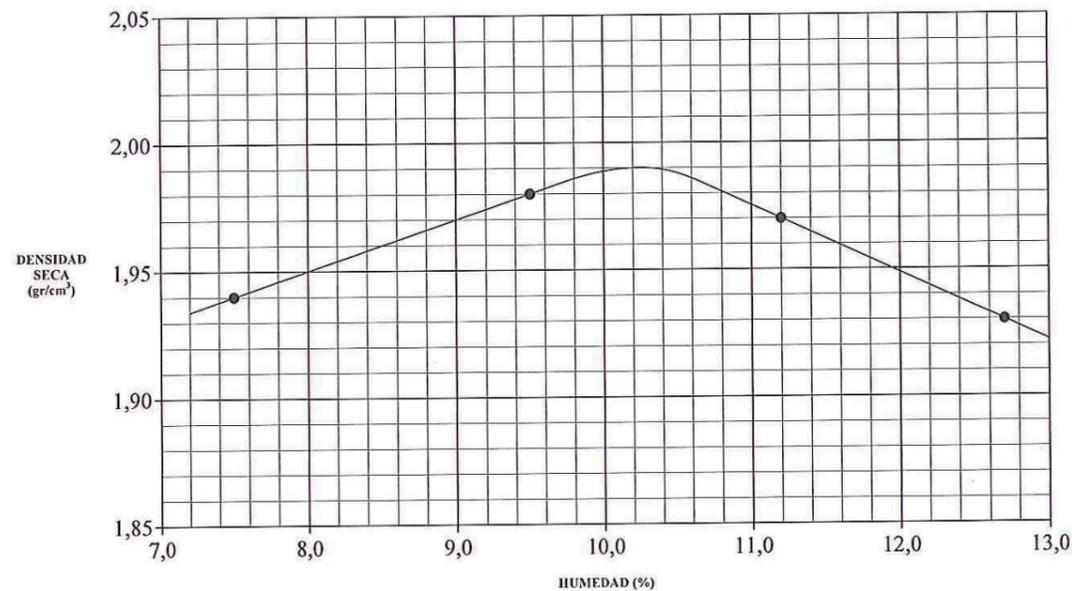
Molde empleado: 2320

Material empleado:

Material retenido en el tamiz UNE: %

DENSIDAD MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 1,99

HUMEDAD OPTIMA (%) \_\_\_\_\_ 10,3



El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

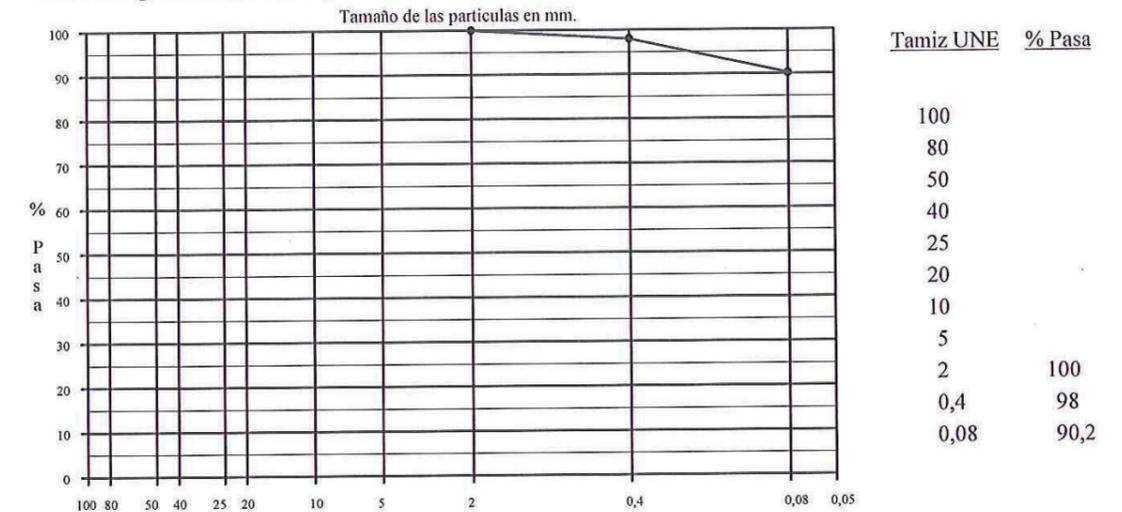
MUESTRA: C-10. De 1,60 a 1,90 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00571

**ENSAYO DE SUELOS**

- Análisis granulométrico (UNE-103101).



- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

Límite Líquido \_\_\_\_\_ 23,8  
Límite Plástico \_\_\_\_\_ 17,9  
Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ 5,9

- Ensayos Químicos

Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_  
Sulfatos (UNE 103201) (%) \_\_\_\_\_ 1,44  
Carbonatos (NLT 116) (%) \_\_\_\_\_

- Proctor Modificado (UNE-103501)

Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 1,93  
Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_ 12,3

- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)

Índice al 95% PM \_\_\_\_\_  
Índice al 98% PM \_\_\_\_\_  
Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

- Humedad (UNE-103300).

w (%) \_\_\_\_\_

- Clasificación

Casagrande \_\_\_\_\_ CL-ML  
PG-3 \_\_\_\_\_  
H.R.B. \_\_\_\_\_

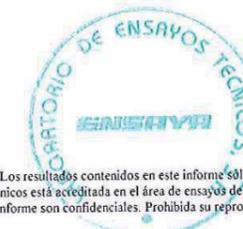
- Densidad (UNE-103301).

Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos



TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: C-10. De 1,60 a 1,90 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00572 (Asociado a: 10HG00571)

**ENSAYO PROCTOR MODIFICADO (UNE 103501)**

PUNTO	1	2	3	4	5
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1,84	1,90	1,92	1,87	
HUMEDAD (%)	9,4	11,2	12,8	14,3	

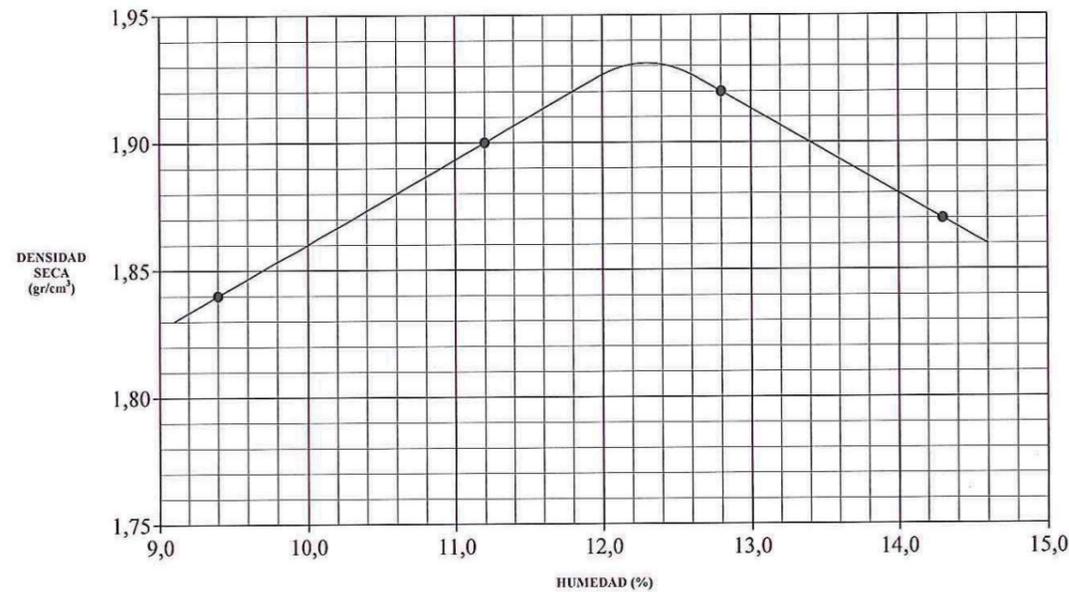
Molde empleado: 2320

Material empleado:

Material retenido en el tamiz UNE: %

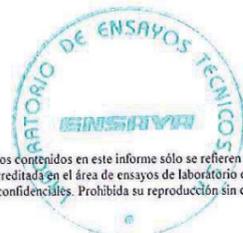
DENSIDAD MAXIMA (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 1,93

HUMEDAD OPTIMA (%) \_\_\_\_\_ 12,3



El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos



TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

MUESTRA: C-10. De 1,70 a 1,80 m. MI-2.

Nº OBRA: 09HG1110

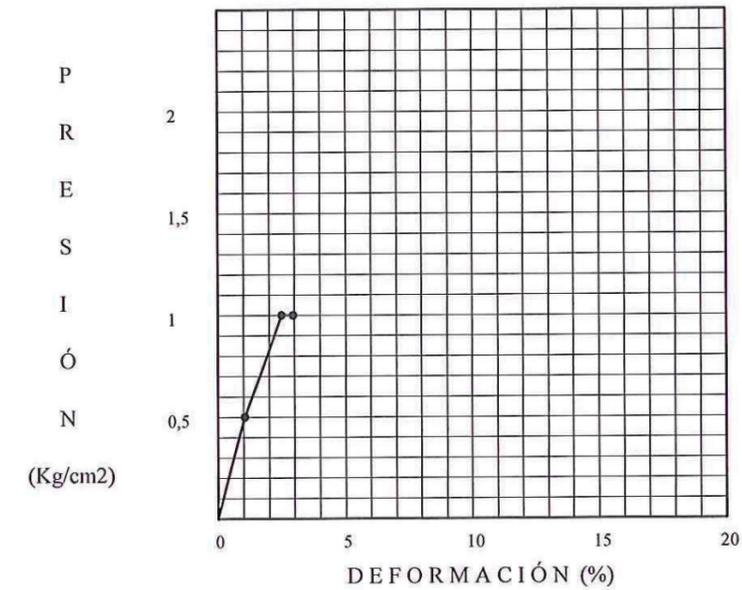
Nº REF: 10HG00573

**ENSAYO DE COLAPSO**

Datos Generales.

- Método de ensayo \_\_\_\_\_ NLT-254
- Humedad inicial (%) \_\_\_\_\_ 10,3
- Humedad final (%) \_\_\_\_\_ 22,0
- Densidad seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_ 1,58
- Desc a 0,50 Kg/cm<sup>2</sup> (%) \_\_\_\_\_ 1,05
- Desc a 1,00 Kg/cm<sup>2</sup> (%) \_\_\_\_\_ 2,50
- Desc a 1,00 Kg/cm<sup>2</sup> (%) TS \_\_\_\_\_ 2,95

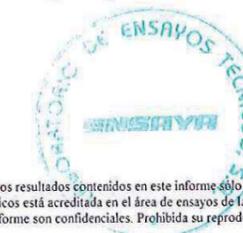
Gráfico Presión-Deformación.



- Observaciones \_\_\_\_\_ Índice de colapso: 0,45 %.

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010  
VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL) Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

**TRABAJO:** TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

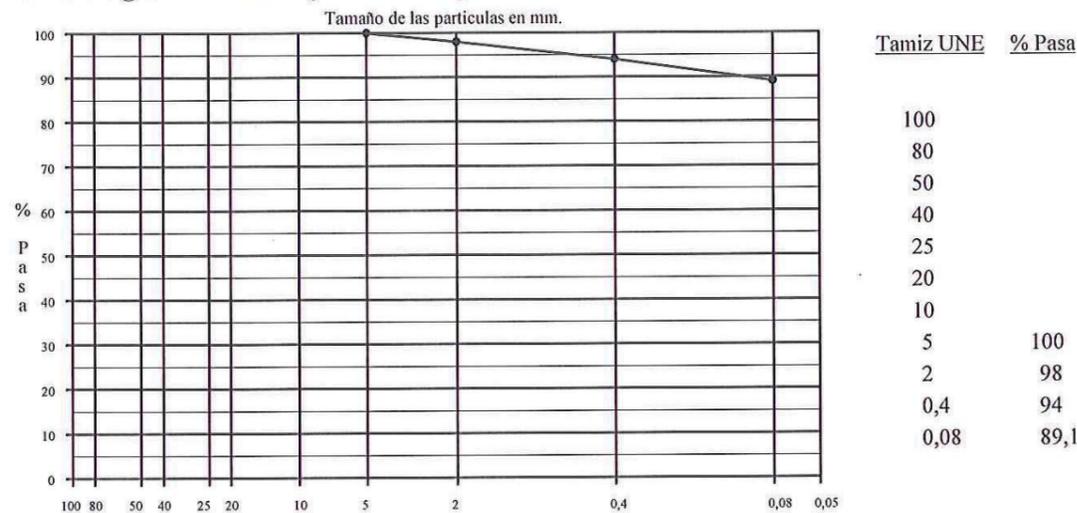
**MUESTRA:** C-11. De 1,00 a 1,20 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00574

**ENSAYO DE SUELOS**

**- Análisis granulométrico (UNE-103101).**



**- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

Límite Líquido \_\_\_\_\_ 31,5  
Límite Plástico \_\_\_\_\_ 18,2  
Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ 13,3

**- Ensayos Químicos**

Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_  
Sulfatos (UNE 103201) (%) \_\_\_\_\_ 0,10  
Carbonatos (NLT 116) (%) \_\_\_\_\_

**- Proctor Modificado (UNE-103501)**

Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_

**- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)**

Índice al 95% PM \_\_\_\_\_  
Índice al 98% PM \_\_\_\_\_  
Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

**- Humedad (UNE-103300).**

w (%) \_\_\_\_\_

**- Clasificación**

Casagrande \_\_\_\_\_ CL  
PG-3 \_\_\_\_\_  
H.R.B. \_\_\_\_\_

**- Densidad (UNE-103301).**

Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010

VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

**TRABAJO:** TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

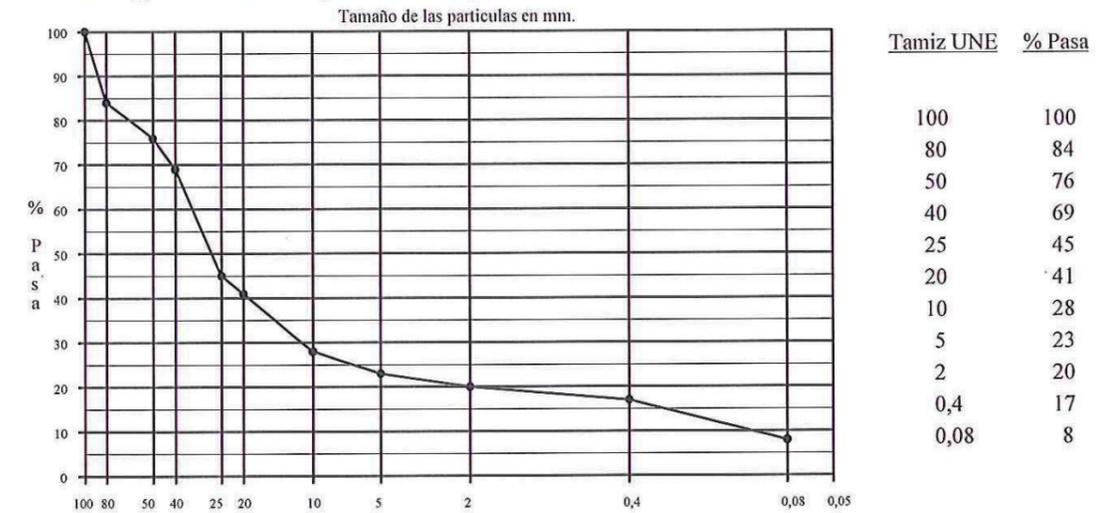
**MUESTRA:** C-12. De 3,10 a 3,40 m. MA-1.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00575

**ENSAYO DE SUELOS**

**- Análisis granulométrico (UNE-103101).**



**- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

Límite Líquido \_\_\_\_\_ NP  
Límite Plástico \_\_\_\_\_ NP  
Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ NP

**- Ensayos Químicos**

Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_  
Sulfatos (UNE 103201) (%) \_\_\_\_\_ < 0,1  
Carbonatos (NLT 116) (%) \_\_\_\_\_

**- Proctor Modificado (UNE-103501)**

Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_

**- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)**

Índice al 95% PM \_\_\_\_\_  
Índice al 98% PM \_\_\_\_\_  
Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

**- Humedad (UNE-103300).**

w (%) \_\_\_\_\_

**- Clasificación**

Casagrande \_\_\_\_\_ GP-GM  
PG-3 \_\_\_\_\_  
H.R.B. \_\_\_\_\_

**- Densidad (UNE-103301).**

Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010

VºBº Director Laboratorio

Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

TRABAJO: TUBERÍA DE ABASTECIMIENTO A HUESCA DESDE EMBALSE DE MONTEARAGÓN

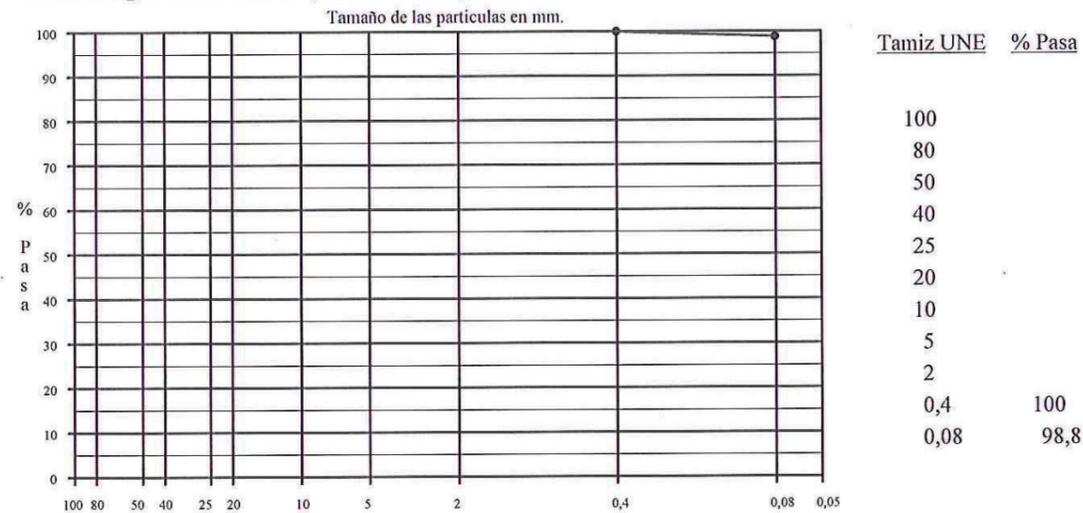
MUESTRA: C-15. De 2,30 a 2,80 m. MA-I.

Nº OBRA: 09HG1110

Nº REF: 10HG00576

**ENSAYO DE SUELOS**

**- Análisis granulométrico (UNE-103101).**



**- Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

Límite Líquido \_\_\_\_\_ 45,6  
Límite Plástico \_\_\_\_\_ 23,3  
Índice de Plasticidad \_\_\_\_\_ 22,3

**- Ensayos Químicos**

Mat Orgánica (UNE 103204) (%) \_\_\_\_\_  
Sulfatos (UNE 103201) (%) \_\_\_\_\_ < 0,1  
Carbonatos (NLT 116) (%) \_\_\_\_\_

**- Proctor Modificado (UNE-103501)**

Densidad máx. (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Humedad óptima (%) \_\_\_\_\_

**- Ensayo C.B.R. (UNE 103502)**

Índice al 95% PM \_\_\_\_\_  
Índice al 98% PM \_\_\_\_\_  
Hinchamiento (%) \_\_\_\_\_

**- Humedad (UNE-103300).**

w (%) \_\_\_\_\_

**- Clasificación**

Casagrande \_\_\_\_\_ CL  
PG-3 \_\_\_\_\_  
H.R.B. \_\_\_\_\_

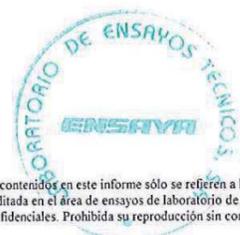
**- Densidad (UNE-103301).**

Dens. húmeda (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_  
Dens. seca (gr/cm<sup>3</sup>) \_\_\_\_\_

- Observaciones \_\_\_\_\_

El Jefe del Area

*[Signature]*  
Fdo. Luis Moliner Oliveros  
Geólogo



Huesca a 10 - febrero - 2010

VºBº Director Laboratorio

*[Signature]*  
Fdo. Mª Cinta Tabliega Matute  
Lcda. CC. Químicas

Los resultados contenidos en este informe sólo se refieren a la muestra ensayada  
Laboratorio de Ensayos Técnicos está acreditada en el área de ensayos de laboratorio de geotecnia (GTL). Nº Reg. 04 005 GTL 07 B+C  
Los datos contenidos en el presente informe son confidenciales. Prohibida su reproducción sin consentimiento escrito de Laboratorio de Ensayos Técnicos

**APÉNDICE VI**  
**CUADRO RESUMEN DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (GLACIS)																					
SONDEO CATA	MUESTRA	PROF. (m)	W (%)	γ <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	GRANULOMETRÍA			L. ATTERBERG			USCS	SO <sub>3</sub> (%)	Indice de colapso (%)	C.SIMPLE		PROCTOR MODIFICADO		CORTE DIRECTO		LITOLÓGIA	OBSERVACIONES
					GRAVAS	ARENAS	FINOS	L.L.	L.P.	I.P.				qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. %	Wopt(%)	γ <sub>max</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	C' (Kg/cm <sup>2</sup> )	φ' (°)		
C-1	MA-1	1,40-1,60			65	18	17	25,1	17	8,1	GC	< 0,1	1,0 kg/cm <sup>2</sup>			5,7	2,2			Gravas cementadas	

RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (TERRAZA)																						
SONDEO CATA	MUESTRA	PROF. (m)	W (%)	γ <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	GRANULOMETRÍA			L. ATTERBERG			USCS	SO <sub>3</sub> (%)	P.M.H. (kg/cm <sup>2</sup> )	Indice de colapso (%)	C.SIMPLE		PROCTOR MODIFICADO		CORTE DIRECTO		LITOLÓGIA	OBSERVACIONES
					GRAVAS	ARENAS	FINOS	L.L.	L.P.	I.P.					qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. %	Wopt(%)	γ <sub>max</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	C' (Kg/cm <sup>2</sup> )	φ' (°)		
S-1	MA-1	0,60-1,20			0	28	72	NP	NP	NP	ML										Arenas muy finas	
S-2	MA-1	0,30-1,00			1	71	28	NP	NP	NP	SM										Arenas limosas	
S-3	MI-1	1,20-1,80	17,0	1,65	0	17	83	32,2	21,8	10,4	CL			1,7	4,0						Limos arcillosos algo arenosos	
S-3	MA-1	2,40-2,80			52	34	14	NP	NP	NP	GM	< 0,1									Gravas	
C-2	MI-1	1,50-1,70	3,1	1,41	0	27	73	NP	NP	NP	ML	< 0,1	4,25					1,22	2,3		Limos arenosos muy finos	
C-2	MA-1	2,90-3,20			53	28	19	NP	NP	NP	GM	< 0,1				8,5	2,15				Gravas	
C-9	MA-1	1,30-1,60			39	50	11	NP	NP	NP	SP-SM	< 0,1				10,3	1,99				Arenas algo limosas	
C-12	MA-1	3,10-3,40			80	12	8	NP	NP	NP	GP-GM	< 0,1									Gravas	

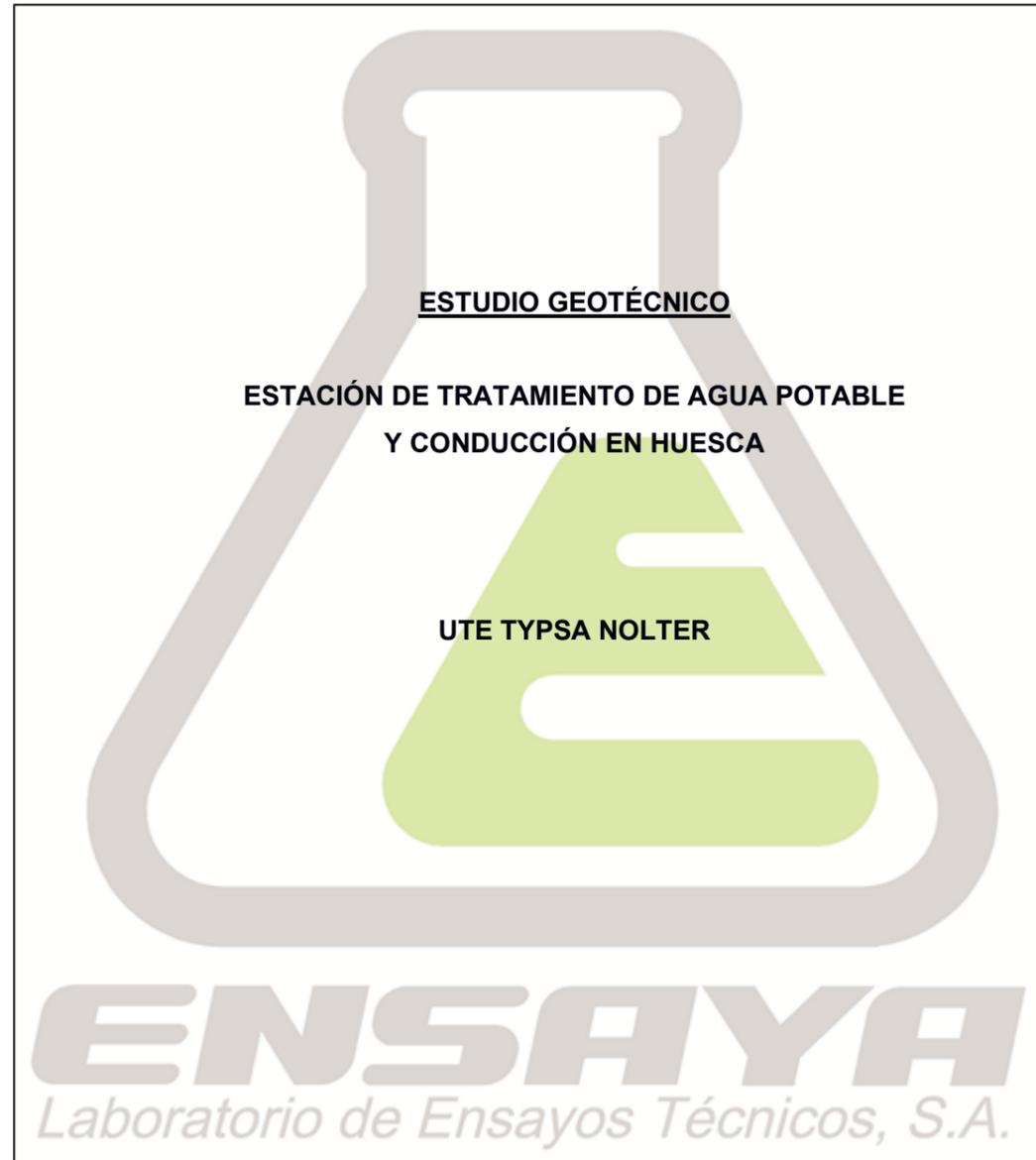
RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (COLUVIAL)																						
SONDEO CATA	MUESTRA	PROF. (m)	W (%)	γ <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	GRANULOMETRÍA			L. ATTERBERG			USCS	SO <sub>3</sub> (%)	P.M.H. (kg/cm <sup>2</sup> )	Indice de colapso (%)	C.SIMPLE		PROCTOR MODIFICADO		CORTE DIRECTO		LITOLÓGIA	OBSERVACIONES
					GRAVAS	ARENAS	FINOS	L.L.	L.P.	I.P.					qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. %	Wopt(%)	γ <sub>max</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	C' (Kg/cm <sup>2</sup> )	φ' (°)		
C-3	MI-1	0,90-1,10	12,1	1,55									0,1								Limos arenosos algo arcillosos	
C-3	MI-2	2,00-2,20	15,2	1,77														1,01	23,5		Limos arenosos algo arcillosos	
C-5	MI-1	2,30-2,50	14,5	1,65	0	15	85	33,1	18,2	14,9	CL	0,10	0,3								Limos arenosos algo arcillosos	
C-6	MA-1	1,60-1,90			0	6	94	27,7	19,4	8,3	CL	0,17				12,8	1,91				Limos arenosos algo arcillosos	
C-6	MI-1	1,70-1,90	14,6	1,62																	Limos arenosos algo arcillosos	
C-10	MA-1	1,60-1,90			0	10	90	23,8	17,9	5,9	CL-ML	1,44				12,3	1,93				Limos arenosos	
C-10	MI-2	1,70-1,80	10,3	1,58									0,45								Limos arenosos	

SUSTRATO TERCIARIO																						
SONDEO CATA	MUESTRA	PROF. (m)	W (%)	γ <sub>d</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	GRANULOMETRÍA			L. ATTERBERG			USCS	SO <sub>3</sub> (%)	P.M.H. (kg/cm <sup>2</sup> )	Indice de colapso (%)	C.SIMPLE		PROCTOR MODIFICADO		CORTE DIRECTO		LITOLÓGIA	OBSERVACIONES
					GRAVAS	ARENAS	FINOS	L.L.	L.P.	I.P.					qu (Kg/cm <sup>2</sup> )	DEF. %	Wopt(%)	γ <sub>max</sub> (gr/cm <sup>3</sup> )	C' (Kg/cm <sup>2</sup> )	φ' (°)		
S-1	MP-1	3,60-4,10	9,2	2,19	10	9	81	31	25,3	5,7			0,3		26,9	3,5					Areniscas	Agresividad del agua DÉBIL
S-2	MP-1	3,00-3,35	8,6	2,20											7,7	3,5					Lutitas	
S-3	MP-1	5,40-5,80	12,5	2,06											3,9	4,7					Lutitas	
C-4	MA-1	1,20-1,50			0	1	99	43,0	21,1	21,9	CL	0,24				12,6	1,99				Lutitas	
C-11	MA-1	1,00-1,20			2	9	89	31,5	18,2	13,3	CL	0,10									Lutitas	
C-15	MA-1	2,30-2,80			0	1	99	45,6	23,3	22,3	CL	< 0,1									Lutitas	

**APÉNDICE 3.**

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA LA ESTACIÓN DE TRATAMIENTO DE AGUA POTABLE Y  
CONDUCCIÓN EN HUESCA. ENSAYA DICIEMBRE 2022.**





Cuarte de Huerva (Zaragoza), diciembre de 2022

**ÍNDICE**

<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>2.- MARCO GEOLÓGICO.....</b>	<b>4</b>
<b>3.- TRABAJOS REALIZADOS .....</b>	<b>6</b>
3.1.- EN CAMPO .....	6
3.1.1.- Sondeos mecánicos .....	8
3.1.2.- Ensayos de penetración dinámica .....	10
3.1.3.- Calicatas.....	11
3.2.- EN LABORATORIO.....	11
<b>4.- NIVEL FREÁTICO Y PERMEABILIDAD .....</b>	<b>11</b>
<b>5.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO .....</b>	<b>12</b>
5.1.- Nivel 1: gravas, arenas y limos (aluvial y glacis) .....	12
5.1.1.- Nivel 1.1: gravas y arenas .....	13
5.1.2.- Nivel 1.2: limos .....	14
5.2.- Nivel 2: lutitas, lutitas arenosas y areniscas (sustrato Terciario) .....	16
<b>6.- SISMICIDAD .....</b>	<b>17</b>
<b>7.- PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>8.- TIPO DE CIMENTACIÓN, PRESIONES ADMISIBLES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>18</b>
8.1.- Depósitos y elementos enterrados o semienterrados.....	19
8.2.- Edificio de control .....	19
8.3.- Depósito elevado.....	21
8.4.- Paneles solares.....	21
<b>9.- CONDUCCIÓN.....</b>	<b>22</b>

**APÉNDICE I: CROQUIS DE SITUACION DE TRABAJOS**

**APÉNDICE II: COLUMNAS DE LOS SONDEOS Y FOTOGRAFÍAS DEL TESTIGO**

**APÉNDICE III: GRÁFICOS DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN**

**APÉNDICE IV: PERFILES LITOLÓGICOS Y FOTOGRAFÍAS DE LAS CALICATAS**

**APÉNDICE V: BOLETINES DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

## 1.- INTRODUCCIÓN

El peticionario nos encarga el estudio geotécnico del terreno donde se proyecta la instalación de una estación de tratamiento de agua potable (ETAP) al Noroeste de las instalaciones actuales ubicadas en el Polígono SEPES, y la conducción desde aguas debajo de la presa de Montearagón hasta la entrada en la futura ETAP.

Se proyecta la construcción de una estación que además de la línea de tratamiento del agua incluirá un edificio de control, dos edificios de reactivos y la instalación de paneles solares.

Además, incluye una conducción de agua desde el río Flumen, aguas debajo de la presa de Montearagón, hasta la estación potabilizadora.

El terreno en el que se emplazará la estación de tratamiento se sitúa al Norte del núcleo urbano de Huesca, en una finca particular destinada al aprovechamiento agrícola, con referencia catastral [22901A003001340000QZ](#). En la misma parcela, en noviembre de 2006 y a petición de SODEMASA (Sociedad para el Desarrollo Medioambiental de Aragón, S.A.U.) ENSAYA elaboró un informe para el estudio geotécnico "Proyecto de potabilizadora en Huesca", con referencia 06HG0325.



Figura 1. Vista general de la parcela desde el lado Oeste.

Mediante el presente informe se pretende determinar las características geológicas y geotécnicas de los materiales existentes y que van a verse involucrados en la cimentación de las instalaciones. También se indicarán las recomendaciones oportunas respecto del tipo de cimentación, presiones admisibles, método de excavación, etc.

Así mismo, se incluyen recomendaciones para la instalación de la tubería: excavabilidad, estabilidad de taludes, presencia de nivel freático, etc.

## 2.- MARCO GEOLÓGICO

La zona estudiada se localiza en el sector septentrional de la Cuenca del Ebro, próxima al contacto con las sierras exteriores pirenaicas.

En el terreno estudiado se encuentran materiales del sustrato Terciario, de edad Oligoceno-Mioceno, bajo un cierto espesor de suelos cuaternarios (Figura 2).

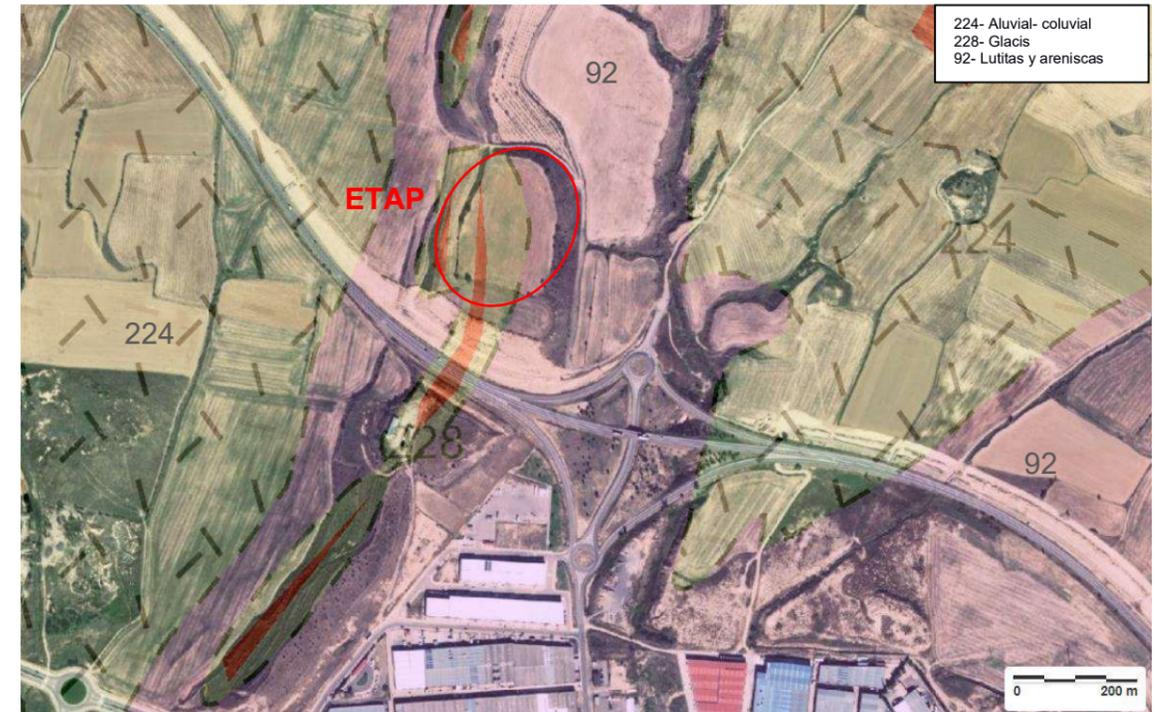


Figura 2. Situación geológica de la zona de la ETAP. Fuente: [Visor cartográfico del IGME](#)

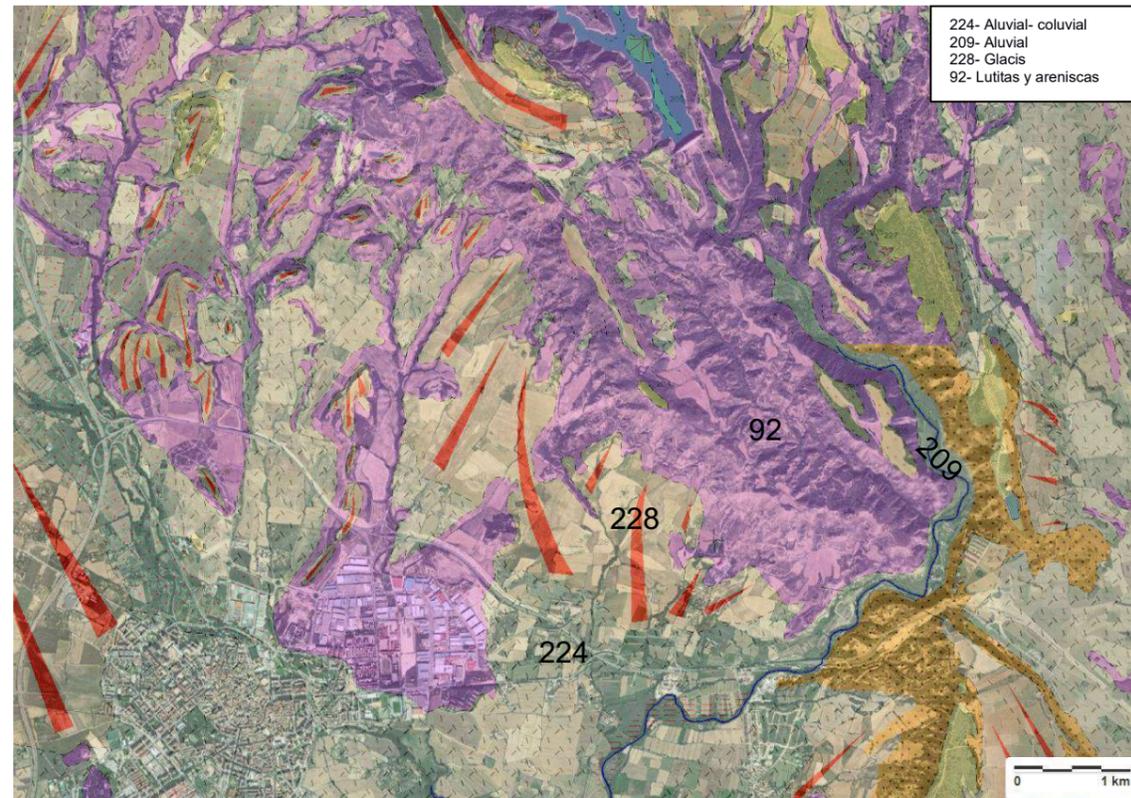


Figura 3. Situación geológica del entorno del trazado de la conducción. Fuente: [Visor cartográfico del IGME](#)

Los materiales del sustrato consisten en lutitas y lutitas arenosas ocre, grises y rojizas con intercalaciones de areniscas de grano medio a grueso de color ocre y gris.

Se trata de materiales de origen continental, correspondientes a facies fluviales medias sedimentadas en canales trenzados con amplia extensión lateral, correspondiendo los niveles lutíticos a depósitos de llanura de inundación. Estos materiales se engloban en la denominada formación Sariñena (Quirantes, 1967) y se les atribuye una edad situada en el tránsito Oligoceno- Mioceno (Ageniense).

En el emplazamiento de la ETAP sobre los materiales del sustrato aparecen depósitos de glacis pertenecientes al recubrimiento Cuaternario, procedentes de la erosión de los relieves septentrionales. Están constituidos por gravas con cantos de naturaleza fundamentalmente calcárea, con intercalaciones de niveles/ lentejones de arenas y de limos con fracción variable de arcilla y arena. Presenta un espesor detectado en los trabajos de reconocimiento entre 2,2 y 4,2 m.

La conducción discurre fundamentalmente sobre suelos cuaternarios, correspondientes a depósitos aluviales del río Flumen en su tramo inicial, suelos de génesis mixta aluvial- coluvial y sobre depósitos de glacis en el entorno de la localidad de Quicena.

Los depósitos aluviales están constituidos por gravas arenosas, y limos arenosos, que presentan espesores de entre 1,95 y 2,90 m, según las calicatas excavadas.

Hacia la parte final del tramo, en la calicata CC-3, se han encontrado unos materiales interpretados como rellenos de explanación. Están constituidos por limos con cantos y fragmentos de materiales terciarios, procedentes de excavaciones próximas.

Las lutitas y areniscas terciarias presentan una disposición estructural horizontal, o subhorizontal, con ligeros buzamientos hacia el Sur (inferiores a 5°).

Hidrogeológicamente, la zona estudiada se emplaza en la cuenca del río Isuela sobre la masa de agua subterránea "Hoya de Huesca" (ES091055), en la que los acuíferos están constituidos por depósitos cuaternarios aluviales y de glacis. En concreto, en la parcela donde se emplazará la ETAP, al tratarse de un nivel de glacis desconectado de la red fluvial, no existe nivel freático estabilizado.

En las calicatas excavadas en el tramo de conducción sobre depósitos aluviales, no se ha detectado nivel freático

### 3.- TRABAJOS REALIZADOS

#### 3.1.- EN CAMPO

En el emplazamiento de la ETAP la campaña de investigación se plantea en base a la realización de cuatro sondeos mecánicos, diez ensayos de penetración dinámica continua y cinco calicatas.

Además, se aprovechan los trabajos de investigación del informe del año 2006, que incluye dos sondeos.

A lo largo de la conducción se han realizado tres calicatas mediante retroexcavadora mixta.

El emplazamiento de todos los trabajos realizados durante el año 2022 ha sido definido por el peticionario.

Las coordenadas de los trabajos realizados (ETRS89) se exponen a continuación:

Actuación	Trabajo	COORDENADAS			Profundidad (m)	Nivel del agua
		X	Y	Z		
ETAP	S-1	715.172	4.670.366	509,8	12,00	No
	S-2	715.152	4.670.332	510,3	12,00	No
	S-3	715.164	4.670.275	509,6	12,00	No
	S-4	715.209	4.670.215	509,0	9,00	No
	S-1/06*	715.169	4.670.305	510,1	12,00	No
	S-2/06*	715.119	4.670.232	508,8	12,00	No
	P-1	715.142	4.670.369	509,5	3,12	No
	P-2	715.158	4.670.347	510,1	3,44	No
	P-3	715.120	4.670.320	509,7	2,81	No
	P-4	715.193	4.670.317	510,1	3,74	No
	P-5	715.166	4.670.290	510,0	3,92	No
	P-6	715.144	4.670.264	509,3	4,28	No
	P-7	715.202	4.670.265	509,7	3,46	No
	P-8	715.117	4.670.245	509,0	4,42	No
	P-9	715.182	4.670.245	509,1	3,86	No
	P-10	715.144	4.670.224	508,9	4,36	No
	C-1	715.120	4.670.334	509,6	2,70	No
	C-2	715.152	4.670.317	510,0	3,05	No
	C-3	715.145	4.670.290	509,6	3,60	No
	C-4	715.190	4.670.272	509,8	3,10	No
C-5	715.144	4.670.242	509,2	3,50	No	
Conducción	CC-1	720.425	4.670.449	481,2	2,10	No
	CC-2	719.510	4.668.587	473,8	3,10	No
	CC-3	715.276	4.670.334	490,9	1,50	No

(\*) Sondeos del año 2006. Situación aproximada

La situación de cada reconocimiento se refleja en el croquis adjunto (Apéndice I).

### 3.1.1.- Sondeos mecánicos

Entre los días 20 y 23 de septiembre de 2022 se efectuaron cuatro sondeos mecánicos a rotación, con obtención continua de muestra, hasta profundidades de 9,00 m (S-4) y 12,00 m (S-1, S-2 y S-3) mediante una sonda rotativa TECOINSA modelo TP-50/400 montada sobre camión.

La perforación se hizo en seco y con agua, mediante baterías tipo B y T provistas de coronas de widia de diámetro entre 113 y 86 mm.

Los sondeos perforados en el año 2006 se realizaron con una sonda rotativa IVECO modelo RL-50 montada sobre camión. La máquina perforó en seco y con agua mediante batería provista de coronas de widia de 113 y 86 mm de diámetro. Ambos sondeos se entubaron con tubería de 113 mm hasta 6,00 m de profundidad en el sondeo S-1/06 y hasta 4,80 en el sondeo S-2/06. La profundidad alcanzada en ambos sondeos fue de 12,00 m.

Para obtener un orden de magnitud sobre la capacidad portante del terreno, se realizó durante la perforación una serie de ensayos estándar de penetración (SPT).

El ensayo S.P.T. consiste en contar el número de golpes necesario para hincar 30 cm (15+15) un tomamuestras, de 2" x 1 3/8" de diámetro con tubo bipartido, normalizado, mediante golpeo de una maza de 63,5 kg de peso que cae desde una altura de 75 cm.

Para realizar el ensayo se marcan en el varillaje 60 cm en tramos de 15 cm, contándose los golpes para los 30 cm centrales (valor de NSPT). Se considera que se obtiene rechazo y se suspende el ensayo cuando después de dar una serie de 100 golpes no se introducen los 30 cm en su totalidad o cuando tras dar 50 golpes el tomamuestras no se ha introducido 5 cm.

Los ensayos se realizaron con un penetrómetro automático TECOINSA que cumple con las siguientes normas: N.I. de la SIMSFE, S.P.T. y D.P.S.H., provisto de cuentagolpes electrónico digital. Los resultados obtenidos han sido:

Sondeo	Profundidad (m)	Golpeo	N <sub>SPT</sub>
S-1	3,00-3,40	21-48-R	Rechazo
	4,80-5,05	36-R	Rechazo

Sondeo	Profundidad (m)	Golpeo	N <sub>SPT</sub>
	6,60-6,65	Rechazo	Rechazo
S-2	3,00-3,35	13-46-R	Rechazo
	4,80-5,20	33-47-R	Rechazo
	6,00-6,29	38-R	Rechazo
	9,00-9,04	Rechazo	Rechazo
S-3	1,20-1,80	12-20-18-20	38
	6,00-6,10	Rechazo	Rechazo
	9,00-9,14	Rechazo	Rechazo
S-4	1,20-1,80	9-9-12-14	21
	4,80-4,90	Rechazo	Rechazo
	7,20-7,29	Rechazo	Rechazo
S-1/06	1,20-1,80	8-7-5-10	15
	4,20-4,42	27-R	Rechazo
S-2/06	1,80-2,40	8-13-16-21	29
	4,20-4,60	14-23-R	Rechazo

Asimismo, se tomaron muestras inalteradas a percusión, mediante un tomamuestras GMPV de pared gruesa en cuyo interior se aloja un tubo de P.V.C. donde se introduce la muestra. Inmediatamente después de su extracción se sellan los extremos para evitar pérdidas de humedad.

La hincada del tomamuestras se realiza mediante una maza de 63,5 kg que cae desde una altura de 75 cm. La profundidad de cada muestra y los golpes obtenidos, en el caso de muestras MI, referidos a cada uno de los tramos de 15 cm fueron los siguientes:

Sondeo	MI	Prof. (m)	Golpeo	Litología
S-1	MI-1	1,20-1,80	12-15-20-29	Limos
S-2	MI-1	1,20-1,80	14-21-30-31	Limos
S-3	MI-1	3,60-3,90	36-Rechazo	Limos arcillosos
S-4	MI-1	3,00-3,55	14-25-48-R	Arcillas
S-2/06	MI-1	1,20-1,80	8-14-16-27	Limos

Así mismo, de los testigos del sustrato Terciario se plastificaron varias muestras para su ensayo en laboratorio.

Los perfiles litológicos y fotografías del testigo obtenido, se pueden consultar en el Apéndice II.

### 3.1.2.- Ensayos de penetración dinámica

Los días 28 y 29 de septiembre de 2022, se efectuaron diez ensayos de penetración dinámica continua mediante un penetrómetro que cumple con las normas siguientes del ISSMFE Sociedad Internacional de Mecánica del Suelo y Cimentaciones, Comité Técnico de Pruebas de Penetración en Suelos:

DPSH- Dynamic Probing Super Heavy

S.P.T. Standard Penetration Test

Se han realizado siguiendo la norma DPSH, con las características siguientes:

Masa de la maza	63,5 kg (± 0,5 kg)
Altura de caída	75,0 cm (± 2,0 cm)
Relación longitud/diámetro de la maza	> 1 y < 2
Masa máxima del yunque	30,0 kg
Longitud de la varilla	1,0-2,0 m
Diámetro exterior de la varilla	32,0 mm
Masa máxima varilla + niple	8,0 kg/m
Desviación máxima en primeros 5 m	1 %
Desviación máxima a partir de 5 m	2 %
Sección de la puntaza	Circular
Área de la puntaza	20,0 cm <sup>2</sup>
Ángulo de la punta	90°
Conteo de golpes cada N	20,0 cm

Se considera "rechazo" cuando no se obtiene una penetración de 20 cm para 100 golpes o cuando se obtienen golpes mayores que 75 en tres tramos de 20 cm consecutivos. La profundidad de rechazo se alcanzó entre 2,81 y 4,42 m en todos los ensayos.

Los gráficos reflejando los golpes y fotografías de los emplazamientos de los ensayos de penetración se muestran en el Apéndice III.

### 3.1.3.- Calicatas

El día 29 de septiembre de 2022 se excavaron cinco calicatas, mediante retroexcavadora tipo mixta, en la parcela donde se emplazará la estación de tratamiento.

A lo largo de la conducción se excavaron otras tres calicatas el día 17 de noviembre de 2022.

En estas, además de observar y describir el tipo de terreno, se realizaron observaciones en cuanto a excavabilidad de los materiales, estabilidad de las paredes y afluencia de agua a la excavación.

En cada calicata se obtuvieron muestras alteradas y/ o inalteradas para su posterior análisis en laboratorio.

Los perfiles litológicos y fotografías de las calicatas se incluyen en el apéndice IV.

### 3.2.- EN LABORATORIO

Con muestras extraídas en los sondeos y calicatas, se han efectuado ensayos de identificación (granulometría y límites de Atterberg), de estado (humedad y densidad), de resistencia a compresión simple y deformabilidad (presión máxima de hinchamiento).

Se han realizado también ensayos de compactación y determinaciones químicas de contenido en sulfatos, materia orgánica y sales solubles.

Se cuenta, además, con los ensayos realizados en muestras obtenidas en los sondeos perforados en el año 2006

Los boletines de ensayos con los resultados obtenidos se adjuntan en el Apéndice IV.

### 4.- NIVEL FREÁTICO Y PERMEABILIDAD

Durante la ejecución de los trabajos de campo no se detectó la presencia de nivel freático en toda la profundidad reconocida.

A efectos de caracterizar el comportamiento hidrogeológico de los materiales atravesados, se puede considerar que los materiales del sustrato Terciario son fundamentalmente arcillosos (lutitas), estimando un carácter impermeable a efectos geotécnicos, pudiendo considerar un coeficiente de permeabilidad (k) inferior a  $10^{-7}$  cm/s. Para los niveles de areniscas encontrados se puede considerar un coeficiente de permeabilidad entre  $10^{-3}$  y  $10^{-6}$  cm/s, según los parámetros litológicos indicados en la bibliografía (CTE).

Los suelos del recubrimiento Cuaternario son semipermeables, pudiendo asignarles valores del coeficiente de permeabilidad (k) ente  $10^{-3}$  y  $10^{-5}$  cm/s.

### 5.- CARACTERÍSTICAS DEL TERRENO

A partir de los datos obtenidos, tanto de los trabajos de campo como de los ensayos de laboratorio, se definen las características geotécnicas de los materiales reconocidos. Para esta caracterización de los materiales, se utilizan también los datos del informe realizado por ENSAYA en el año 2006.

En la parcela estudiada, bajo un espesor de tierra vegetal de entre 25 y 60 cm (media de 37 centímetros) se han reconocido dos tipos de terrenos: un primer nivel de suelos cuaternarios, al que le sigue en profundidad el sustrato Terciario.

A continuación, se pasa a describir las características geotécnicas de cada uno de los tipos de terrenos reconocidos.

#### 5.1.- Nivel 1: gravas, arenas y limos (aluvial y glacia)

Bajo la tierra vegetal aparece el recubrimiento Cuaternario constituido por una alternancia de gravas, arenas y limos, en niveles lenticulares, de extensión y espesor variables en toda la superficie investigada.

Según la testificación de calicatas y sondeos, aparecen hasta profundidades entre 1,95 y 3,60 metros, pudiendo alcanzar hasta los 4,20 m de profundidad en el ensayo de penetración P-8.

En los ensayos de penetración dinámica, en los que no es posible diferenciar entre las diferentes litologías, se interpreta que pertenecen a este nivel los tramos con golpes  $N_{DPSH}$  entre 11 y 34, intercalando niveles con valores de golpeo superiores a 50. En el conjunto de ensayos, para el tramo interpretado como recubrimiento se obtiene un golpeo promedio  $N_{DPSH}$  igual a 26.

#### **5.1.1.- Nivel 1.1: gravas y arenas**

Según los ensayos realizados a las muestras obtenidas en sondeos y calicatas, la humedad natural de las muestras ensayadas se sitúa entre el 2,0 y el 9,4 %. Este nivel presenta un contenido en partículas tamaño grava entre 1 y 42 %, de arena entre 21 y 51 % y en finos entre 36 y 48 %, siendo dos muestras no plásticas, y una con límite líquido 21,5 e índice de plasticidad 7,1. Las muestras se clasifican según Casagrande como GC (gravas arcillosas) o SM (arenas limosas).

En un ensayo Proctor modificado (PM) realizado sobre una muestra (clasificada como GC), se obtiene una densidad máxima de  $2,19 \text{ g/cm}^3$  para una humedad óptima del 7,4 %. El índice CBR al 95 % es igual a 18,2 y al 98 % PM igual a 39,6, con hinchamiento inferior al 0,1 %.

En cuanto al contenido en sulfatos solubles en dos muestras ensayadas ha resultado inferior a  $100 \text{ mg}_{\text{ión}}/\text{kg}_{\text{suelo seco}}$ .

El porcentaje de sales solubles de una muestra resulta igual al 0,44 % y el de materia orgánica es del 0,17 %.

De las muestras ensayadas en la campaña del año 2006, se desprende:

*Una muestra de gravas del S-1/06 de 1,20 a 1,80 m de profundidad contiene un 28,9% de finos, contenido en humedad del 6,5% y se presenta no plástica. Según Casagrande se clasifica como GM.*

*Los materiales del recubrimiento presentan contenido en sulfatos inferior al 0,1%.*

Estos materiales son excavables con retroexcavadora potente, manteniéndose temporalmente estables taludes subverticales.

Según los ensayos SPT realizados en niveles de gravas, éstas presentan una compacidad Media- Alta ( $N_{30} = 12-38$ ).

En los ensayos de penetración dinámica, en los que no es posible diferenciar entre las diferentes litologías, se interpreta que pertenecen a este nivel los tramos con golpes  $N_{DPSH}$  superiores a 20.

Una muestra de gravas aluviales ensayadas, presenta un contenido en fracción gruesa del 68 %, en arena del 28 % y en finos del 5%, siendo estos no plásticos. La muestra se clasifica según Casagrande como GW (mezcla de gravas y arenas).

En ensayo de compactación Proctor modificado (PM) se obtiene una densidad máxima de  $2,33 \text{ t/m}^3$ , con humedad óptima del 4,9 %. El índice CBR al 95 % PM es de XX y al 98 % PM de VV, sin hinchamiento.

La muestra remoldeada resulta no colapsable, obteniéndose un índice de colapso igual al 0 %, con deformación tras saturación del 0,9 %.

El contenido en materia orgánica de la muestra ha sido del 0,07 % y en sales solubles del 0,14 %.

#### **5.1.2.- Nivel 1.2: limos**

Según los ensayos realizados a las muestras obtenidas en sondeos y calicatas, la humedad natural de las muestras ensayadas se sitúa entre el 8,3 y el 12,0 % y la densidad seca entre  $1,52$  y  $1,84 \text{ t/m}^3$ . Este nivel presenta un contenido en partículas tamaño grava entre 0 y 17 %, de arena entre 2 y 33 % y en finos entre 54 y 98 %. Una de las muestras resulta no plástica, el resto presenta límite líquido entre 24,2 y 29,3 e índice de plasticidad entre 6,7 y 8,4. Las muestras se clasifican según Casagrande como ML (limos de baja plasticidad), CL-ML (arcillas y limos de baja plasticidad) o CL (arcillas de baja plasticidad).

En cuanto al contenido en sulfatos solubles en todas muestras ensayadas ha resultado inferior a  $100 \text{ mg}_{\text{ión}}/\text{kg}_{\text{suelo seco}}$ .

Se han realizado cuatro ensayos de colapso en muestras inalteradas de sondeos y calicatas, obteniendo deformaciones tras saturación entre 2,44 y 3,45 %, con índices de colapso entre 0,61 % y 1,22 %.

De las muestras ensayadas en la campaña del año 2006, se desprende:

*La muestra de limos del S-2/06 de 1,20 a 1,80 m de profundidad contiene un 92,3% de finos, límite líquido de 26,9 y límite plástico de 10,6. Según Casagrande se clasifica como CL. Resulta no colapsable ( $I_c = 0,10\%$ ) para carga de  $1,5 \text{ Kg/cm}^2$ . La densidad seca es de  $1,82 \text{ gr/cm}^3$ .*

*Los materiales del recubrimiento presentan contenido en sulfatos inferior al 0,1%.*

En los limos, se ha obtenido un valor de  $N_{30}$  igual a 29, que indica consistencia Muy Firme.

En los ensayos de penetración dinámica, en los que no es posible diferenciar entre las diferentes litologías, se interpreta que pertenecen a este nivel los tramos con golpes  $N_{DPSH}$  entre 11 y 20.

En una muestra obtenida en la calicata CC-3, interpretada como rellenos de nivelación procedentes de excavaciones próximas, se obtiene un porcentaje de finos del 77 %, en arenas del 16 % y en gravas del 7%, con límite líquido 26,3 e índice de plasticidad 10,1. La muestras se clasifica según Casagrande como CL (arcillas de baja plasticidad).

En ensayo de compactación Proctor modificado (PM) se obtiene una densidad máxima de  $2,09 \text{ t/m}^3$ , con humedad óptima del 8,3 %. El índice CBR al 95 % PM es de XX y al 98 % PM de VV, sin hinchamiento.

En muestra remoldeada se obtiene un índice de colapso igual al 0,2 %, con deformación tras saturación del 2,25 %.

El contenido en materia orgánica de la muestra ha sido del 0,12 % y en sales solubles del 0,45 %.

Estos materiales son excavables con retroexcavadora potente, manteniéndose temporalmente estables taludes subverticales.

## **5.2.- Nivel 2: lutitas, lutitas arenosas y areniscas (sustrato Terciario)**

Aparece bajo los suelos cuaternarios, a profundidades entre 2,20 y 3,60 según los datos de calicatas y sondeos, pudiendo aparecer a partir de 4,20 m según la interpretación del ensayo P-8.

Este nivel puede presentar un tramo superficial algo alterado, con espesor inferior a 1,0 m según el testigo obtenido en los sondeos.

En los ensayos SPT y muestras inalteradas realizados en este nivel, se obtiene rechazo sistemáticamente.

En ensayos de identificación, realizados sobre muestras inalteradas obtenidas en el sustrato alterado, los materiales arcillosos presentan una humedad natural entre 7,1 y 13,3 % y densidad seca entre  $1,94$  y  $2,18 \text{ t/m}^3$ .

Una muestra ensayada presenta un contenido en finos del 77 %, límite líquido de 36,5 e índice de plasticidad de 17,4, clasificándose según Casagrande como CL (arcillas de baja plasticidad).

En ensayos de rotura a compresión simple, se obtienen valor de resistencia entre 4,8 y  $35,5 \text{ kg/cm}^2$ , con deformación entre 1,1 y 3,5 %.

En los ensayos de presión máxima de hinchamiento realizados, se obtienen valores entre 0,8 y  $1,1 \text{ kg/cm}^2$ , con un hinchamiento tras descarga entre 0,80 y 2,39 %.

De las muestras ensayadas en el año 2006, se obtienen los siguientes resultados:

*A partir de los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio en dos muestras, las argilitas del sustrato Terciario se clasifican según Casagrande como CL (arcillas de baja plasticidad), con límite líquido de 27,8 y 26,4; e índice de plasticidad de 8,6 y 10,9. Las dos*

muestras han presentado presiones de hinchamiento de 0,30 y 0,10 kg/cm<sup>2</sup>, resultando no críticas. Las densidades secas obtenidas fueron de 2,07 y 1,89 gr/cm<sup>2</sup> respectivamente.

En un ensayo de compresión simple realizado se ha obtenido una resistencia de 32 kg/cm<sup>2</sup> con una deformación de 2,3 %.

En cuanto a su ripabilidad, se trata de materiales que son ripables con retroexcavadora potente, debiendo de emplear el martillo rompedor en aquellas ocasiones donde aparezcan niveles de areniscas de mayor espesor.

A efectos de cálculo podemos adoptar los siguientes parámetros geotécnicos para los suelos atravesados en los reconocimientos:

- De 0,0 a 0,25/0,60 m: Tierra vegetal
- De 0,25/0,60 a 2,20/4,20 m: Recubrimiento Cuaternario. Intercalaciones de gravas, arenas y limos de compacidad media- alta o consistencia firme- muy firme.

$$\gamma_{ap} \geq 19 \text{ kN/m}^3$$

$$q_u [\text{resistencia a compresión simple}] = 2,0 \text{ kg/cm}^2$$

$$E [\text{módulo de deformación}] = 20.000 \text{ kN/m}^2$$

- > 2,20/4,20 m: Sustrato Terciario. Lutitas y lutitas arenosas con intercalaciones de areniscas.

$$\gamma_{ap} = 22 \text{ kN/m}^3$$

$$q_u [\text{resistencia a compresión simple}] \geq 5,0 \text{ kg/cm}^2$$

$$E [\text{módulo de deformación}] \geq 75.000 \text{ kN/m}^2$$

## 6.- SISMICIDAD

Para la consideración de la acción sísmica, es de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación (NCSE-02), publicada en el BOE el 11 de octubre de 2002. Los términos municipales de Loporzano, Quicena y Huesca no figuran en la relación del Anejo 1 de la citada Norma, de modo que la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) se considera inferior a 0,04·g.

En el artículo “1.2.3. Criterios de aplicación de la Norma” se especifica que no es obligatoria la aplicación de esta Norma cuando la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) sea inferior a 0,04·g, siendo “g” la aceleración de la gravedad. Por lo tanto, en los términos municipales de Loporzano, Quicena y Huesca no es necesario aplicar la norma NCSE-02 para las obras previstas.

## 7.- PROTECCIÓN FRENTE A LA EXPOSICIÓN AL RADÓN

Para la consideración de la necesidad de disponer soluciones de cara a limitar el riesgo de exposición de los usuarios a concentraciones inadecuadas de radón procedente del terreno en el interior de los locales habitables, es de aplicación el Código Técnico de la Edificación CTE DB-HS Sección 6: Protección frente a la exposición al radón, publicada en el BOE el 27 de diciembre de 2019.

El término municipal de Huesca figura en la relación de municipios de la Zona I del Apéndice B de la citada norma.

De acuerdo al artículo 3 de la dicha norma, “Verificación y justificación del cumplimiento de la exigencia”, para el término municipal de Huesca, se deberán verificar los subapartados 2 a 4 de dicho artículo, así como disponer una barrera de protección, con las características indicadas en el CTE DB-HS Sección 6 apartado 3.1 “Barrera de protección”, entre el terreno y los locales habitables del edificio, que limite el paso de los gases provenientes del terreno.

Alternativamente, se podrá disponer entre el terreno y los locales habitables del edificio una cámara de aire destinada a mitigar la entrada de gas radón a estos locales. En este caso, la cámara de aire deberá estar ventilada según las indicaciones contenidas en el CTE DB-HS Sección 6 apartado 3.2 “Espacio de contención ventilado”, y separada de los locales habitables mediante un cerramiento sin grietas, fisuras o discontinuidades entre los elementos y sistemas constructivos que pudieran permitir el paso del radón.

## 8.- TIPO DE CIMENTACIÓN, PRESIONES ADMISIBLES Y RECOMENDACIONES

Dadas las características del proyecto, se diferencia entre los elementos que irán enterrados o semienterrados, el edificio de control, el depósito elevado y los paneles solares.

### 8.1.- Depósitos y elementos enterrados o semienterrados

Dadas las características del terreno reconocido es factible una cimentación de las nuevas instalaciones de la ETAP mediante zapatas o pozos, apoyadas sobre materiales del sustrato Terciario sano (lutitas y areniscas) que aparecen entre de 2,45 y 4,20 m de profundidad, que transmitan una presión de hasta 4,0 kg/cm<sup>2</sup>, siendo los asientos inferiores a 2,0 cm al tratarse de materiales sobreconsolidados.

La excavación de los huecos de zapatas podrá realizarse con retroexcavadora potente, debiendo prever la posibilidad de tener que emplear martillo rompedor para atravesar niveles de areniscas del sustrato Terciario. Los taludes de la excavación se mantendrán temporalmente estables subverticales.

Con objeto de prevenir futuras patologías debidas a fenómenos de hinchamiento en las lutitas del sustrato, es conveniente no dejar la excavación a la intemperie excesivo tiempo, vertiendo el hormigón de limpieza tan pronto como sea posible una vez finalizada la excavación de las zapatas, para evitar cambios de humedad del terreno de apoyo.

A efectos de evitar problemas en soleras o pavimentos, los depósitos deben impermeabilizarse perfectamente para evitar flujos de agua hasta los materiales finos del recubrimiento, ya que tanto los limos arenosos como las arenas pueden sufrir arrastres hacia gravas infrayacentes.

No será necesario el uso de cementos sulforresistentes para la fabricación del hormigón de cimientos y muros.

### 8.2.- Edificio de control

Situado en la zona septentrional de la parcela, para él puede preverse una cimentación superficial mediante zapatas aisladas o corridas apoyadas a la profundidad requerida estructuralmente sobre materiales del recubrimiento Cuaternario, que aparecerán hasta unos 2,20 m de profundidad o sobre lutitas del sustrato a partir de 2,45 m de profundidad.

Si el apoyo se realiza sobre recubrimiento, previsiblemente a la cota de desplante de la cimentación aparecerán limos arenosofinos, pudiendo considerar para una cimentación por

zapatas una presión admisible igual a 1,5 kg/cm<sup>2</sup>, con asientos inferiores a 2,5 cm y por tanto admisibles.

Los limos existentes pueden experimentar procesos de colapso, erosión y de arrastre, siendo por tanto muy importante evitar que entre agua al terreno bajo las zapatas o la solera de hormigón, o bien proyectar un forjado antihumedad.

En este sentido, debería evitarse en lo posible la existencia de conducciones bajo la solera y, si esto no es factible, proyectarlas y construirlas con una doble protección, es decir, impermeabilizando completamente las paredes y fondo de la zanja y extendiendo una capa drenante con las correspondientes pendientes para evacuar el agua.

Si se prevén zonas ajardinadas conviene colocar bajo ellas una lámina impermeable recogiendo las aguas infiltradas y sacándolas fuera de la parcela.

Adicionalmente, se deberían proyectar aceras amplias con juntas selladas y las aguas pluviales caídas sobre el edificio deben recogerse y conducirse directamente al saneamiento, sin que lleguen al terreno.

Si el apoyo se realiza sobre lutitas terciarias, para una cimentación por zapatas puede considerarse una presión admisible igual a 4,0 kg/cm<sup>2</sup>, con asientos inferiores a 2,0 cm, admisibles por la estructura. En este caso, si se proyecta forjado antihumedad, no son necesarias las medidas anteriores para evitar flujo de agua en el terreno.

Los cajeados de las cimentaciones podrán realizarse mediante retroexcavadora potente, previendo la necesidad de martillo rompedor para niveles de arenisca de mayor espesor, siendo temporalmente estables taludes subverticales.

Respecto a soleras o pavimentos, será suficiente eliminar la tierra vegetal, escarificar y compactar la superficie con humedad óptima y seguidamente extender y compactar la capa granular que sirva de soporte. Los suelos, a efectos de capacidad portante o de empleo, se pueden considerar como tolerables según el Pliego PG-3, o como tipo 0 según la Norma 6.1-IC.

En base a los resultados de los ensayos específicos realizados, tanto si el apoyo se realiza sobre suelos cuaternarios como sobre sustrato Terciario, no se precisará el empleo de cementos sulforresistentes para la fabricación del hormigón en contacto con el terreno.

### 8.3.- Depósito elevado

Dadas las características del depósito a construir, previendo un empotramiento de la zapata de entre 4 y 5 m y que el sustrato rocoso aparece a unos 3,4 m de profundidad, se recomienda una cimentación por zapatas apoyadas sobre lutitas del sustrato rocoso Terciario.

Se puede adoptar como presión neta admisible un valor de 4,0 Kg/cm<sup>2</sup> siendo los asientos menores de 2 cm y admisibles. Para cálculos de cualquier tipo puede considerarse un módulo de deformación del sustrato Terciario sano igual a 750 kg/cm<sup>2</sup>.

Se debe garantizar que los materiales del sustrato no sufran pérdidas de humedad, por lo que inmediatamente después de abrir el cajeadado de la cimentación, se debería verter una capa de hormigón de limpieza.

La excavación podrá hacerse con retroexcavadora potente, previendo que los taludes serán estables temporalmente subverticales.

Dado el contenido en sulfatos de los suelos, no será preciso el empleo de cementos sulforresistentes para la fabricación del hormigón de cimientos.

### 8.4.- Paneles solares

Los seguidores se distribuirán por la superficie de la parcela adaptándose a la orografía del terreno, que resulta prácticamente llana y sobre la cubierta de los depósitos de agua tratada.

En el primer caso, se situarán sobre el terreno mediante hincas de perfiles metálicos, situándose sobre suelos cuaternarios (Niveles 1.1 y 1.2).

Previendo una magnitud del hincado del orden de 1,5 m, por lo deducido en los ensayos de penetración dinámica 9 y 10, y lo observado en el sondeo S-4 y en la calicata C-5 a esa profundidad aparecerán suelos cuaternarios de consistencia dura o compacidad media- alta.

Teniendo en cuenta estos datos se puede plantear la hincas de los perfiles metálicos, pudiendo considerar para su cálculo una resistencia por fuste en el tramo de hincado superior igual a 35 kPa y para la zona empotrada en las gravas (aproximadamente la mitad inferior) del orden 70 kPa. La resistencia por punta en las gravas puede considerarse de 10 MPa (100 kg/cm<sup>2</sup>).

En caso de que los perfiles trabajen a tracción, debe considerarse únicamente la resistencia por fuste.

Los perfiles podrán considerarse empotrados siempre que tengan una longitud empotrada de al menos dos veces y media su longitud elástica. Para determinar dicha longitud puede considerarse que el módulo de deformación del terreno es de 20 MPa en los limos de la parte superior y 40 MPa en las gravas.

Los movimientos de tierras se prevén mínimos, si acaso se contemplaría la ejecución de zanjas para conducciones, cableados, etcétera. Ya que *a priori* no se alcanzarán profundidades relevantes, podrán llevarse a cabo con retroexcavadoras convencionales.

Se mantendrán temporalmente estables taludes subverticales en zanjas hasta de 1,5 m de profundidad.

### 9.- CONDUCCIÓN

La conducción discurre a lo largo del valle del río Flumen desde la presa de Montearagón, hasta tomar dirección E- O al este de Quicena hasta la estación potabilizadora, a lo largo de unos 15 km de recorrido total.

En cuanto a las tuberías no existe ningún problema de capacidad portante ya que la presión que van a transmitir al terreno es menor de la que éste ya ha soportado.

A partir de las características descritas, la excavación de la zanja se realizará en materiales correspondientes a depósitos cuaternarios aluviales, aluvio- coluviales y glaciares (limos con cantos y gravas) o en sustrato Terciario: lutitas y areniscas.

El espesor del recubrimiento varía, según lo observado en las calicatas, entre 1,20 y 2,90 m, por lo que cabe esperar que durante la excavación se alcance el sustrato Terciario en buena parte del recorrido de la conducción.

La excavación podrá realizarse en general con excavadora potente, aunque será necesario el uso de martillo rompedor en los tramos donde afloran niveles de areniscas o de lutitas arenosas o si se alcanzan en profundidad. Puede preverse un porcentaje de excavación con martillo en torno a un 35 % del total de excavaciones a lo largo del trazado.

Debido a la presencia de limos cuaternarios es muy importante proyectar las conducciones de tal forma que no se produzcan con fugas, utilizando materiales y juntas que, siendo flexibles, garanticen la estanqueidad, de modo que se evite la posibilidad de procesos de erosión subsuperficial por migración de finos (*pipping*).

Previsiblemente no aparecerá el nivel freático en ningún punto del trazado, aunque dada la proximidad de la conducción al cauce del río Flumen a lo largo del tramo inicial, debería preverse una cierta medición para entibación de zanjas y agotamiento del nivel freático por si resultara necesario a lo largo de algún tramo.

Tal y como se ha indicado, en los suelos cuaternarios y en los materiales del sustrato Terciario se pueden considerar estables temporalmente, en general, taludes subverticales, previendo taludes 1H:5V. En los tramos en los que la profundidad de la excavación sea superior a 3,0 metros conviene prever una berma intermedia.

Los suelos del recubrimiento Cuaternario, al igual que los materiales del sustrato Terciario no resultan agresivos al hormigón por sulfatos.



Fdo. David Bona Martínez  
Geólogo  
Colegiado n.º 2.927



VºBº del Director



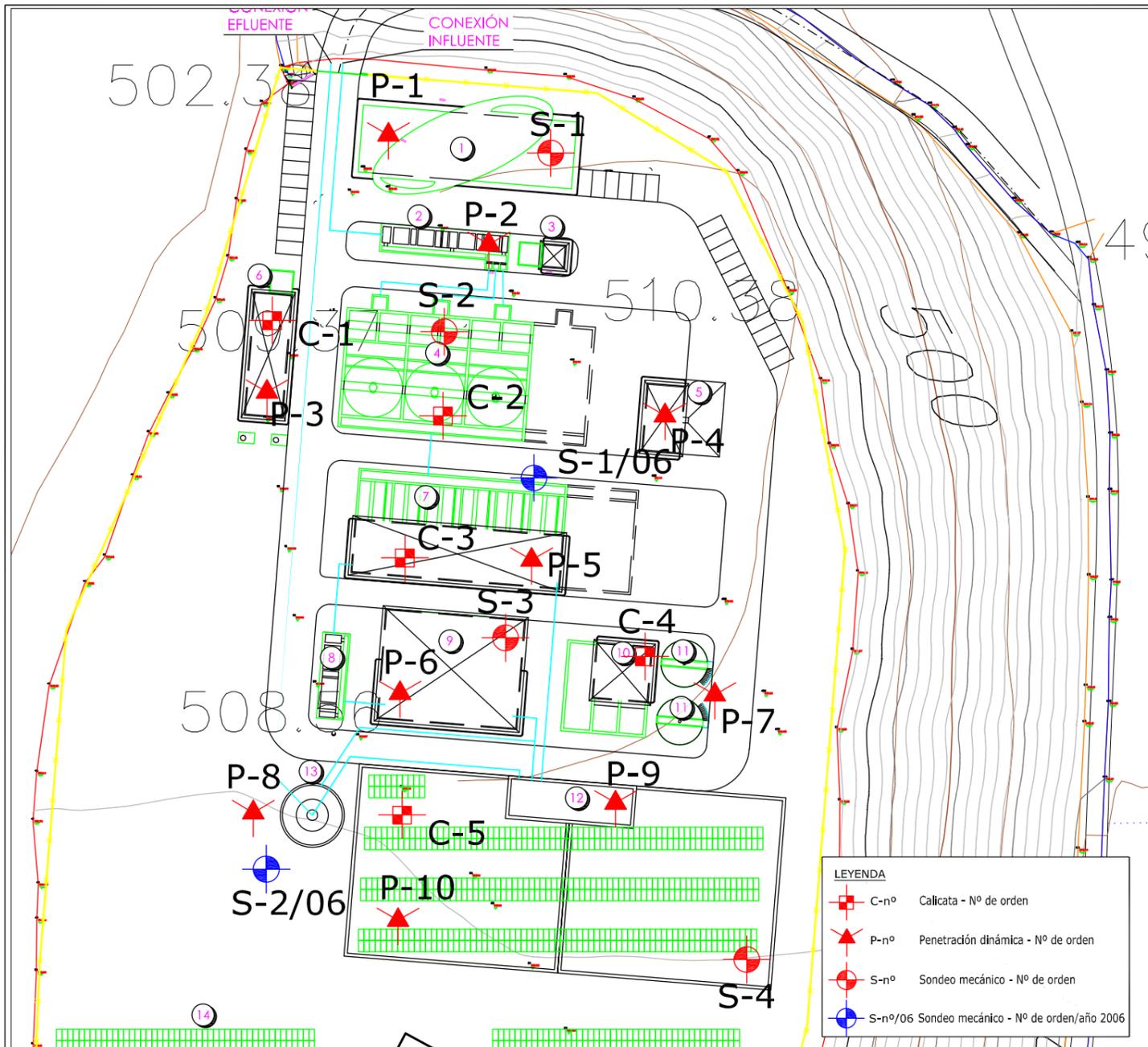
Fdo. Javier Prats Rivera  
Ingeniero de Caminos  
Colegiado n.º 7.780



Fdo. Fernando García Hermoso  
Geólogo

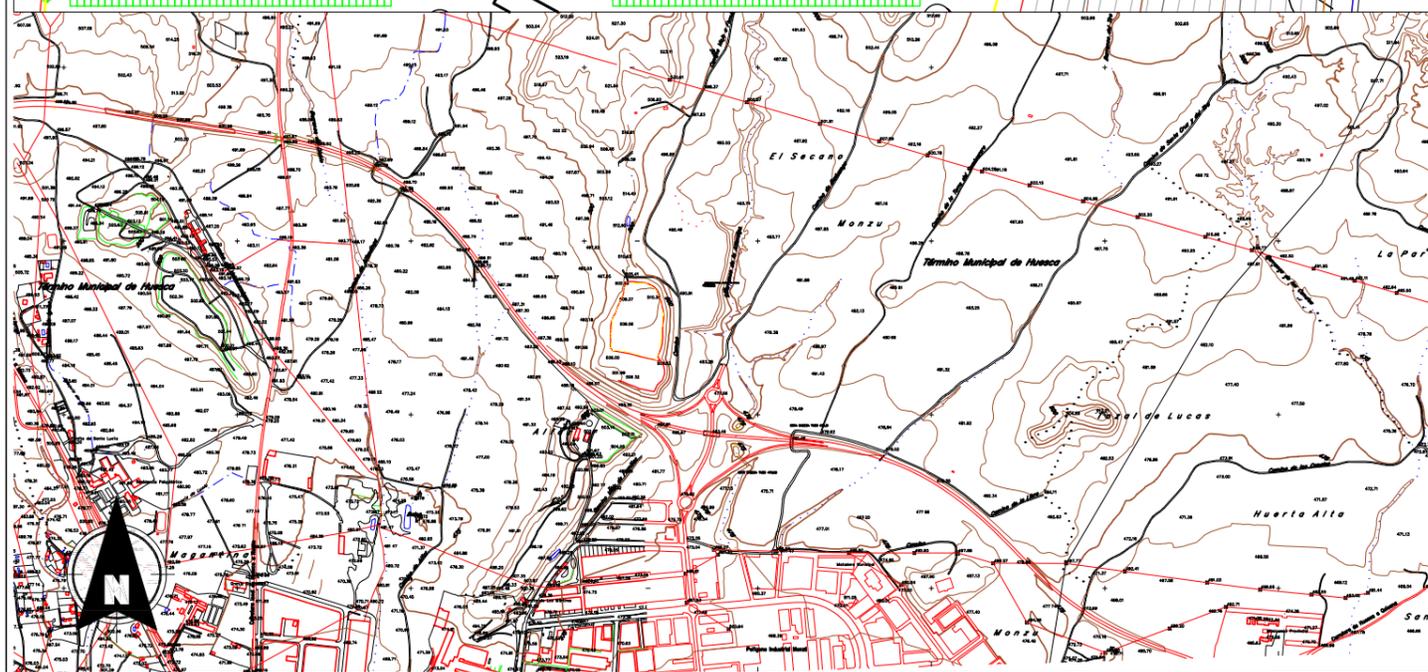
**APÉNDICES**

**APÉNDICE I**  
**CROQUIS DE SITUACIÓN DE TRABAJOS**

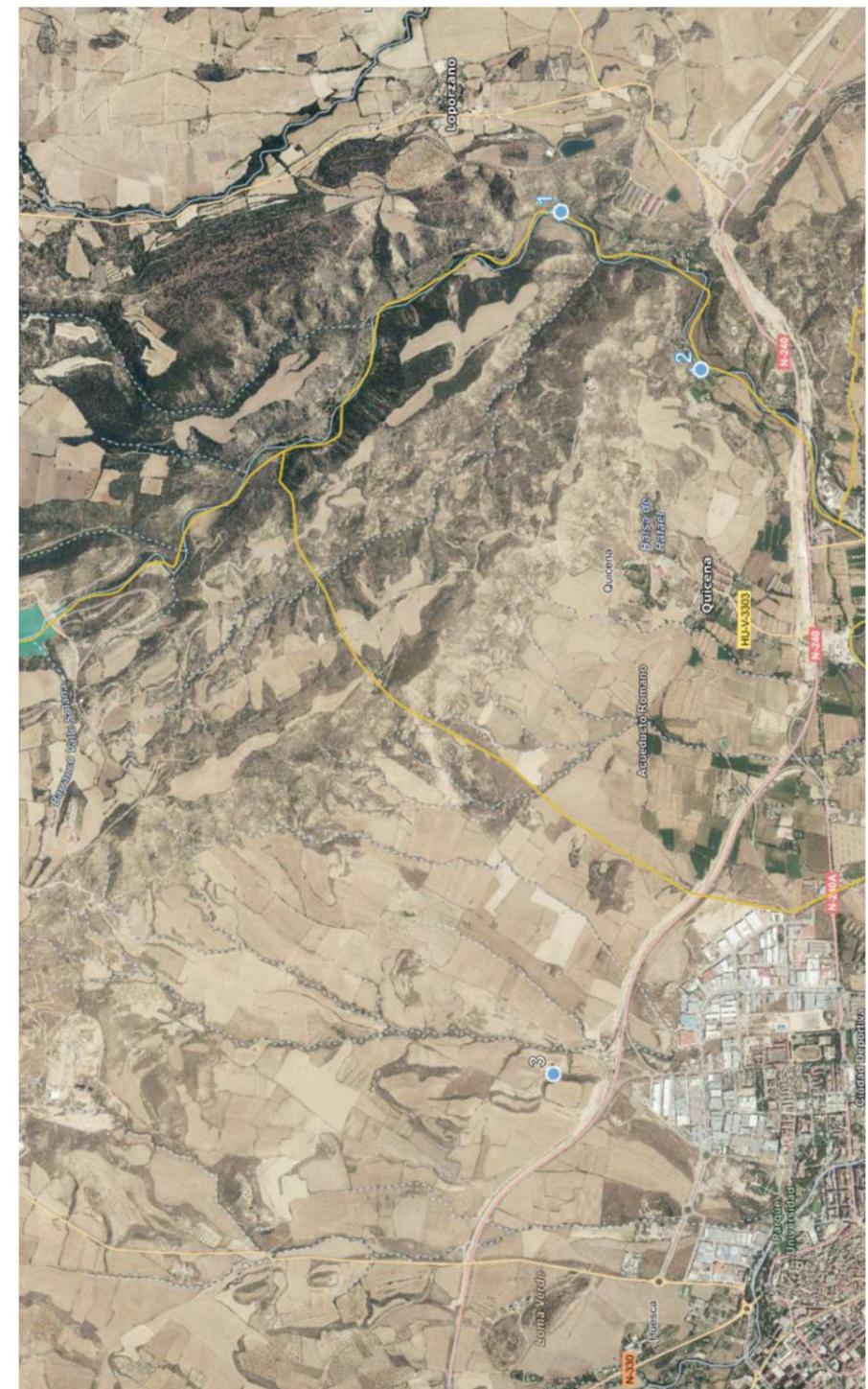


**LEYENDA**

- C-nº Calicata - Nº de orden
- ▲ P-nº Penetración dinámica - Nº de orden
- S-nº Sondeo mecánico - Nº de orden
- S-nº/06 Sondeo mecánico - Nº de orden/año 2006



ETAP EN HUESCA



CONDUCCIÓN A NUEVA ETAP (HUESCA)

Ref.: 22AG0616

CROQUIS DE SITUACIÓN DE TRABAJOS

Ref.: 22AG0616

**APÉNDICE II**

**COLUMNAS DE LOS SONDEOS Y FOTOGRAFÍAS DEL TESTIGO**



Nº Obra: 22AG0616	COORDENADAS : 30T	SONDEO S-1
Obra: ETAP EN HUESCA	X = 715.172	
	Y = 4.670.366	
	Z = 509,8	
Localidad: Huesca	Tipo de máquina: TECOINSA TP-50/400	
Peticionario: UTE TYPASA- NOLTER	Sondista: J.M. Oliván	
Fecha Inicio: 20/09/2022 Fecha Final: 20/09/2022	Supervisor/a: F. García	



S-1



De 0,00 a 3,00 m



De 3,00 a 6,00 m



De 6,00 a 9,00 m



De 9,00 a 12,00 m

Escala 1:75	Tipo Perforación	Ø Perforación	Revestimiento	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	S.P.T.	Nspt	Muestra	Golpeo Inalterada	Nivel freático	
1	WS	B-113	113	0.35		TIERRA VEGETAL.	10 20 30 40					
2				1.05		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (Glacis). Gravas con cantos calcáreos, algo redondeados, envueltos en matriz limosa marrón.						
3				2.20 2.45		Limos arenosofinos marrones claros, hasta arenas finas limosas.						
4	WH	T-86		3.40	SUSTRATO ALTERADO. Limos arcillosos marrones y ocre.							
5				4.80	SUSTRATO TERCIARIO (Oligoceno- Mioceno). Lutitas y lutitas arenosofinas ocre, rojizas y grises con precipitados de sales. Intercalan niveles de areniscas de grano fino a medio ocre y grises.							
6				5.05 5.10	No se recupera testigo entre 3,4 y 4,8 m de profundidad.							
7				5.85 5.95								
8				6.40								
9				7.30	Lutitas y lutitas arenosas ocre, rojizas y grises, con intercalaciones de areniscas de grano fino ocre.							
10				11.25 11.50	Aparecen juntas con inclinación de 30º, planos ondulados y escalonados, y subverticales a muro.							
11				12.00								

TIPO PERFORACIÓN  
 WS...Corona de widia sin agua  
 WH...Corona de widia con agua  
 D....Diamante

TIPO DE MUESTRAS  
 MI: Muestra inalterada  
 MA: Muestra alterada  
 TP: Testigo plastificado

- No se detecta nivel de agua  
 - Se pierde el testigo entre 3,4 y 4,8 m de profundidad.



Nº Obra: 22AG0616  
 Obra: ETAP EN HUESCA  
 Localidad: Huesca  
 Peticionario: UTE TYPASA- NOLTER  
 Fecha Inicio: 21/09/2022 Fecha Final: 21/09/2022

COORDENADAS : 30T  
 X = 715.152  
 Y = 4.670.332  
 Z = 510,3  
 Tipo de máquina: TECOINSA TP-50/400  
 Sondista: J.M. Oliván  
 Supervisor/a: F. García

SONDEO  
**S-2**



S-2



De 0,00 a 3,00 m



De 3,00 a 6,00 m



De 6,00 a 9,00 m



De 9,00 a 12,00 m

Escala 1:75	Tipo Perforación	Ø Perforación	Revestimiento	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	S.P.T.	Nspt	Muestra	Golpeo Inalterada	Nivel freático
1	B-113	113		0.35		TIERRA VEGETAL.	10				
2				0.90		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (Glacis). Gravas con cantos calcáreos, algo redondeados, envueltos en matriz limosa marrón clara.	20				
3	WS			1.60		Limos beige laminados, con precipitados de sales.	30				
4				2.55		Gravas con cantos de pequeño tamaño, algo redondeados y matriz areno-limosa marrón.	40				
5	B-86			2.90		SUSTRATO TERCIARIO (Oligoceno- Mioceno). Lutitas arenosofinas ocre.	45				
6				3.35		Lutitas ocre, violetas y grises, con pasadas arenosas. Aparecen juntas cerradas, con inclinación de unos 30º.	50				
7	WH			4.80		Areniscas grises de grano grueso.	55				
8				5.20		Lutitas y lutitas arenosas grises, ocre y rojizas. Intercalan finos niveles de areniscas grises de grano medio a fino.	60				
9	T-86			6.00			65				
10				6.29			70				
11				6.50			75				
12				7.10			80				
				9.00			85				
				9.04			90				

TIPO PERFORACIÓN  
 WS...Corona de widia sin agua  
 WH...Corona de widia con agua  
 D....Diamante

TIPO DE MUESTRAS  
 MI: Muestra inalterada  
 MA: Muestra alterada  
 TP: Testigo plastificado

- No se detecta nivel de agua.



Nº Obra: 22AG0616	COORDENADAS : 30T	SONDEO S-3
Obra: ETAP EN HUESCA	X = 715.164 Y = 4.670.275 Z = 509,6	
Localidad: Huesca	Tipo de máquina: TECOINSA TP-50/400	
Peticionario: UTE TYPASA- NOLTER	Sondista: J.M. Oliván	
Fecha Inicio: 22/09/2022 Fecha Final: 22/09/2022	Supervisor/a: F. García	



S-3



De 0,00 a 3,00 m



De 3,00 a 6,00 m



De 6,00 a 9,00 m



De 9,00 a 12,00 m

Escala 1:75	Tipo Perforación	Ø Perforación	Revestimiento	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	S.P.T.	Nspt	Muestra	Golpeo Inalterada	Nivel freático	
1	WS	B-113	113	0.25	[Stratigraphic Column]	TIERRA VEGETAL.	10 20 30 40					
2				0.80		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (Glacis). Limos marrones claros con precipitados de sales.	1.20	38				
3				1.15		Arenas limosas beige de grano fino.	1.80					
4	WH	T-86		3.45	[Stratigraphic Column]	SUSTRATO ALTERADO. Limos arcillosos grises, ocre y gris-verdoso con laminación.			3.60	3.60		
5				3.85		SUSTRATO Terciario (Oligoceno-Mioceno). Lutitas marrones, grises y ocre, con pasadas arenosas.			MI-1	36-R	3.90	3.90
6				6.00			6.00	R				
7				6.50			6.10					
8				8.50	[Stratigraphic Column]	Areniscas ocre de grano medio a grueso. Juntas cerradas subverticales.			7.80			
9				9.00				R				
10				9.65		Lutitas y con pasadas arenosas grises, ocre y rojizas. Aparecen juntas con inclinación de unos 20°, planos rectos a ondulados, escalonados con precipitados de óxidos.	9.14					
11				12.00	[Stratigraphic Column]				TP-1			
12												

TIPO PERFORACIÓN WS...Corona de widia sin agua WH...Corona de widia con agua D....Diamante	TIPO DE MUESTRAS MI: Muestra inalterada MA: Muestra alterada TP: Testigo plastificado	- No se detecta nivel de agua
---	--	-------------------------------



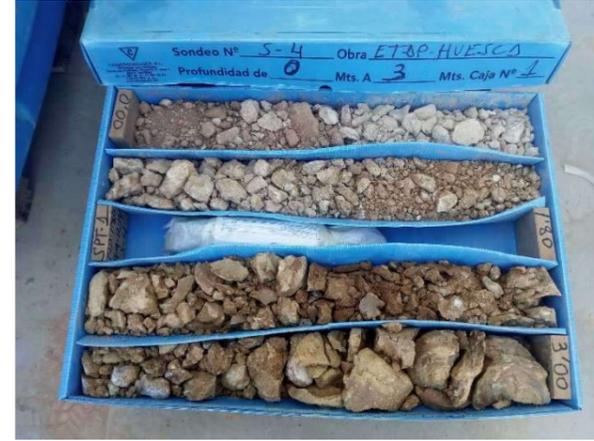
Nº Obra: 22AG0616  
 Obra: ETAP EN HUESCA  
 Localidad: Huesca  
 Peticionario: UTE TYPASA- NOLTER  
 Fecha Inicio: 22/09/2022 Fecha Final: 23/09/2022

COORDENADAS : 30T  
 X = 715.209  
 Y = 4.670.215  
 Z = 509,0  
 Tipo de máquina: TECOINSA TP-50/400  
 Sondista: J.M. Oliván  
 Supervisor/a: F. García

SONDEO  
**S-4**



**S-4**



De 0,00 a 3,00 m



De 3,00 a 6,00 m



De 6,00 a 9,00 m

Escala 1:50	Tipo Perforación	Ø Perforación	Revestimiento	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	S.P.T.	Nspt	Muestra	Golpeo Inalterada	Nivel freático
1	WS	B-113	113	0.30		TIERRA VEGETAL.	10 20 30 40				
2					RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (Glacis). Limos beige con precipitados de sales y pequeños cantos dispersos.	1.20 1.80	21				
3	WS	B-86	113	2.70		SUSTRATO ALTERADO. Arcillas limosas ocre, rojizas y grises.			3.00	3.00	
4					SUSTRATO TERCIARIO (Oligoceno- Mioceno). Lutitas marrones, grises, ocre y rojizas, con pasadas arenosas, hasta niveles de areniscas intercalados. Aparecn juntas cerradas, con inclinación de unos 30°.	3.55	MI-1 14-25-48-R	3.55			
5	WH	T-86	113	4.80			4.80	R			
6						4.92					
7	WH	T-86	113	6.15					6.60		
8						6.25					TP-1
9				7.20			7.20	R	7.05		
				7.29			7.29				
				9.00							

TIPO PERFORACIÓN  
 WS...Corona de widia sin agua  
 WH...Corona de widia con agua  
 D....Diamante

TIPO DE MUESTRAS  
 MI: Muestra inalterada  
 MA: Muestra alterada  
 TP: Testigo plastificado

- No se detecta nivel de agua



Nº Obra: 06HG0325  
 Obra: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE POTABILIZADORA  
 Localidad: HUESCA  
 Peticionario: SODEMASA  
 Fecha Inicio: 09-11-06 Fecha Final: 10-11-06

COORDENADAS  
 X = 715.169  
 Y = 4.670.305  
 Z =  
 Tipo de máquina: IVECO RL-50  
 Sondista: ROBERTO TALAYERO  
 Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ

SONDEO  
**S-1/06**

Escala 1:75	Tipo Perforación	Ø Perforación	Revestimiento	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	S.P.T.	Nspt	Muestra	Golpeo Inalterada	Nivel freático
				0.60		TIERRA VEGETAL. Limos de color marrón oscuro, algo rojizos, con raíces, cantos y algún bolo.	10 20 30 40				
1	WS B-113	113		1.50		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Gravas con cantos subredondeados de hasta 6 cm de diámetro en matriz limosa de color ocre.	1.20 1.80				
2				2.40	Limos algo arenosos hacia muro, de color marrón-ocre.						
3				3.00	Arena limosa de color marrón-ocre con cantos dispersos.						
4				3.60	Gravas con cantos de subredondeados a redondeados de naturaleza calcárea de hasta 2 cm de diámetro, en abundante matriz areno-limosa de color marrón-ocre.	4.20	4.20				
5				4.20		4.42					
6	WH T-86				SUSTRATO ALTERADO. Limos arcillosos de color marrón-ocre.						
7					SUSTRATO TERCIARIO. Lutitas (argilitas y limolitas) de color marrón-ocre.			6.00 MP-1 6.45			
8				8.00	Areniscas de grano medio, poco cementadas, de color marrón-grisáceo.						
9				8.65	Lutitas de color pardo-rojizo.			8.40 MP-2 8.65			
10				9.40 9.60	Areniscas de grano fino de color ocre-rojizo. Lutitas de color pardo-rojizo.						
11											
12				12.00							

TIPO PERFORACIÓN  
 WS...Corona de widia sin agua  
 WH...Corona de widia con agua  
 D....Diamante



Sondeo S-1. De 0,00 a 6,00 m.



Sondeo S-1. De 6,00 a 12,00 m.



Nº Obra: 06HG0325  
 Obra: PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE POTABILIZADORA  
 Localidad: HUESCA  
 Peticionario: SODEMASA  
 Fecha Inicio: 08-11-06 Fecha Final: 09-11-06

COORDENADAS  
 X = 715.119  
 Y = 4.670.232  
 Z =  
 Tipo de máquina: IVECO RL-50  
 Sondista: ROBERTO TALAYERO  
 Supervisor/a: ALMUDENA MARTÍNEZ

SONDEO  
**S-2/06**

Escala 1:75	Tipo Perforación	Ø Perforación	Revestimiento	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	S.P.T.	Nspt	Muestra	Golpeo Inalterada	Nivel freático	
1	WS	B-113	113	0.30		TIERRA VEGETAL. Limos de color marrón oscuro con algún canto subredondeado de pequeño tamaño y restos de raíces.	10 20 30 40					
2				2.40		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO. Limos de color marrón-ocre con algún canto disperso de pequeño tamaño.	1.80 2.40		MI-1	8-14-16-27	1.20 1.80	
3				2.80 3.00 3.40		Arenas de color marrón-ocre. Arenas algo limosas de color marrón-ocre con cantos subredondeados calcáreos de hasta 4 cm de diámetro.	4.20 4.60					
4	WH	T-86		4.20		Gravas con cantos subredondeados de naturaleza calcárea, en matriz areno-limosa de color marrón-ocre.	4.20 4.60					
5				7.20		SUSTRATO TERCIARIO. Lutitas (argilitas y limolitas) de color ocre-rojizo, algo alteradas a techo, con alguna intercalación de areniscas de grano fino de hasta 20 cm. De 7,10 a 7,20 m aparece un plano de diaclasa con un buzamiento aproximado de 70-80º.			MP-1	5.68 5.92		
6				8.20		Areniscas de grano medio, poco cementadas, de color pardo-grisáceo.				MP-2	7.94 8.20	
7				8.50		Lutitas de color pardo-rojizo.						
8				10.20		Areniscas de grano medio-grueso de color pardo-grisáceo. Debido a un problema en la perforación, solamente se pudo recuperar un 30% del testigo.						
9				11.60		Lutitas de color ocre-rojizo.						
10				11.90								
11												
12												

Golpeo muestra inalterada (MI-1): 8-14-16-27.

TIPO PERFORACIÓN  
 WS...Corona de widia sin agua  
 WH...Corona de widia con agua  
 D....Diamante



Sondeo S-2. De 0,00 a 6,00 m.



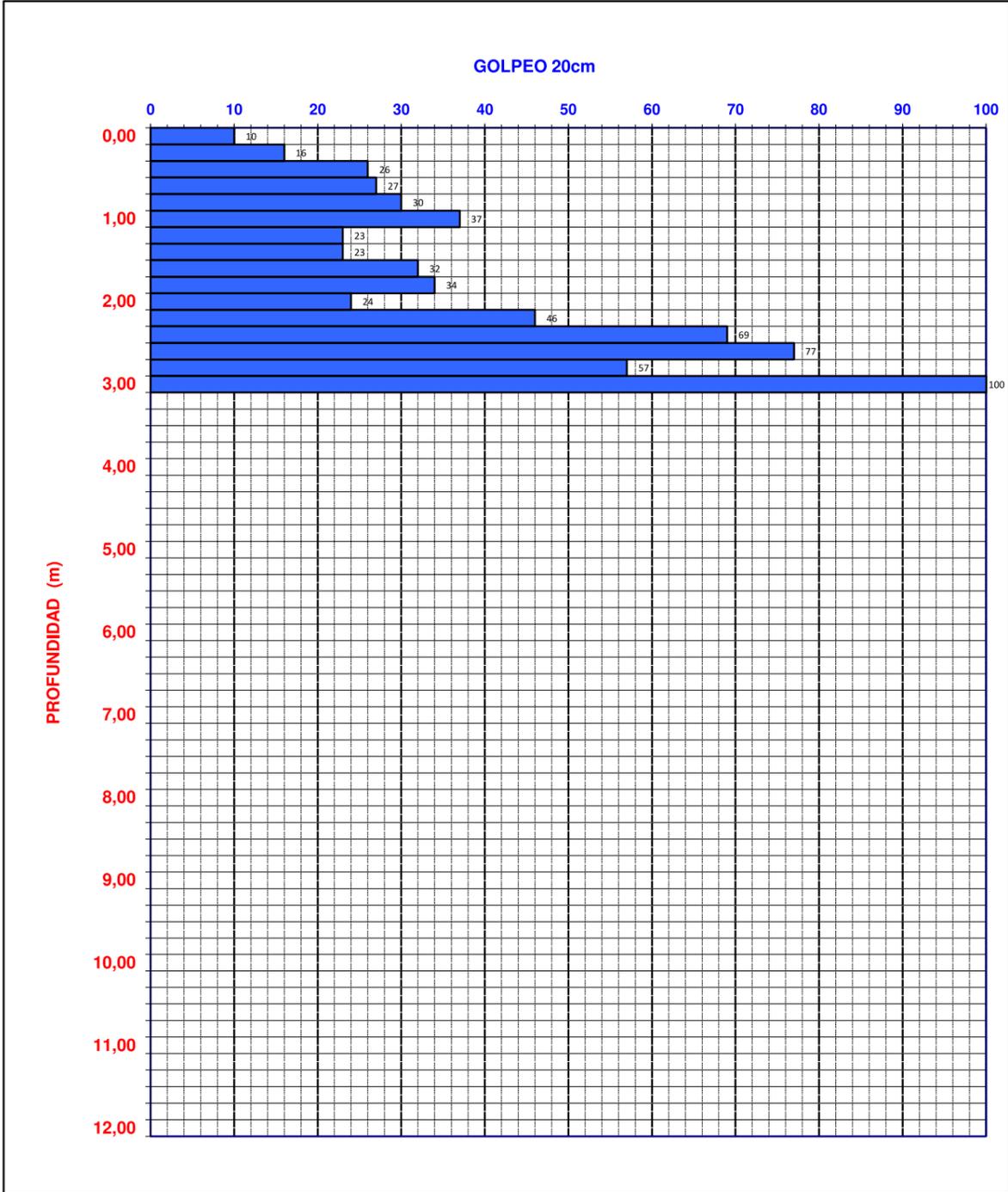
Sondeo S-2. De 6,00 a 12,00 m.

**APÉNDICE III**

**GRÁFICOS DE LOS ENSAYOS DE PENETRACIÓN**



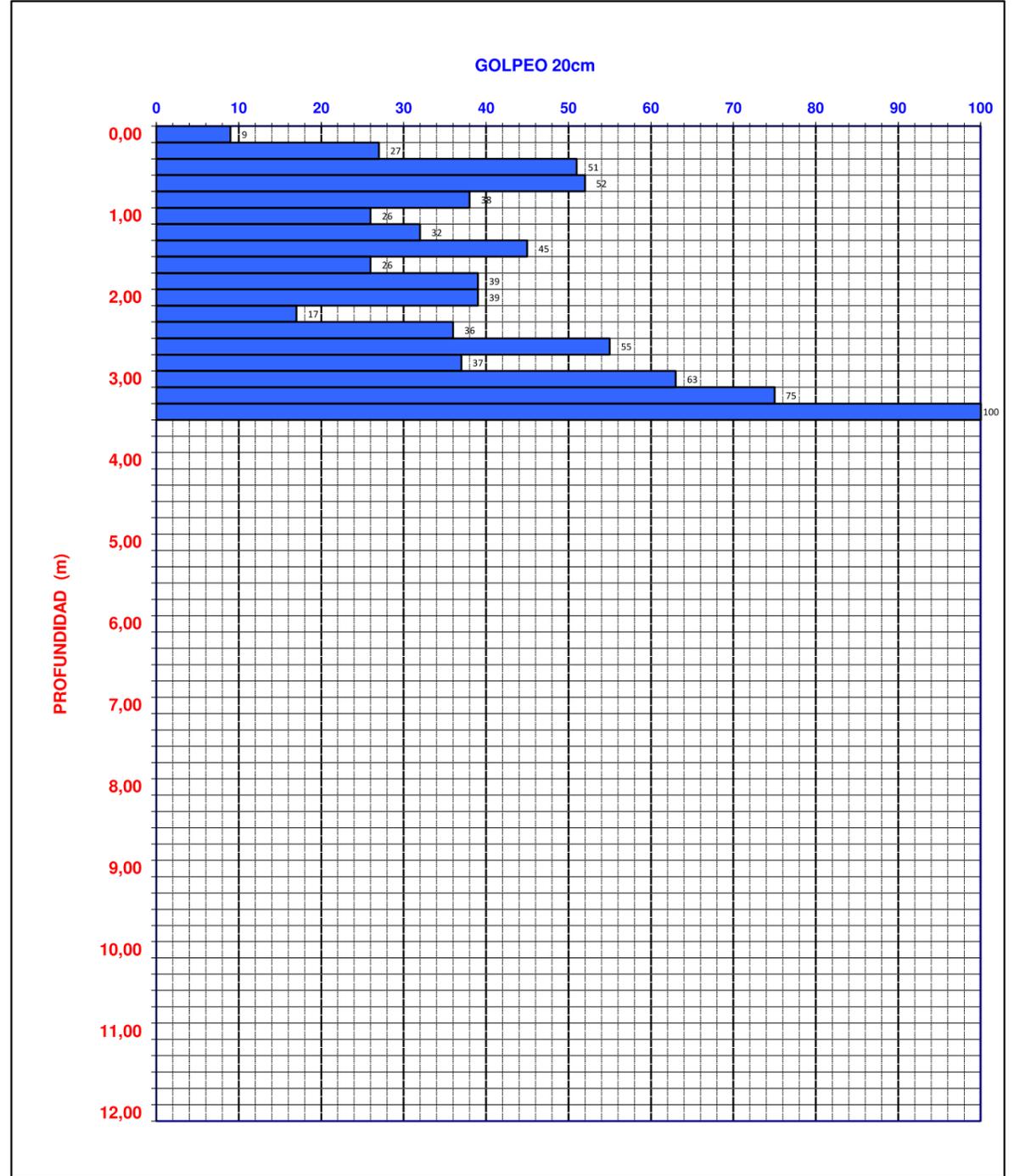
PENETRACION DINAMICA DPSH					
ETAP EN HUESCA				PENETRACION	
Peticionario		UTE TYPASA- NOLTER		P - 1	
Fecha	28-sep-22	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	715.142	Y:	4.670.369	Z:	--
				22AG0616	



OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 3,12 m.



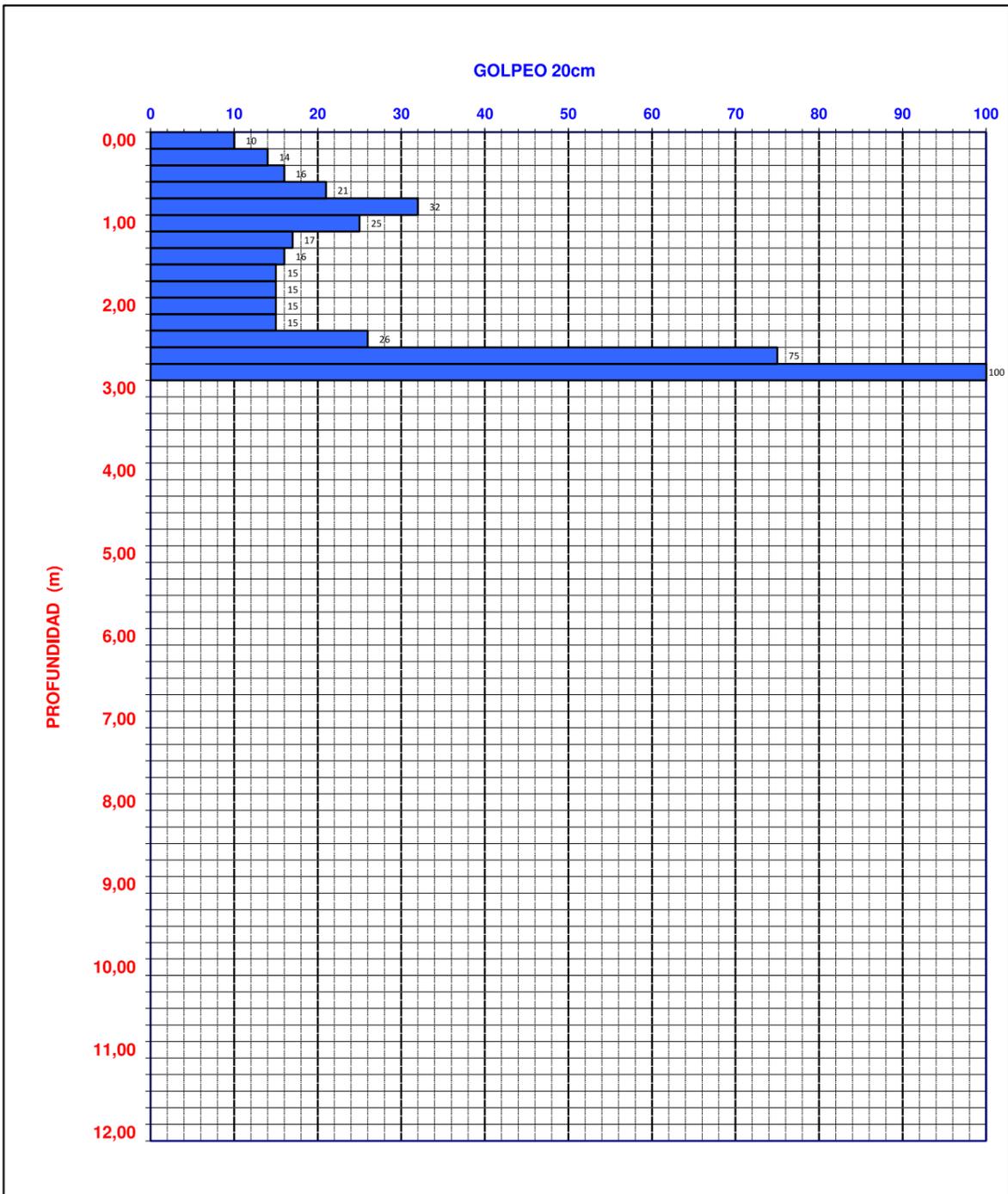
PENETRACION DINAMICA DPSH					
ETAP EN HUESCA				PENETRACION	
Peticionario		UTE TYPASA- NOLTER		P - 2	
Fecha	28-sep-22	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	715.158	Y:	4.670.347	Z:	--
				22AG0616	



OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 3,44 m.



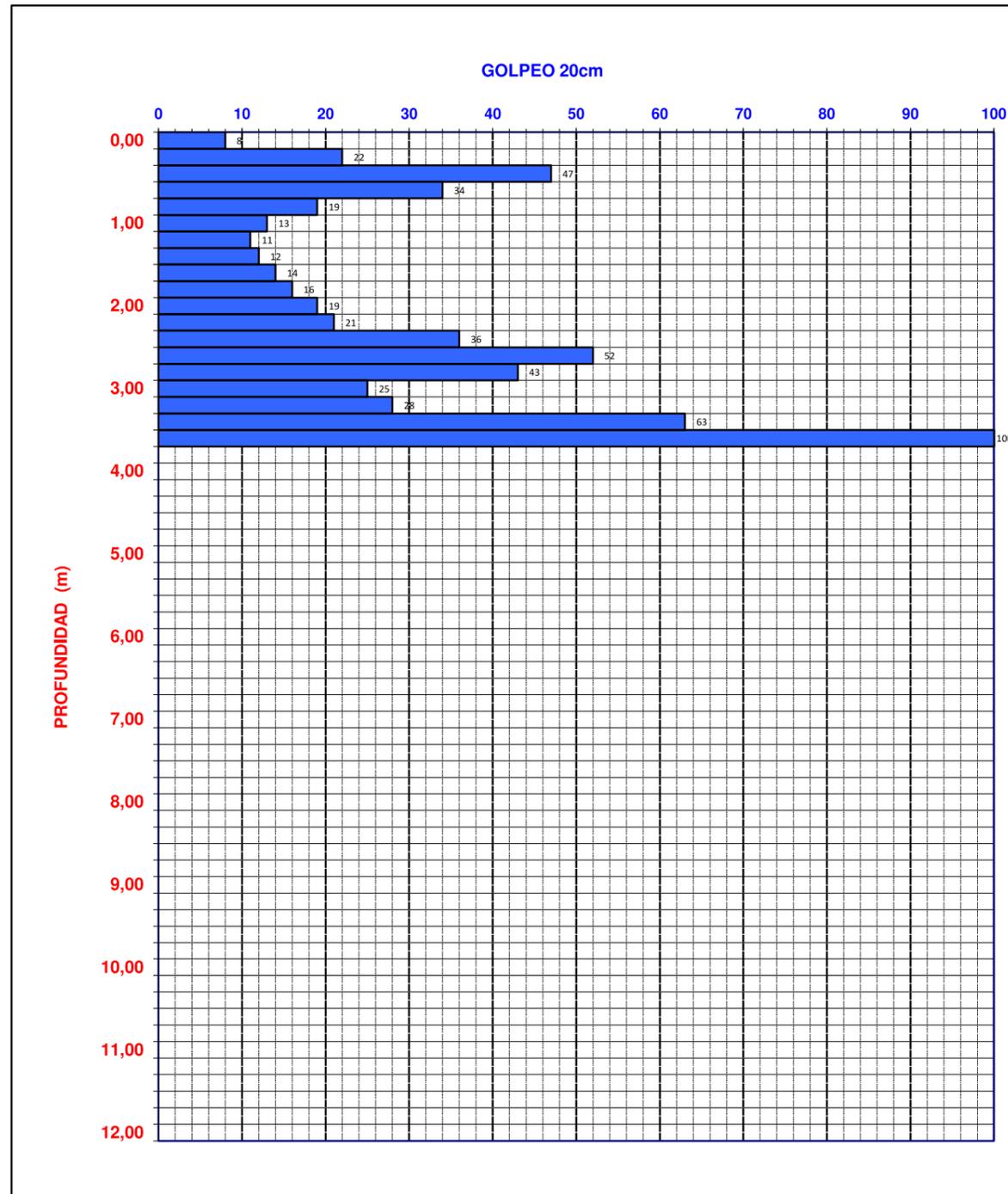
PENETRACION DINAMICA DPSH					
ETAP EN HUESCA				PENETRACION	
Peticionario		UTE TYPASA- NOLTER		P - 3	
Fecha	28-sep-22	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	715.120	Y:	4.670.320	Z:	--
				22AG0616	



OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 2,81 m.



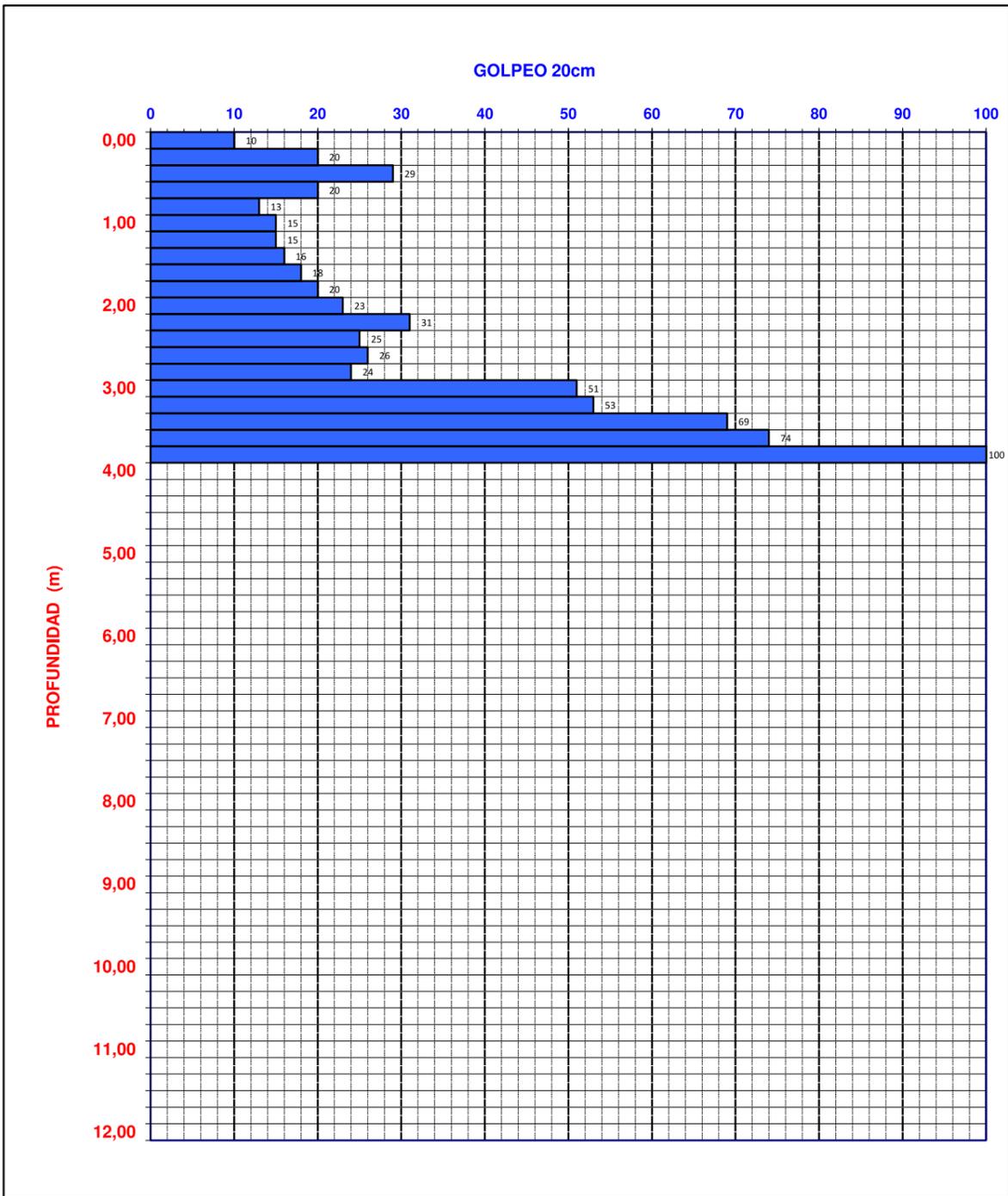
PENETRACION DINAMICA DPSH					
ETAP EN HUESCA				PENETRACION	
Peticionario		UTE TYPASA- NOLTER		P - 4	
Fecha	28-sep-22	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	715.193	Y:	4.670.317	Z:	--
				22AG0616	



OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 3,74 m.



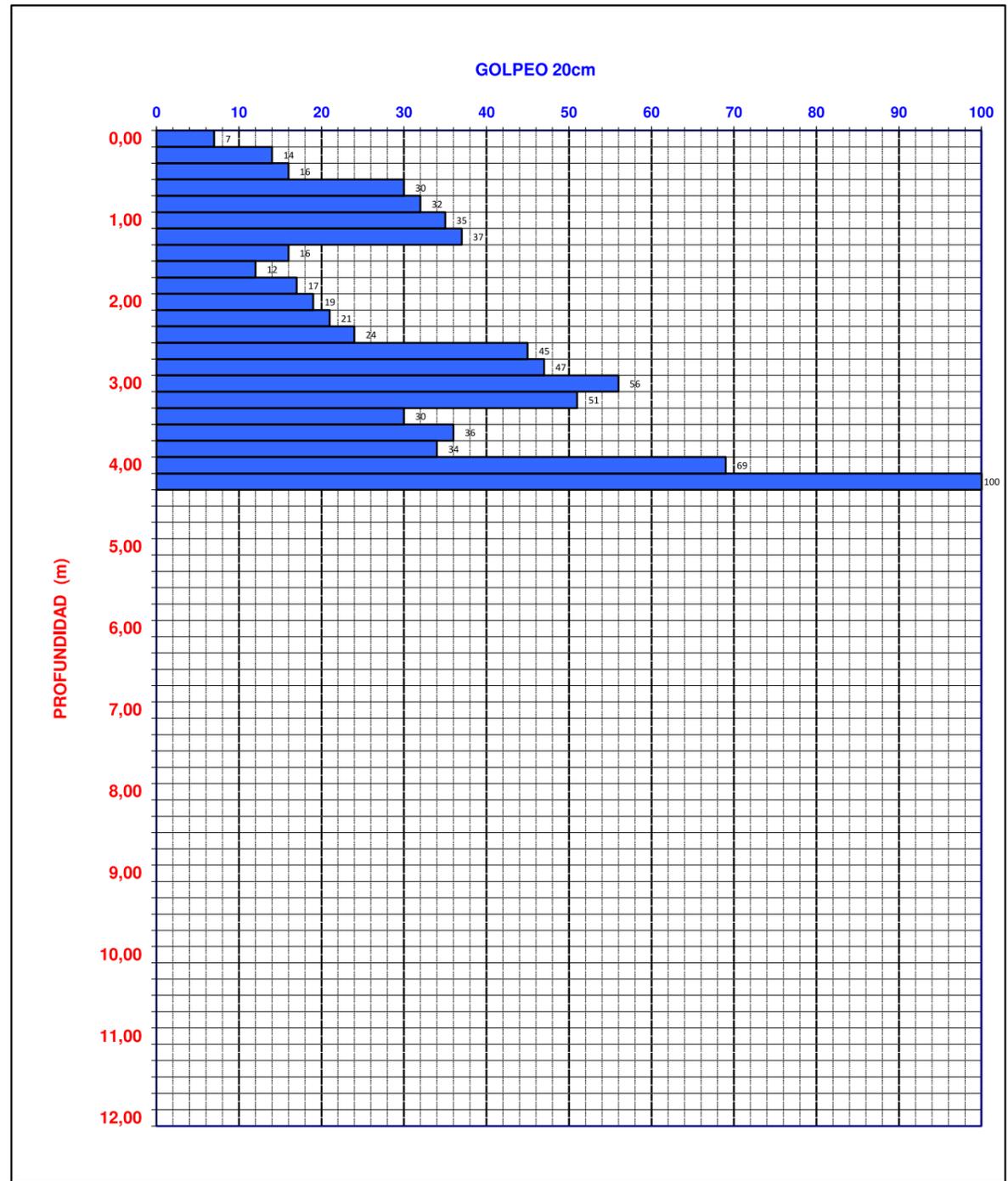
PENETRACION DINAMICA DPSH					
ETAP EN HUESCA				PENETRACION	
Peticionario		UTE TYPASA- NOLTER		P - 5	
Fecha	28-sep-22	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	715.166	Y:	4.670.290	Z:	--
				22AG0616	



OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 3,92 m.



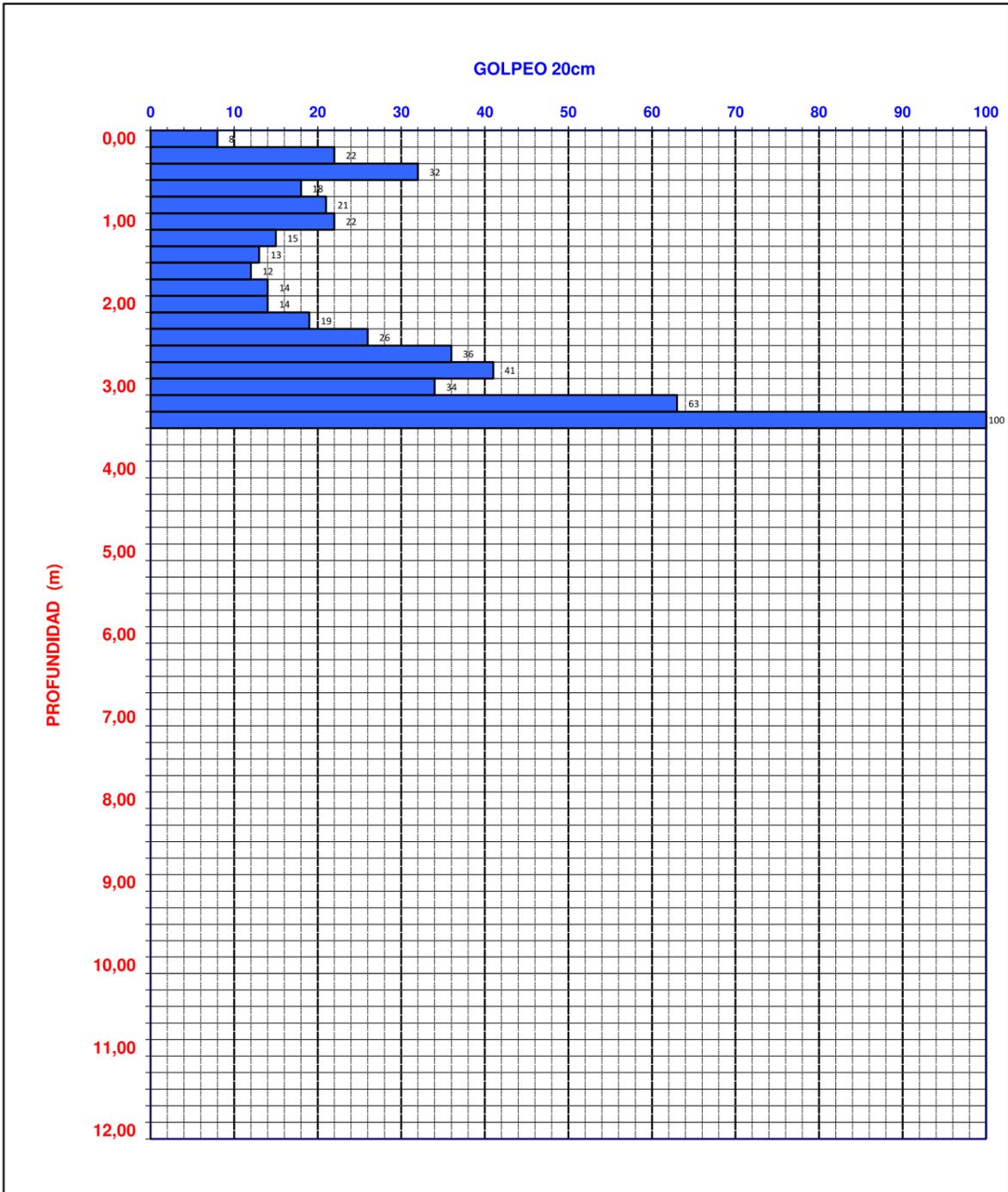
PENETRACION DINAMICA DPSH					
ETAP EN HUESCA				PENETRACION	
Peticionario		UTE TYPASA- NOLTER		P - 6	
Fecha	28-sep-22	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	715.144	Y:	4.670.264	Z:	--
				22AG0616	



OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 4,28 m.



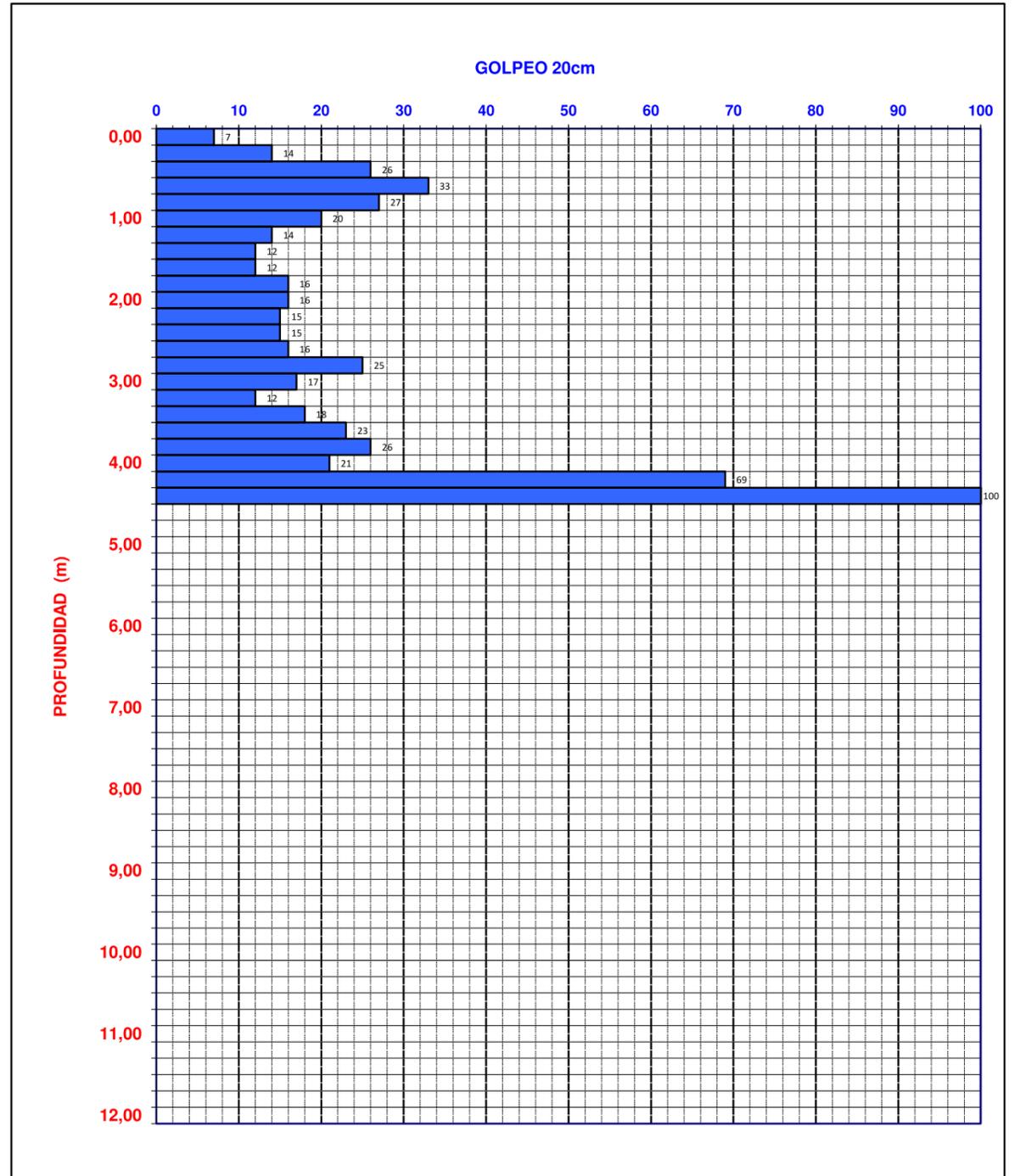
PENETRACION DINAMICA DPSH					
ETAP EN HUESCA				PENETRACION	
Peticionario		UTE TYPASA- NOLTER		P - 7	
Fecha	28-sep-22	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	715.202	Y:	4.670.265	Z:	--
				22AG0616	



OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 3,46 m.



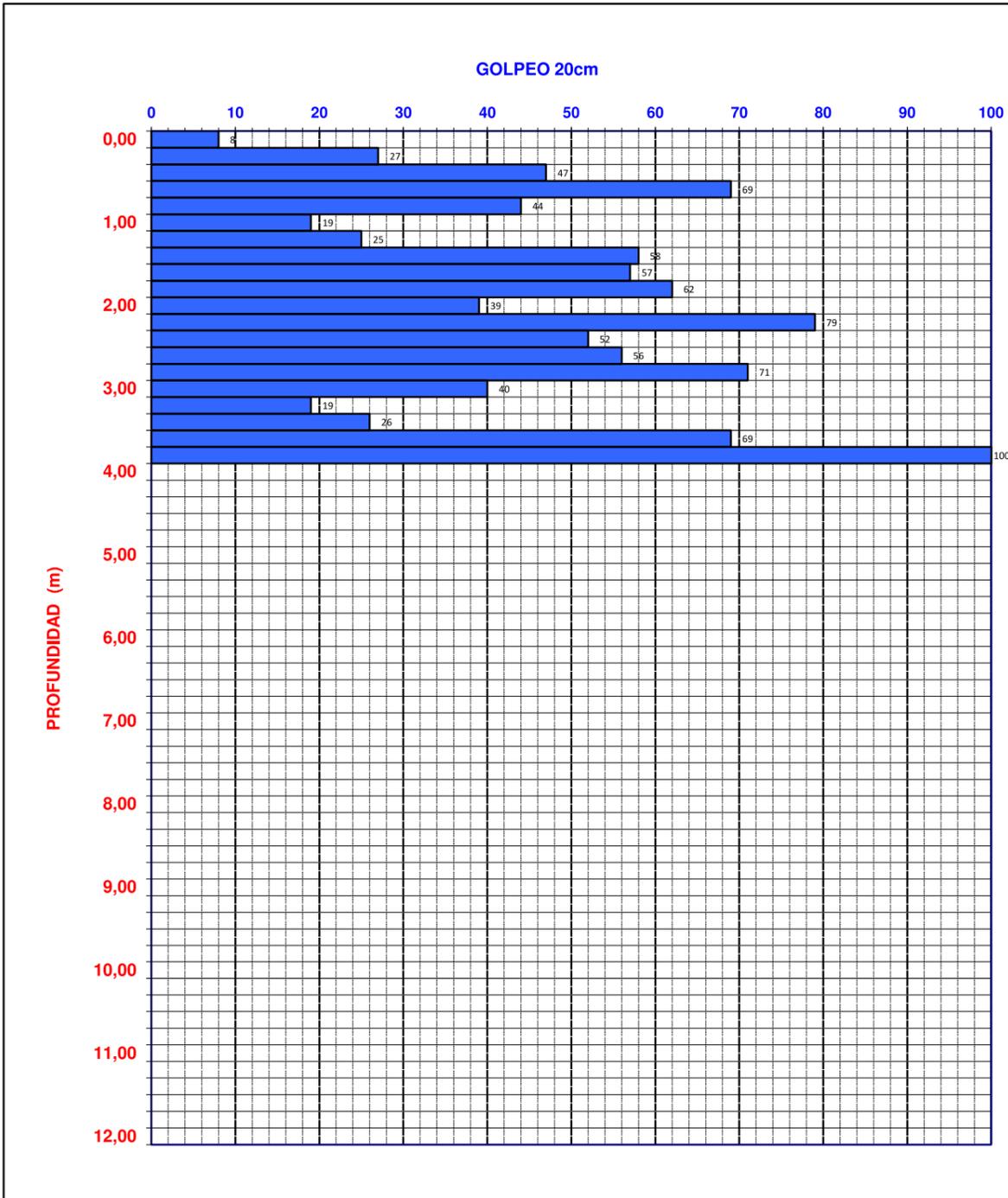
PENETRACION DINAMICA DPSH					
ETAP EN HUESCA				PENETRACION	
Peticionario		UTE TYPASA- NOLTER		P - 8	
Fecha	28-sep-22	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	715.117	Y:	4.670.245	Z:	--
				22AG0616	



OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 4,42 m.



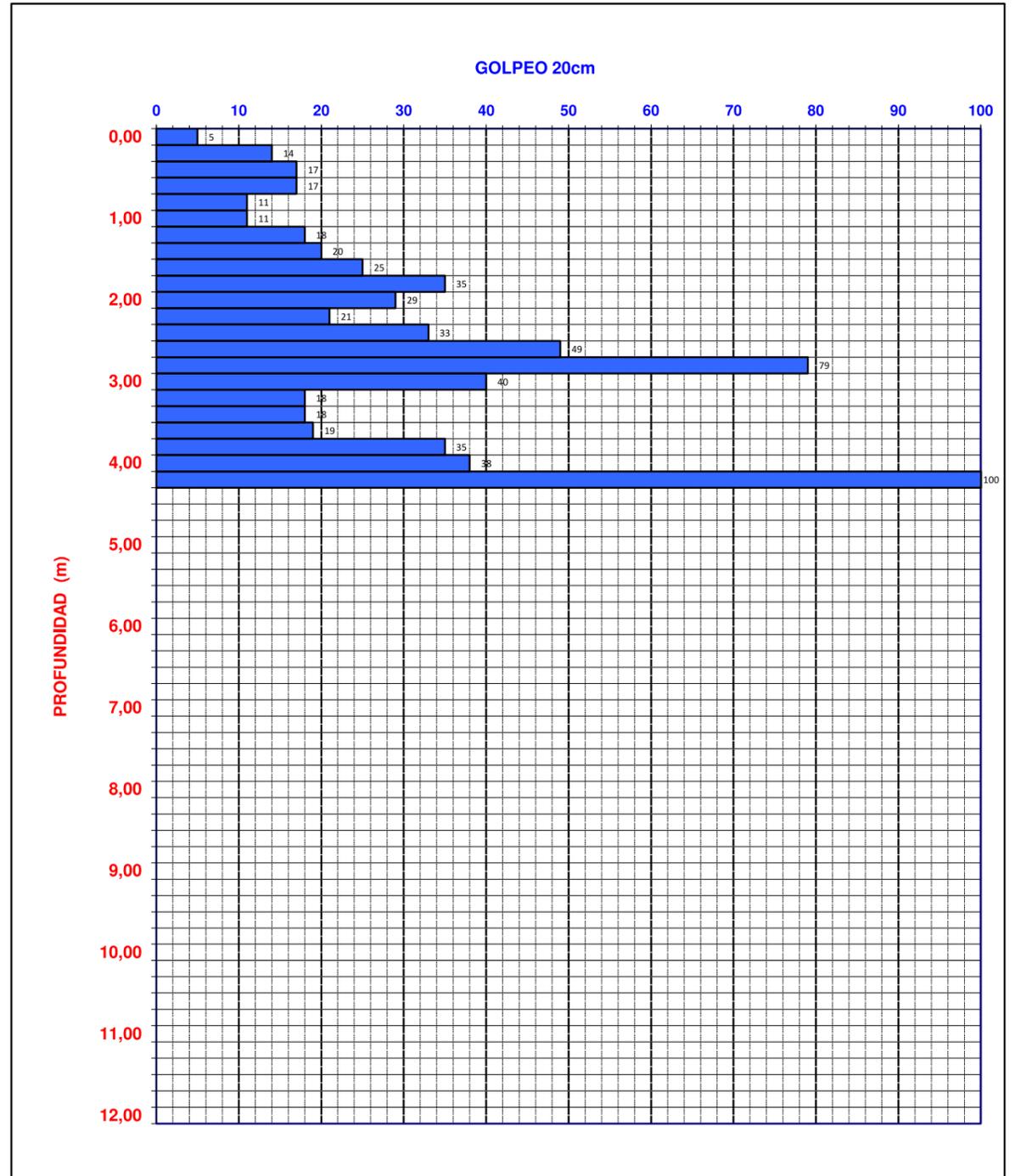
PENETRACION DINAMICA DPSH					
ETAP EN HUESCA				PENETRACION	
Peticionario		UTE TYPASA- NOLTER		P - 9	
Fecha	28-sep-22	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	715.182	Y:	4.670.245	Z:	--
				22AG0616	



OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 3,86 m.



PENETRACION DINAMICA DPSH					
ETAP EN HUESCA				PENETRACION	
Peticionario		UTE TYPASA- NOLTER		P - 10	
Fecha	29-sep-22	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	715.144	Y:	4.670.224	Z:	--
				22AG0616	



OBSERVACIONES: Se obtiene rechazo a 4,36 m.



Emplazamiento P-1



Emplazamiento P-2



Emplazamiento P-7



Emplazamiento P-8



Emplazamiento P-3



Emplazamiento P-4



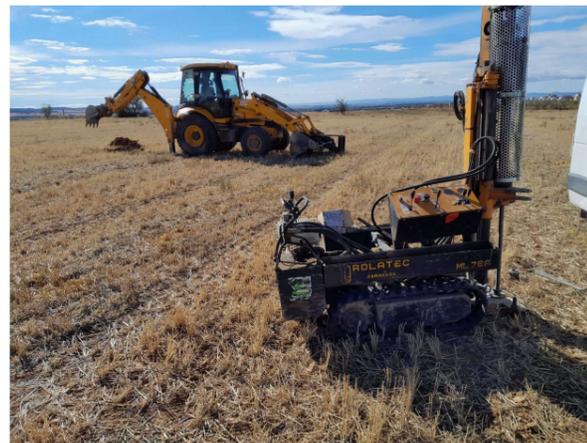
Emplazamiento P-9



Emplazamiento P-10



Emplazamiento P-5



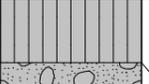
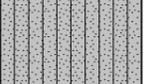
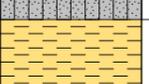
Emplazamiento P-6

**APÉNDICE IV**

**PERFILES LITOLÓGICOS Y FOTOGRAFÍAS DE LAS CALICATAS**

	Nº Obra: <u>22AG0616</u>	COORDENADAS : 30T	CATA
	Obra: <u>ETAP EN HUESCA</u>	X = 715.120	<b>C-01</b>
	Localidad: <u>Huesca</u>	Y = 4.670.334	
	Peticionario: <u>UTE TYPASA- NOLTER</u>	Z = 509,6	
	Fecha Inicio: <u>29/09/2022</u> Fecha Final: <u>29/09/2022</u>	Tipo de máquina: <u>Retroexcavadora mixta</u>	Supervisor/a: <u>F. García</u>

	Nº Obra: <u>22AG0616</u>	COORDENADAS : 30T	CATA
	Obra: <u>ETAP EN HUESCA</u>	X = 715.152	<b>C-02</b>
	Localidad: <u>Huesca</u>	Y = 4.670.317	
	Peticionario: <u>UTE TYPASA- NOLTER</u>	Z = 510	
	Fecha Inicio: <u>29/09/2022</u> Fecha Final: <u>29/09/2022</u>	Tipo de máquina: <u>Retroexcavadora mixta</u>	Supervisor/a: <u>F. García</u>

Escala 1:50	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
	509.45	0.35		TIERRA VEGETAL.				
1	509.00	0.80		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (Glacis). Limos marrones claros con precipitados de sales y pequeños huecos por bioturbación.				
	508.60	1.20		Gravas con cantos calcáreos, algo redondeados, envueltos en matriz limo-arenosa marrón.	1.10 MA-1 1.25			
2	507.60	2.20		Arenas limosas marrones.	1.60 MI-1 1.75			
	507.10	2.70		SUSTRATO TERCIARIO (Oligoceno- Mioceno). Lutitas y lutitas algo arenosas ocre, rojizas y grises.				
3								
4								

Escala 1:50	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
	509.65	0.35		TIERRA VEGETAL.				
1				RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (Glacis). Gravas con cantos calcáreos, algo redondeados, envueltos en matriz arenolimsa marrón clara. Engloban bolos de más de 20 cm de diámetro y precipitados de sales. Intercalan lentejones de arenas marrones de grano medio.	0.80 MA-1 1.50			
2	507.90 507.75	2.10 2.25		Limos arenosos marrones claros.				
	506.95	3.05		SUSTRATO TERCIARIO (Oligoceno- Mioceno). Lutitas rojizas y grises, con precipitados de sales.				
3								
4								

TIPO DE MUESTRAS  
MI: Muestra inalterada (bloque)  
MA: Muestra alterada (saco)

- Se excava con cierta dificultad hasta la profundidad alcanzada.
- Las paredes se mantienen verticales.
- No se detecta nivel de agua.

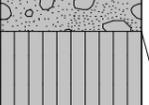
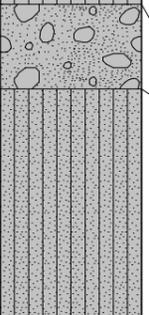
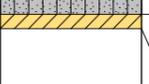
TIPO DE MUESTRAS  
MI: Muestra inalterada (bloque)  
MA: Muestra alterada (saco)

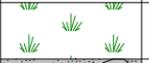
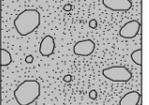
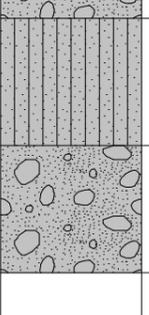
- Se excava con cierta dificultad hasta la profundidad alcanzada.
- Las paredes se mantienen verticales.
- No se detecta nivel de agua.



	Nº Obra: <u>22AG0616</u>	COORDENADAS : 30T	CATA
	Obra: <u>ETAP EN HUESCA</u>	X = 715.145	<b>C-03</b>
	Localidad: <u>Huesca</u>	Y = 4.670.290	
	Peticionario: <u>UTE TYPASA- NOLTER</u>	Z = 509.6	
	Fecha Inicio: <u>29/09/2022</u> Fecha Final: <u>29/09/2022</u>	Tipo de máquina: <u>Retroexcavadora mixta</u>	Supervisor/a: <u>F. García</u>

	Nº Obra: <u>22AG0616</u>	COORDENADAS : 30T	CATA
	Obra: <u>ETAP EN HUESCA</u>	X = 715.190	<b>C-04</b>
	Localidad: <u>Huesca</u>	Y = 4.670.272	
	Peticionario: <u>UTE TYPASA- NOLTER</u>	Z = 509.8	
	Fecha Inicio: <u>29/09/2022</u> Fecha Final: <u>29/09/2022</u>	Tipo de máquina: <u>Retroexcavadora mixta</u>	Supervisor/a: <u>F. García</u>

Escala 1:50	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
				TIERRA VEGETAL.				
	509.20	0.40		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (Glacis). Gravas con cantos calcáreos, algo redondeados, envueltos en matriz li-arena-arenosa marrón clara. Engloban bolos de más de 15 cm de diámetro.	MI-1			
	508.95	0.65						
1	508.40	1.20		Limos marrones claros con precipitados de sales.	MI-2			
	507.80	1.80		Gravas arenosas de color marrón, con bolos de más de 20 cm de diámetro englobados.				
2				Arenas limosas de grano fino y color ocre. Intercalan niveles de gravas.				
3	506.10	3.50		PROBABLE SUSTRATO ALTERADO. Limos arcillosos grises y ocre.				
	506.00	3.60						

Escala 1:50	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
				TIERRA VEGETAL.				
	509.40	0.40		RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (Glacis). Gravas con cantos calcáreos, algo redondeados, envueltos en matriz a-reno- limosa marrón clara. Intercalan lentejones de limos beige.	MA-1			
	508.50	1.30		Limos arenosofinos, hasta arenas finas limosas ocre y marrón claros, con precipitados de sales.				
1	507.60	2.20		Gravas arenosas de color marrón, con bolos de más de 20 cm de diámetro englobados.	MA-1			
	506.70	3.10						
2								
3								
4								

TIPO DE MUESTRAS  
MI: Muestra inalterada (bloque)  
MA: Muestra alterada (saco)

- Se excava con cierta dificultad hasta 1,8 m de profundidad.
- Las paredes se mantienen verticales.
- No se detecta nivel de agua.

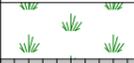
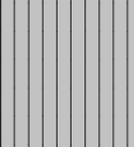
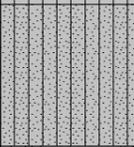
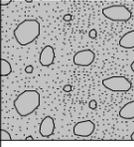
TIPO DE MUESTRAS  
MI: Muestra inalterada (bloque)  
MA: Muestra alterada (saco)

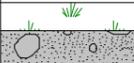
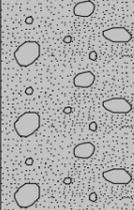
- Se excava con cierta dificultad hasta la profundidad alcanzada.
- Las paredes se mantienen verticales.
- No se detecta nivel de agua.



	Nº Obra: <u>22AG0616</u>	COORDENADAS : 30T	CATA
	Obra: <u>ETAP EN HUESCA</u>	X = 715.144	<b>C-05</b>
	Localidad: <u>Huesca</u>	Y = 4.670.242	
	Peticionario: <u>UTE TYPASA- NOLTER</u>	Z = 509,2	
Fecha Inicio: <u>29/09/2022</u> Fecha Final: <u>29/09/2022</u>	Tipo de máquina: <u>Retroexcavadora mixta</u>	Supervisor/a: <u>F. García</u>	

	Nº Obra: <u>22AG0616</u>	COORDENADAS : 30T	CATA
	Obra: <u>ETAP EN HUESCA</u>	X = 720.425	<b>CC-01</b>
	Localidad: <u>Huesca</u>	Y = 4.670.449	
	Peticionario: <u>UTE TYPASA- NOLTER</u>	Z = 481,2	
Fecha Inicio: <u>17/10/2022</u> Fecha Final: <u>17/10/2022</u>	Tipo de máquina: <u>Retroexcavadora mixta</u>	Supervisor/a: <u>D. Aladrén</u>	

Escala 1:50	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
	508.80	0.40		TIERRA VEGETAL.				
1				RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (Glacis). Limos marrones claros con abundantes precipitados de sales, pequeños huecos por bioturbación y algunos cantos dispersos.	0.85 <b>MI-1</b> 1.20			
2	507.70	1.50		Arenas finas limosas marrones, con cantos dispersos.				
3	506.70	2.50		Gravas arenosas algo limosas, de color marrón, con bolos de más de 15 cm de diámetro.				
4	505.70	3.50						

Escala 1:50	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
	509.60	0.20		TIERRA VEGETAL.				
1				RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (Aluvial). Gravas con cantos heterométricos, poligénicos y subredondeados, con matriz arenosa marrón anaranjada.	0.80 <b>MA-1</b> 1.20			
2	507.85 507.70	1.95 2.10		SUSTRATO TERCIARIO. Lutitas arenosas.				
3								
4								

TIPO DE MUESTRAS  
MI: Muestra inalterada (bloque)  
MA: Muestra alterada (saco)

- Se excava sin dificultad hasta la profundidad alcanzada.  
- Las paredes se mantienen verticales.  
- No se detecta nivel de agua.

TIPO DE MUESTRAS  
MI: Muestra inalterada (bloque)  
MA: Muestra alterada (saco)

- Se excava con dificultad hasta la profundidad alcanzada.  
No puede profundizarse más.  
- Las paredes se mantienen verticales.  
- No se detecta nivel de agua.





Nº Obra: 22AG0616  
 Obra: ETAP EN HUESCA  
 Conducción  
 Localidad: Huesca  
 Peticionario: UTE TYPASA- NOLTER  
 Fecha Inicio: 17/10/2022 Fecha Final: 17/10/2022

COORDENADAS : 30T  
 X = 719.510  
 Y = 4.669.587  
 Z = 473,8  
 Tipo de máquina: Retroexcavadora mixta  
 Supervisor/a: D. Aladrén

CATA  
**CC-02**

Escaleta 1:50	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
1	-0.20	0.20		TIERRA VEGETAL. RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (Aluvial). Limos arenosos marrones claros, con algunos restos vegetales.				
3	-2.90 -3.10	2.90 3.10		SUSTRATO TERCIARIO. Lutitas arenosas grisáceas.	M-1 2.95 3.10			
4								

TIPO DE MUESTRAS  
 MI: Muestra inalterada (bloque)  
 MA: Muestra alterada (saco)

- Se excava sin dificultad hasta la profundidad alcanzada.  
 - Las paredes se mantienen verticales.  
 - No se detecta nivel de agua.

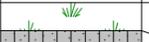
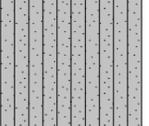
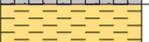
**CALICATA CC-1**



**CALICATA CC-2**



 <b>ENSAYA</b> Laboratorio de Ensayos Técnicos S.A.	Nº Obra: 22AG0616	COORDENADAS : 30T	CATA <b>CC-03</b>
	Obra: ETAP EN HUESCA	X = 715.276	
	Conducción	Y = 4.670.334	
	Localidad: Huesca	Z = 490,9	
	Peticionario: UTE TYPASA- NOLTER	Tipo de máquina: Retroexcavadora mixta	
Fecha Inicio: 17/10/2022	Fecha Final: 17/10/2022	Supervisor/a: D. Aladrén	

Escala 1:50	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
	-0.20	0.20		TIERRA VEGETAL.				
1				PROBABLE RELLENO DE NIVELACIÓN. Limos arenosos marrón anaranjados, con cantos de lutita englobados.	MA-1 0.40 0.60			
	-1.20	1.20		SUSTRATO TERCIARIO. Lutitas grisáceas y rojizas.	MI-1 1.30 1.40			
2	-1.50	1.50						
3								
4								

<b>TIPO DE MUESTRAS</b> MI: Muestra inalterada (bloque) MA: Muestra alterada (saco)	- Se excava con cierta dificultad hasta la profundidad alcanzada. No puede profundizarse más. - Las paredes se mantienen verticales. - No se detecta nivel de agua.
---	--

**CALICATA CC-3**



Pol. Industrial Valdeconsejo- C/Aheto, parcela nº 8-A, T 976 566 612 - F 976 566 875 - F 976 566 612 - 50410 Cuarte de Huerva (Zaragoza)- www. ensaya.es-

**APÉNDICE V**  
**BOLETINES DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

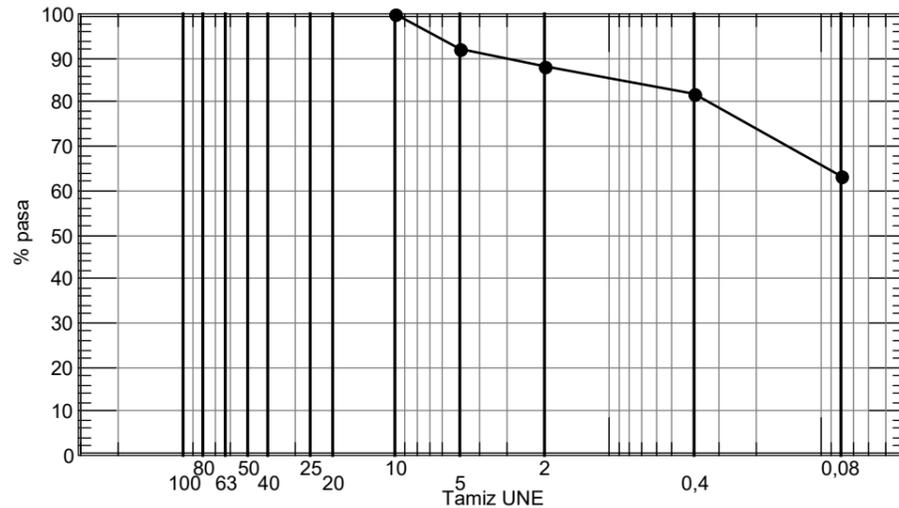
Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09751

MUESTRA: S-1. De 1,20 a 1,80 m. MI-1.

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	
25	
20	
10	100
5	92
2	88
0,400	82
0,080	63,4

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: .....
- Límite plástico: ..... No plástico
- Índice de plasticidad: .....

#### Ensayos químicos

- Sulfatos (UNE-EN 83963) (SO<sub>4</sub> mg/Kg): ..... < 100,00

#### Ensayo de colapso (NLT 254)

- Índice de colapso: (%) ..... 0,61

#### Clasificación

- U.S.C.S.: ..... ML

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09751

MUESTRA: S-1. De 1,20 a 1,80 m. MI-1.

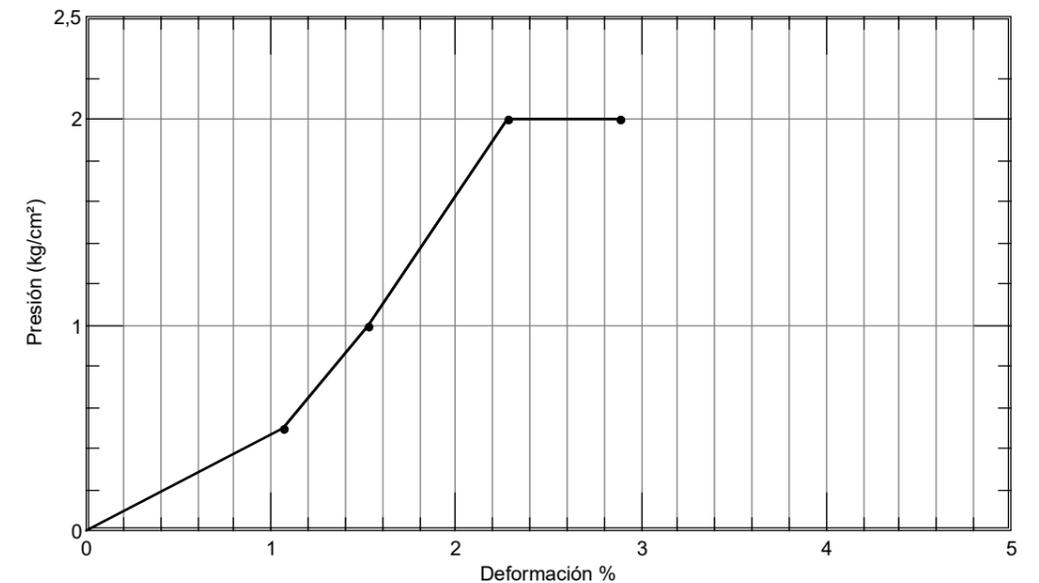
FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE COLAPSO

#### Datos Generales

- Norma de ensayo: ..... NLT 254
- Humedad inicial (%): ..... 9,9
- Humedad final (%): ..... 14,4
- Densidad seca (g/cm<sup>3</sup>): ..... 1,84
- Desc a 0,50 kg/cm<sup>2</sup> (%): ..... 1,07
- Desc a 1,00 kg/cm<sup>2</sup> (%): ..... 1,52
- Desc a 2,00 kg/cm<sup>2</sup> (%): ..... 2,28
- Desc a 2,00 kg/cm<sup>2</sup> (%) Tras inmersión: ..... 2,89

#### Gráfico: Presión - Deformación



#### Resultado

- Índice de colapso (%): ..... 0,61

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09517

MUESTRA: S-01. De 07,50 a 07,80 m. TP-1

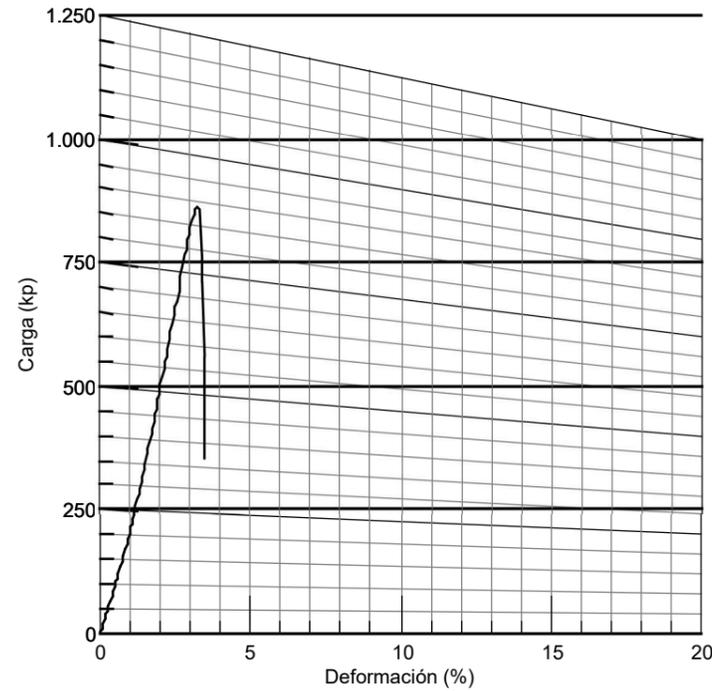
FECHA DE TOMA:

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE**

**Datos Generales**

- Norma de ensayo: UNE 22-950-90
- Diámetro de la muestra (cm): 7,0
- Altura de la muestra (cm): 14,3
- Peso de la muestra (g): 1.287
- Humedad (%): 8,2
- Densidad seca (g/cm³): 2,16
- Res. a comp. simple (kg/cm²): 22,4
- Deformación (%): 3,2

**Gráfica carga - deformación**



- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

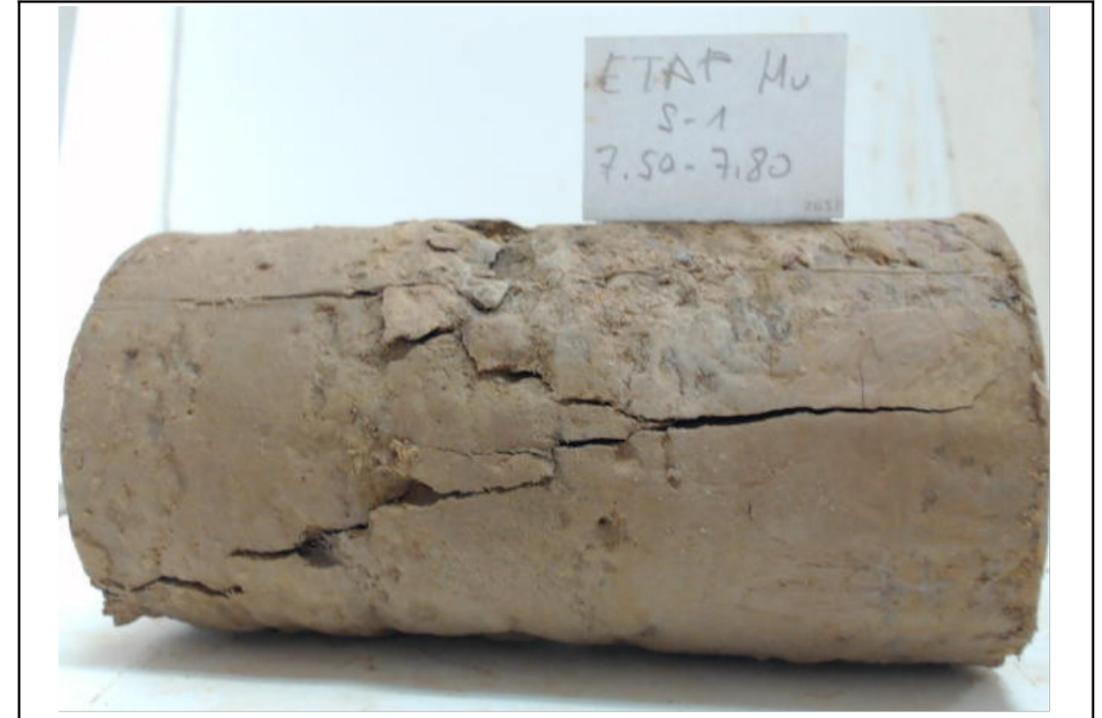
PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09517

MUESTRA: S-01. De 07,50 a 07,80 m. TP-1

FECHA DE TOMA:

**ANEXO GRÁFICO**



Probeta tras ensayo de compresión simple



Detalle del plano de rotura

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

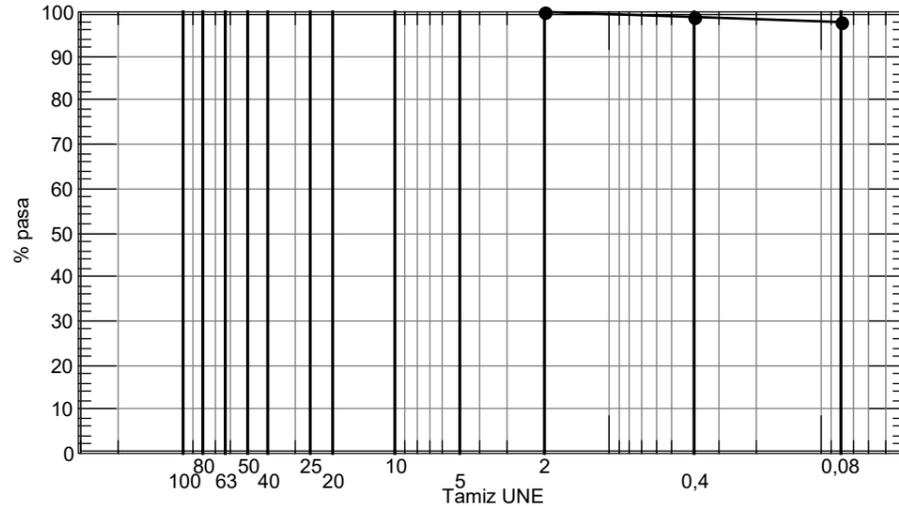
Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09752

MUESTRA: S-2. De 11,20 a 1,80 m. MI-1.

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	
25	
20	
10	
5	
2	100
0,400	99
0,080	97,8

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: 29,3
- Límite plástico: 20,9
- Índice de plasticidad: 8,4

#### Ensayo de colapso (NLT 254)

- Índice de colapso (%): 0,81

#### Clasificación

- U.S.C.S.: CL

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09752

MUESTRA: S-2. De 11,20 a 1,80 m. MI-1.

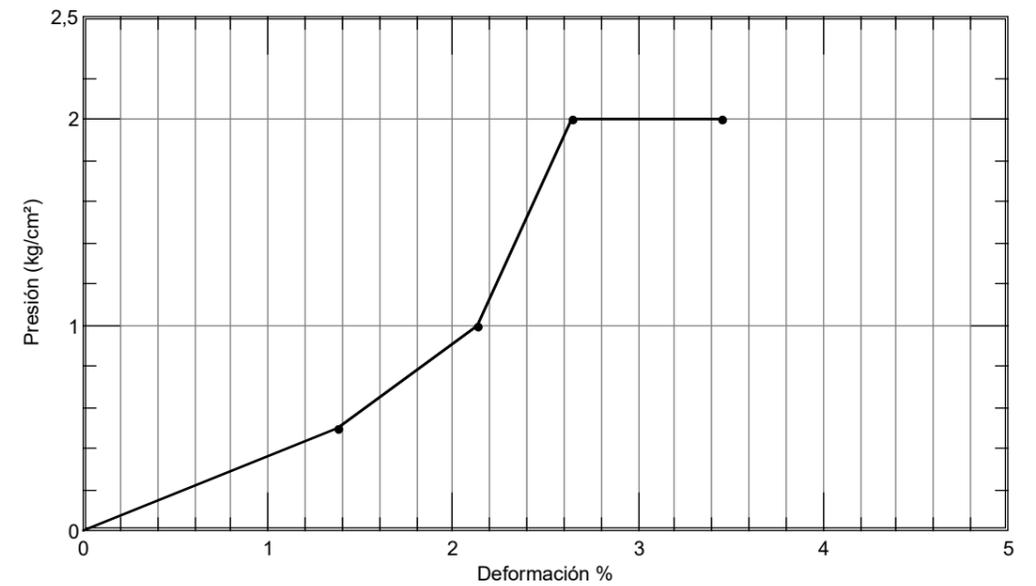
FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE COLAPSO

#### Datos Generales

- Norma de ensayo: NLT 254
- Humedad inicial (%): 15,1
- Humedad final (%): 22,9
- Densidad seca (g/cm³): 1,65
- Desc a 0,50 kg/cm² (%): 1,37
- Desc a 1,00 kg/cm² (%): 2,13
- Desc a 2,00 kg/cm² (%): 2,64
- Desc a 2,00 kg/cm² (%) Tras inmersión: 3,45

#### Gráfico: Presión - Deformación



#### Resultado

- Índice de colapso (%): 0,81

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09526

MUESTRA: S-02. De 06,75 a 07,10 m. TP-1

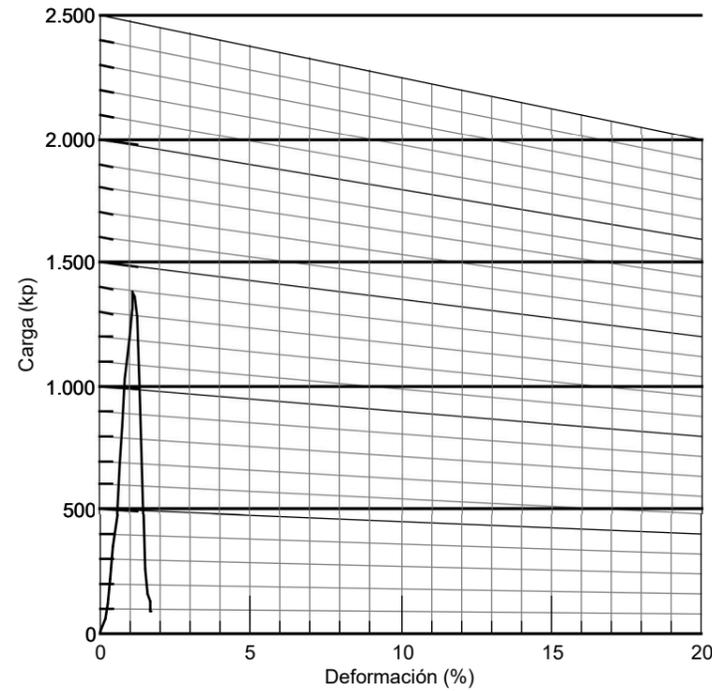
FECHA DE TOMA:

**ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE**

**Datos Generales**

- Norma de ensayo: UNE 22-950-90
- Diámetro de la muestra (cm): 7,0
- Altura de la muestra (cm): 13,8
- Peso de la muestra (g): 1.247
- Humedad (%): 7,1
- Densidad seca (g/cm³): 2,18
- Res. a comp. simple (kg/cm²): 35,5
- Deformación (%): 1,1

**Gráfica carga - deformación**



- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial



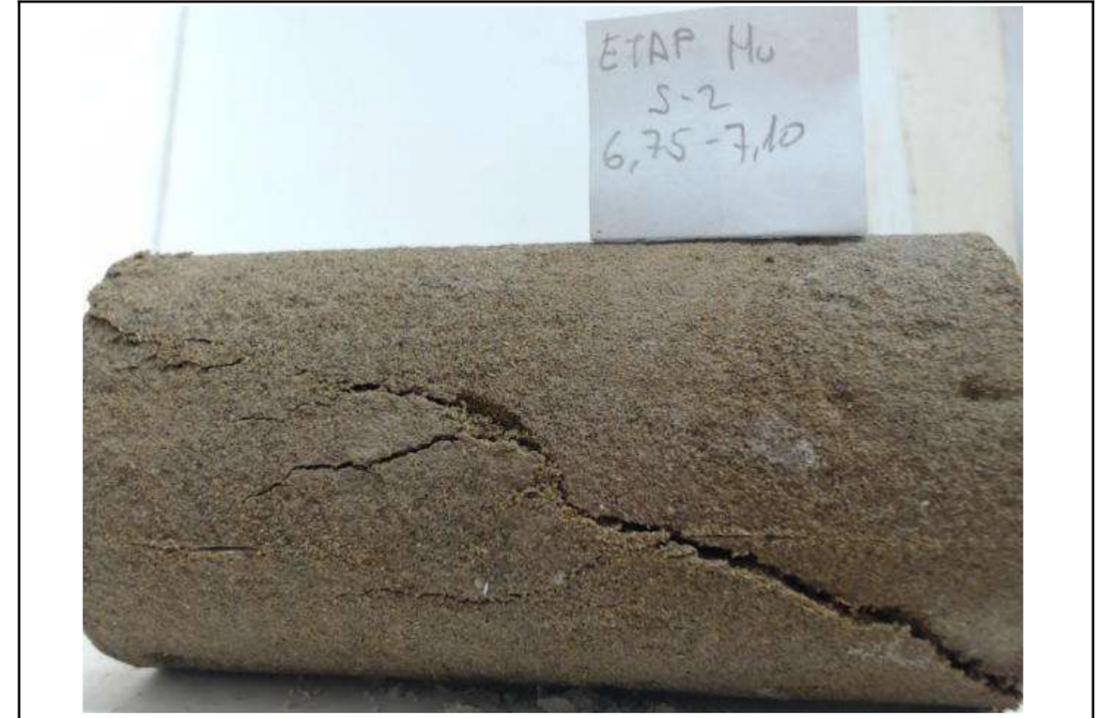
PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09526

MUESTRA: S-02. De 06,75 a 07,10 m. TP-1

FECHA DE TOMA:

**ANEXO GRÁFICO**



Probeta tras ensayo de compresión simple



Detalle del plano de rotura

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

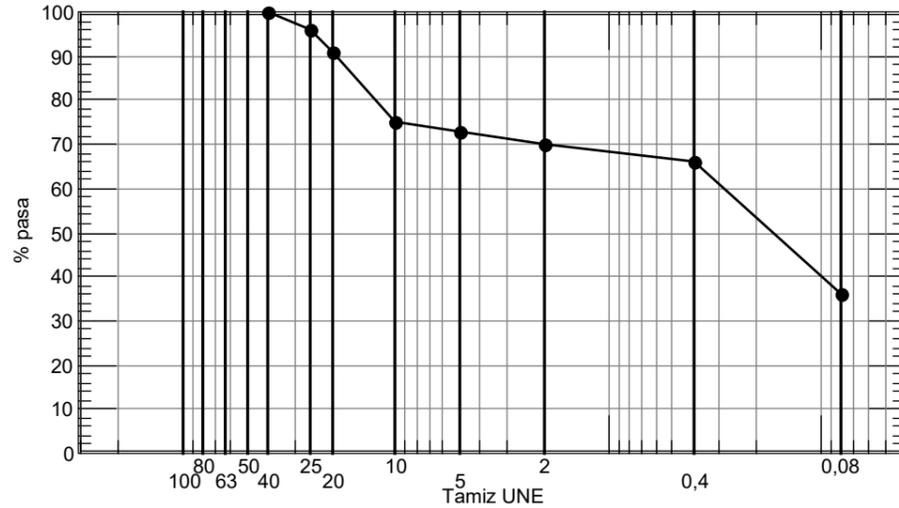
Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09753

MUESTRA: S-3. De 1,20 a 1,80 m. SPT-1.

FECHA DE TOMA:

**ENSAYO DE SUELOS**

**Análisis granulométrico (UNE 103101)**



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	100
25	96
20	91
10	75
5	73
2	70
0,400	66
0,080	35,9

**Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

- Límite líquido: .....
- Límite plástico: ..... No plástico
- Índice de plasticidad: .....

**Ensayos químicos**

- Sulfatos (UNE-EN 83963) (SO<sub>4</sub> mg/Kg): ..... < 100,00

**Clasificación**

- U.S.C.S.: ..... SM

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

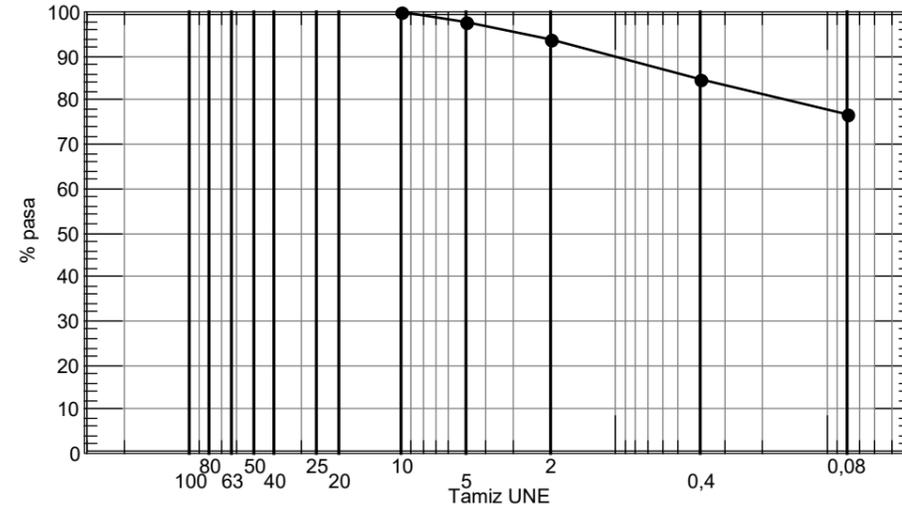
Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09754

MUESTRA: S-3. De 7,80 a 8,20 m. TP-1.

FECHA DE TOMA:

**ENSAYO DE SUELOS**

**Análisis granulométrico (UNE 103101)**



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	
25	96
20	91
10	75
5	73
2	70
0,400	66
0,080	35,9

**Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

- Límite líquido: ..... 39,5
- Límite plástico: ..... 19,1
- Índice de plasticidad: ..... 17,4

**Ensayos químicos**

- Sulfatos (UNE-EN 83963) (SO<sub>4</sub> mg/Kg): ..... < 100,00

**Pres. máx. hinchamiento (UNE 103602:1997)**

- Presión (kPa): ..... 100,00

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09754

MUESTRA: S-3. De 7,80 a 8,20 m. TP-1.

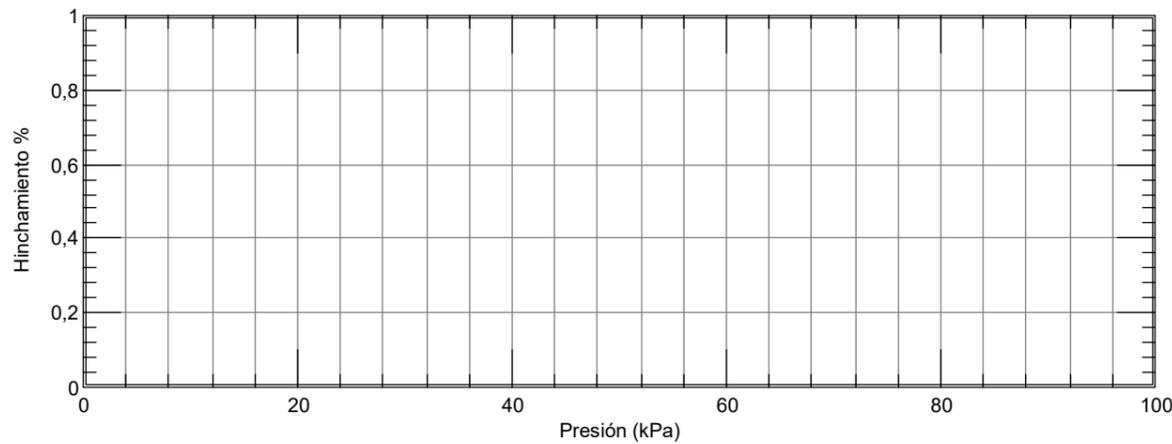
FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE PRESIÓN MÁXIMA DE HINCHAMIENTO

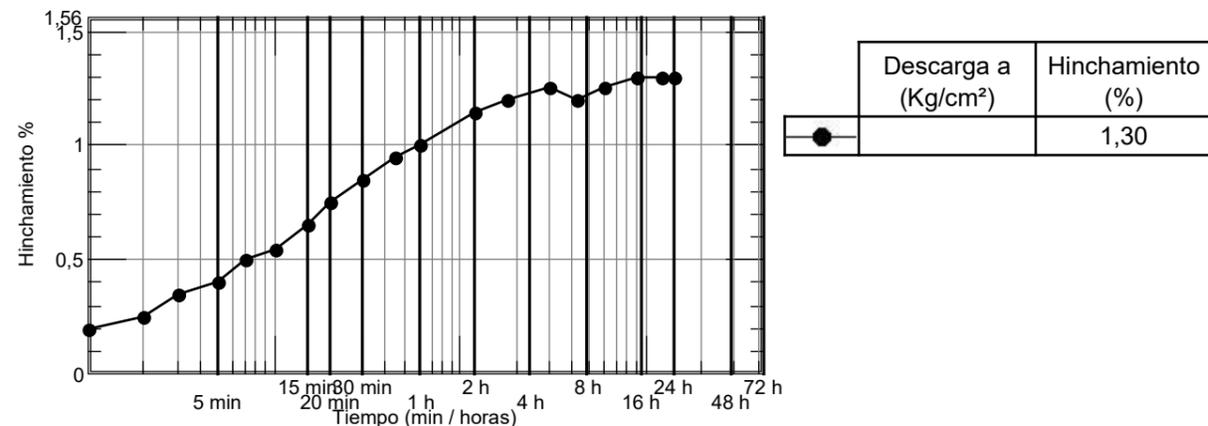
#### Datos Generales

- Norma de ensayo: UNE 103602 1997  
- Tipo de probeta: Inalterada  
- Diámetro de la muestra (mm): 50,00  
- Altura de la muestra (mm): 20,00  
- Peso de la muestra (g): 90,90  
- Humedad inicial (%): 11,80  
- Humedad final (%): 12,80  
- Densidad seca (g/cm³): 2,07  
- Presión máxima de hinchamiento (kPa): 100,00  
- Hinchamiento tras descarga (%): 1,30

#### Gráfico: Presión - Hinchamiento



#### Gráfico: Descargas



- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

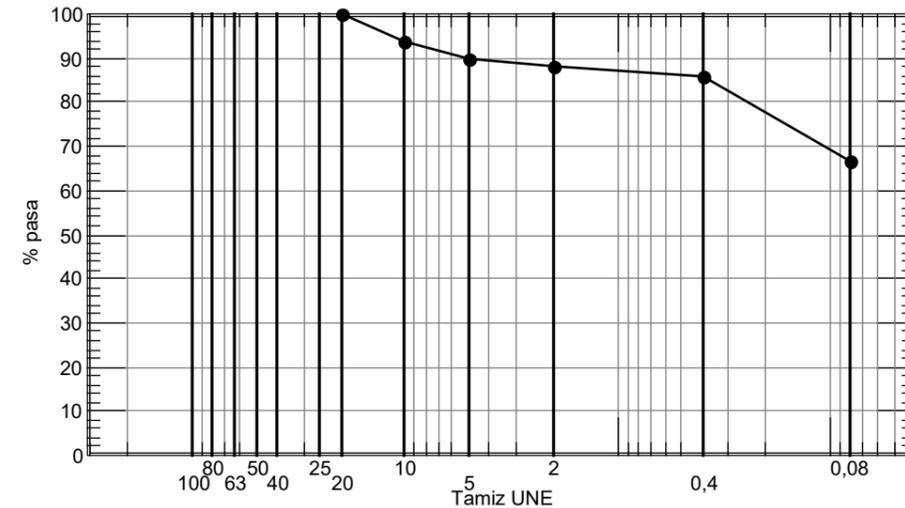
Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09755

MUESTRA: S-4. De 1,20 a 1,80 m. SPT-1.

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	
25	
20	100
10	94
5	90
2	88
0,400	86
0,080	66,7

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: 24,2  
- Límite plástico: 16,0  
- Índice de plasticidad: 8,2

#### Ensayos químicos

- Sulfatos (UNE-EN 83963) (SO<sub>4</sub> mg/Kg): < 100,00

#### Clasificación

- U.S.C.S.: CL

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09756

MUESTRA: S-4. De 3,00 a 3,55 m. MI-1.

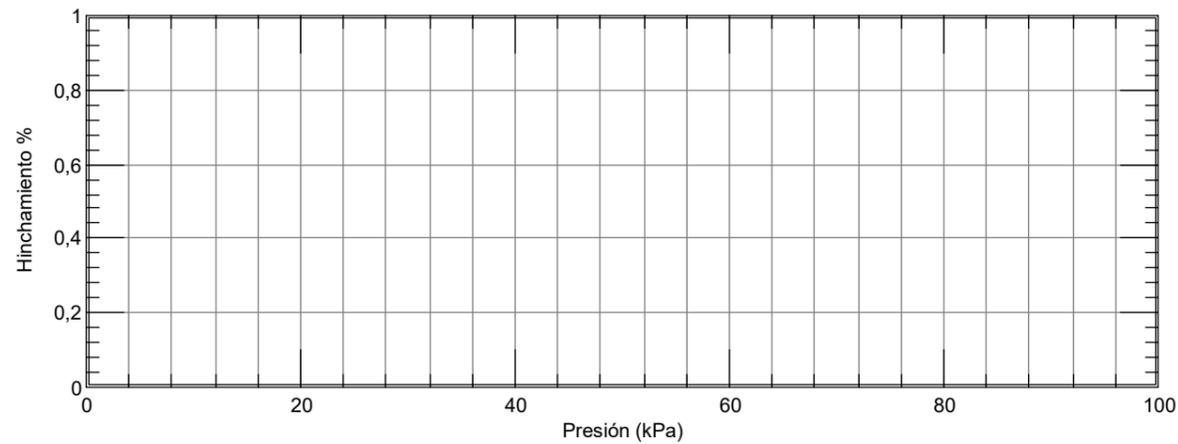
FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE PRESIÓN MÁXIMA DE HINCHAMIENTO

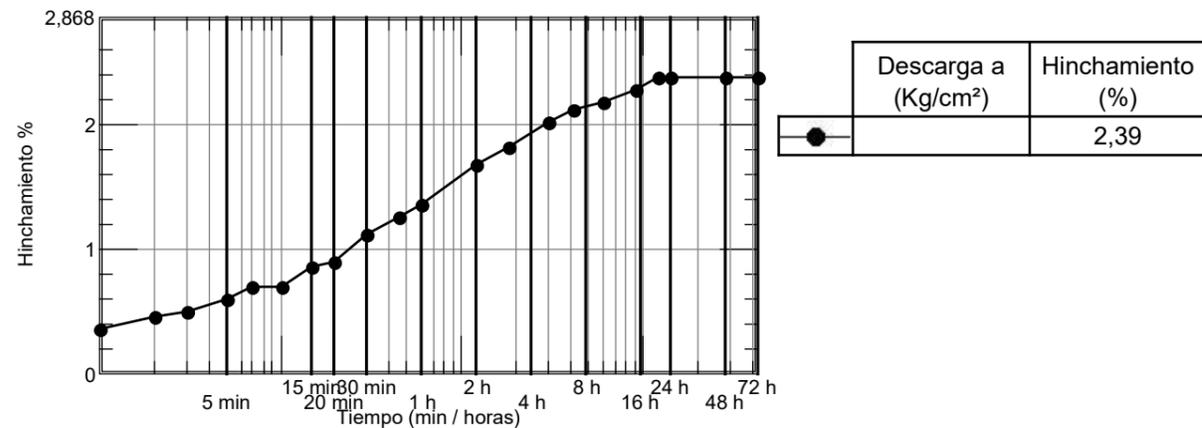
#### Datos Generales

- Norma de ensayo: UNE 103602 1997
- Tipo de probeta: Inalterada
- Diámetro de la muestra (mm): 50,60
- Altura de la muestra (mm): 19,70
- Peso de la muestra (g): 87,10
- Humedad inicial (%): 13,30
- Humedad final (%): 15,60
- Densidad seca (g/cm³): 1,94
- Presión máxima de hinchamiento (kPa): 110,00
- Hinchamiento tras descarga (%): 2,39

#### Gráfico: Presión - Hinchamiento



#### Gráfico: Descargas



- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09528

MUESTRA: S-04. De 03,00 a 03,55 m. MI-1

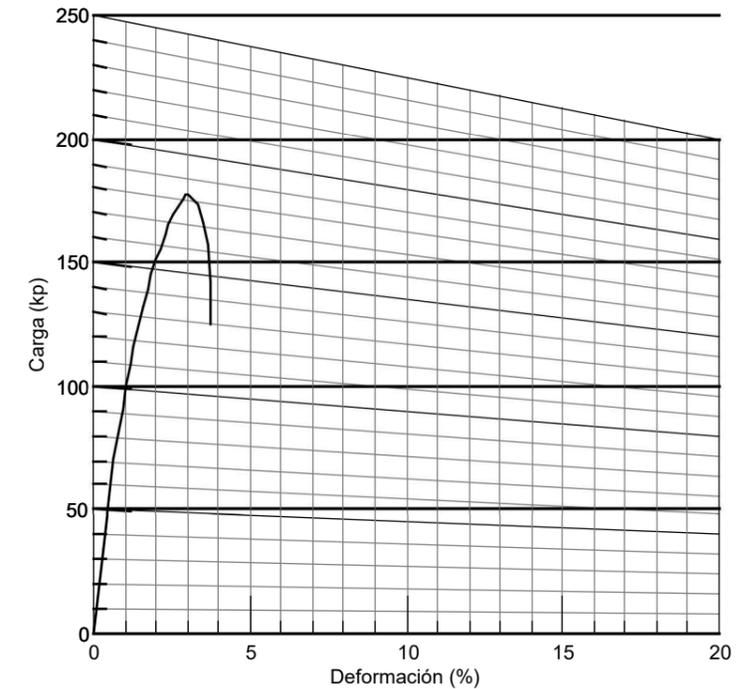
FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

#### Datos Generales

- Norma de ensayo: UNE 103400
- Diámetro de la muestra (cm): 6,9
- Altura de la muestra (cm): 14,9
- Peso de la muestra (g): 1.230
- Humedad (%): 13,6
- Densidad seca (g/cm³): 1,95
- Res. a comp. simple (kg/cm²): 4,8
- Deformación (%): 3,0

#### Gráfica carga - deformación



- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

Pol. Industrial Valdeconsejo - C/ Aneto, parcela nº 8 A. - Tel. 976 566 875 - Fax 976 566 612 - 50410 Cuarte de Huerva (Zaragoza) - www.ensaya.es - ensaya@ensaya.es

Pol. Industrial Valdeconsejo - C/ Aneto, parcela nº 8 A. - Tel. 976 566 875 - Fax 976 566 612 - 50410 Cuarte de Huerva (Zaragoza) - www.ensaya.es - ensaya@ensaya.es

**PETICIONARIO:** UTE TYP SA NOLTER  
**OBRA:** ETAP. HUESCA.

**Nº OBRA:** 22AG0616  
**Nº REF.:** 22AG09528

**MUESTRA:** S-04. De 03,00 a 03,55 m. MI-1

**FECHA DE TOMA:**

**ANEXO GRÁFICO**



Probeta tras ensayo de compresión simple



Detalle del plano de rotura

**PETICIONARIO:** UTE TYP SA NOLTER  
**OBRA:** ETAP. HUESCA.

**Nº OBRA:** 22AG0616  
**Nº REF.:** 22AG09757

**MUESTRA:** S-4. De 6,60 a 7,05 m. TP-1.

**FECHA DE TOMA:**

**ENSAYO DE SUELOS**

**Ensayos químicos**

- Sulfatos (UNE-EN 83963) (SO<sub>4</sub> mg/Kg):..... 164,00

**Pres. máx. hinchamiento (UNE 103602:1997)**

- Presión (kPa):..... 80,00

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. M<sup>a</sup> Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09757

MUESTRA: S-4. De 6,60 a 7,05 m. TP-1.

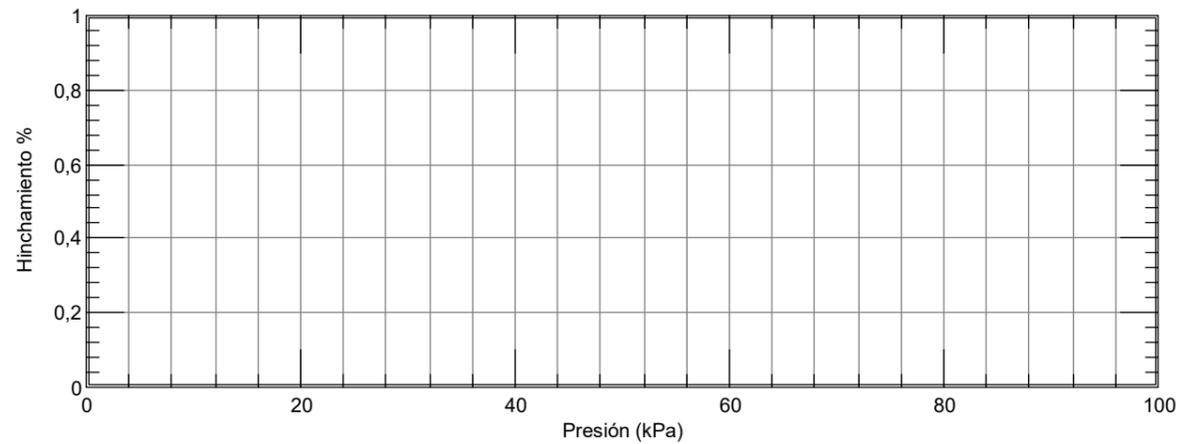
FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE PRESIÓN MÁXIMA DE HINCHAMIENTO

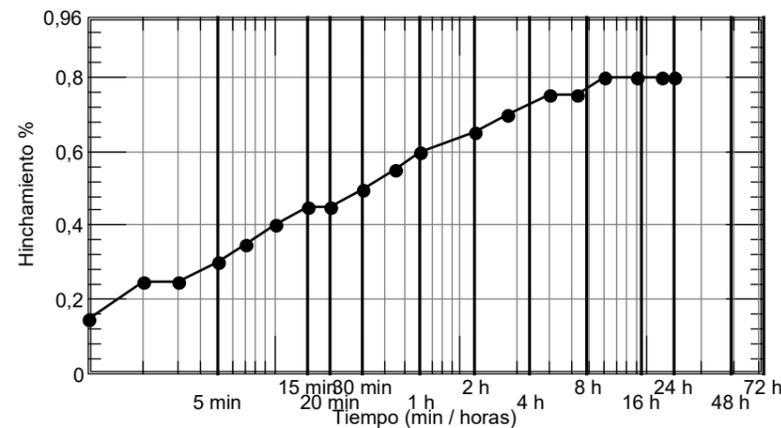
#### Datos Generales

- Norma de ensayo: UNE 103602 1997  
- Tipo de probeta: Inalterada  
- Diámetro de la muestra (mm): 49,60  
- Altura de la muestra (mm): 20,00  
- Peso de la muestra (g): 90,20  
- Humedad inicial (%): 9,60  
- Humedad final (%): 10,80  
- Densidad seca (g/cm³): 2,13  
- Presión máxima de hinchamiento (kPa): 80,00  
- Hinchamiento tras descarga (%): 0,80

#### Gráfico: Presión - Hinchamiento



#### Gráfico: Descargas



Descarga a (Kg/cm²)	Hinchamiento (%)
●	0,80

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09529

MUESTRA: S-04. De 06,60 a 07,05 m. TP-1

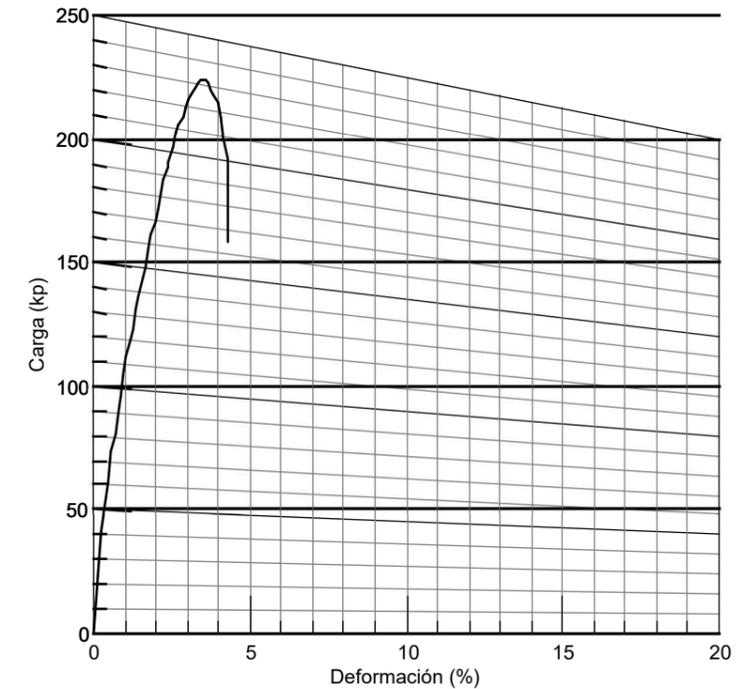
FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

#### Datos Generales

- Norma de ensayo: UNE 103400  
- Diámetro de la muestra (cm): 7,0  
- Altura de la muestra (cm): 13,6  
- Peso de la muestra (g): 1.147  
- Humedad (%): 13,9  
- Densidad seca (g/cm³): 1,93  
- Res. a comp. simple (kg/cm²): 5,8  
- Deformación (%): 3,5

#### Gráfica carga - deformación



- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

**PETICIONARIO:** UTE TYP SA NOLTER  
**OBRA:** ETAP. HUESCA.

**Nº OBRA:** 22AG0616  
**Nº REF.:** 22AG09529

**MUESTRA:** S-04. De 06,60 a 07,05 m. TP-1

**FECHA DE TOMA:**

**ANEXO GRÁFICO**



Probeta tras ensayo de compresión simple



Detalle del plano de rotura

**PETICIONARIO:** UTE TYP SA NOLTER  
**OBRA:** ETAP. HUESCA.

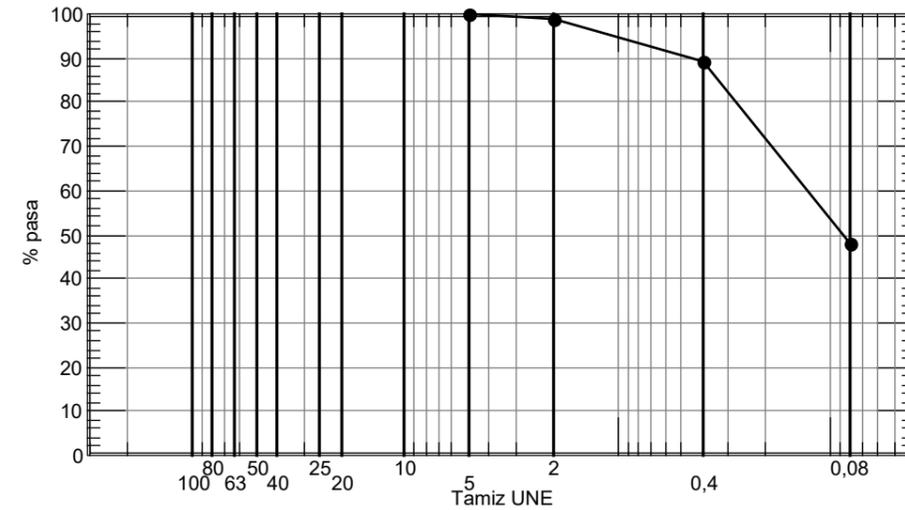
**Nº OBRA:** 22AG0616  
**Nº REF.:** 22AG09748

**MUESTRA:** C-1. De 1,60 a 1.75 m. M-1.

**FECHA DE TOMA:**

**ENSAYO DE SUELOS**

**Análisis granulométrico (UNE 103101)**



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	
25	
20	
10	
5	100
2	99
0,400	89
0,080	47,8

**Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

- Límite líquido: .....
- Límite plástico: ..... No plástico
- Índice de plasticidad: .....

**Ensayos químicos**

- Sulfatos (UNE-EN 83963) (SO<sub>4</sub> mg/Kg):..... < 100,00

**Clasificación**

- U.S.C.S.: ..... SM

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

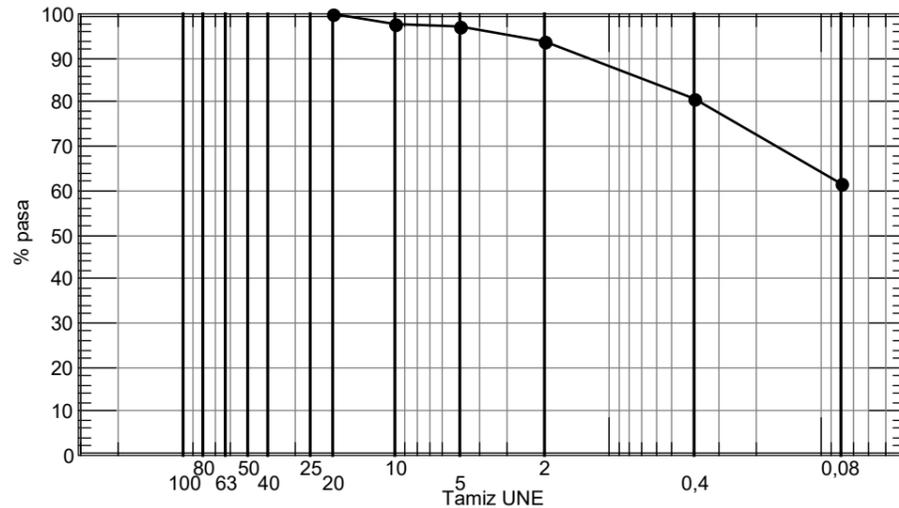
Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09749

MUESTRA: C-3. De 0,80 a 1,00 m. M-1.

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	
25	
20	100
10	98
5	97
2	94
0,400	81
0,080	61,4

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: 24,9
- Límite plástico: 18,2
- Índice de plasticidad: 6,7

#### Ensayos químicos

- Sulfatos (UNE-EN 83963) (SO<sub>4</sub> mg/Kg): < 100,00

#### Ensayo de colapso (NLT 254)

- Índice de colapso (%): 0,71

#### Clasificación

- U.S.C.S.: CL-ML

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09749

MUESTRA: C-3. De 0,80 a 1,00 m. M-1.

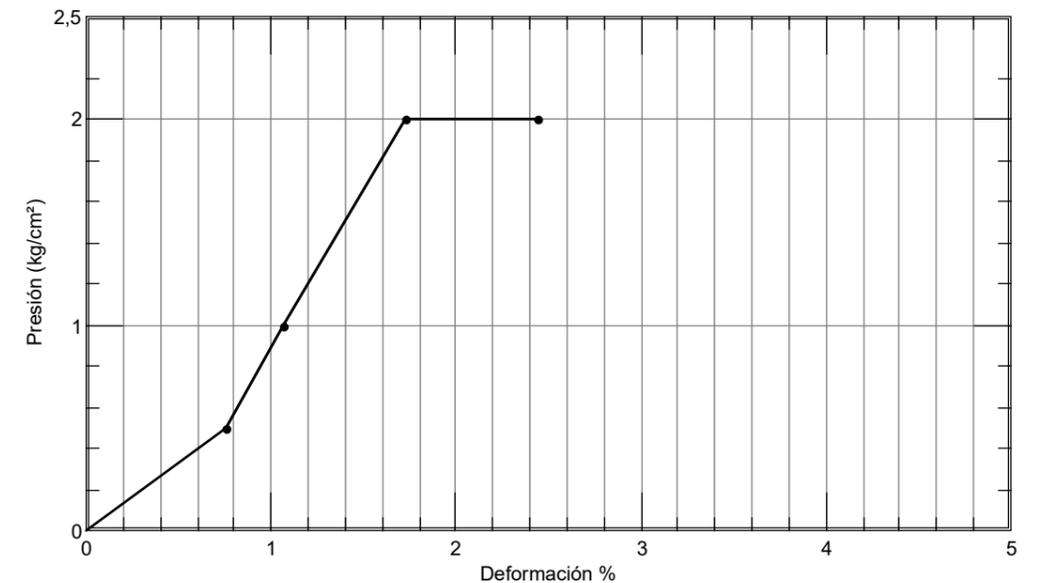
FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE COLAPSO

#### Datos Generales

- Norma de ensayo: NLT 254
- Humedad inicial (%): 10,5
- Humedad final (%): 20,2
- Densidad seca (g/cm<sup>3</sup>): 1,63
- Desc a 0,50 kg/cm<sup>2</sup> (%): 0,76
- Desc a 1,00 kg/cm<sup>2</sup> (%): 1,07
- Desc a 2,00 kg/cm<sup>2</sup> (%): 1,73
- Desc a 2,00 kg/cm<sup>2</sup> (%) Tras inmersión: 2,44

#### Gráfico: Presión - Deformación



#### Resultado

- Índice de colapso (%): 0,71

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

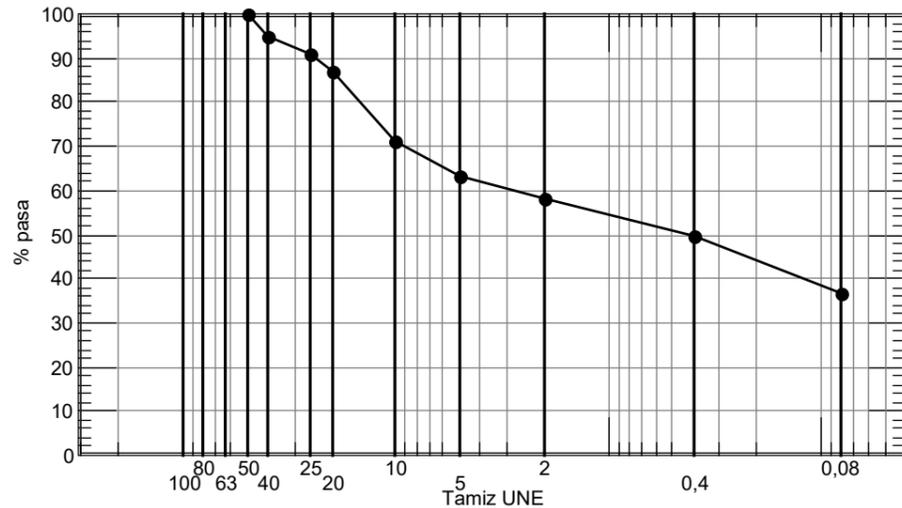
Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09516

MUESTRA: C-4. De 0,80 a 2,60 m. M-1

FECHA DE TOMA:

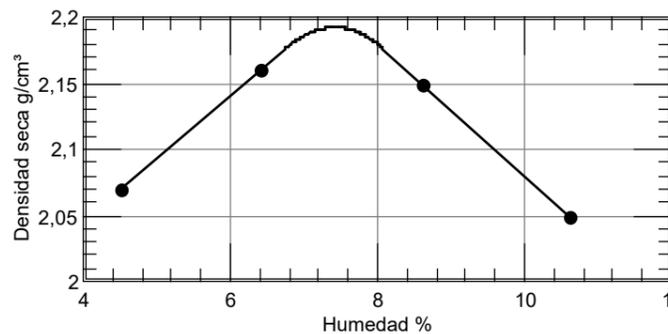
**ENSAYO DE SUELOS**

**Análisis granulométrico (UNE 103101)**



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	100
40	95
25	91
20	87
10	71
5	63
2	58
0,400	50
0,080	36,8

**Proctor Modificado (UNE 103501)**



Puntos ensayados	
Densidad seca g/cm³	Humedad %
2,07	4,50
2,16	6,40
2,15	8,60
2,05	10,60

**Resultado**  
- Densidad máxima (g/cm³): 2,19  
- Humedad óptima (%): 7,40

**Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

- Límite líquido: 21,5  
- Límite plástico: 14,4  
- Índice de plasticidad: 7,1

**Ensayo C.B.R. (UNE 103502)**

- Índice al 95 % (P.M.): 18,0  
- Índice al 98 % (P.M.): 29,0  
- Índice al 100 % (P.M.): 39,0  
- Hinchamiento (%): 0,1

**Ensayos químicos**

- Materia orgánica (UNE 103204) (%): 0,17  
- Sales solubles (NLT 114) (%): 0,44

**Clasificación**

- U.S.C.S.: GC

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

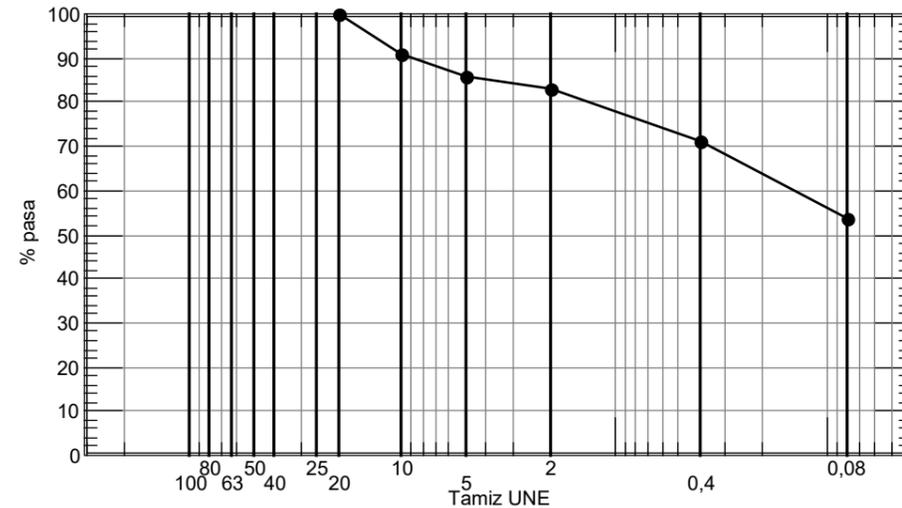
Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09750

MUESTRA: C-5. De 0,85 a 1,20 m. M-1.

FECHA DE TOMA:

**ENSAYO DE SUELOS**

**Análisis granulométrico (UNE 103101)**



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	
25	
20	100
10	91
5	86
2	83
0,400	71
0,080	53,7

**Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

- Límite líquido: 26,1  
- Límite plástico: 18,6  
- Índice de plasticidad: 7,5

**Ensayos químicos**

- Sulfatos (UNE-EN 83963) (SO<sub>4</sub> mg/Kg): < 100,00

**Ensayo de colapso (NLT 254)**

- Índice de colapso (%): 1,22

**Clasificación**

- U.S.C.S.: CL

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG09750

MUESTRA: C-5. De 0,85 a 1,20 m. M-1.

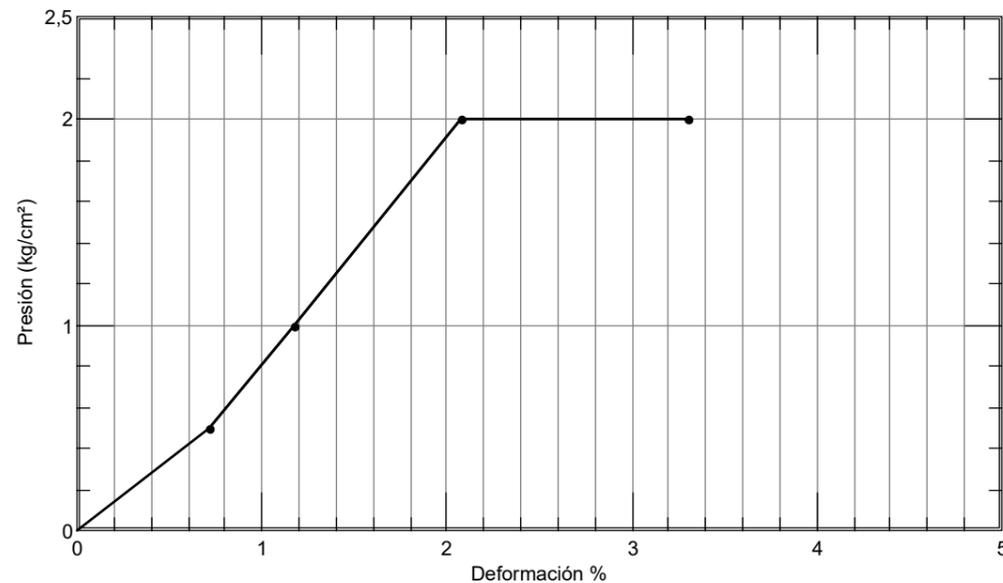
FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE COLAPSO

#### Datos Generales

- Norma de ensayo: NLT 254
- Humedad inicial (%): 10,4
- Humedad final (%): 22,8
- Densidad seca (g/cm<sup>3</sup>): 1,52
- Desc a 0,50 kg/cm<sup>2</sup> (%): 0,71
- Desc a 1,00 kg/cm<sup>2</sup> (%): 1,17
- Desc a 2,00 kg/cm<sup>2</sup> (%): 2,08
- Desc a 2,00 kg/cm<sup>2</sup> (%) Tras inmersión: 3,30

#### Gráfico: Presión - Deformación



#### Resultado

- Índice de colapso (%): 1,22

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 08 de noviembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

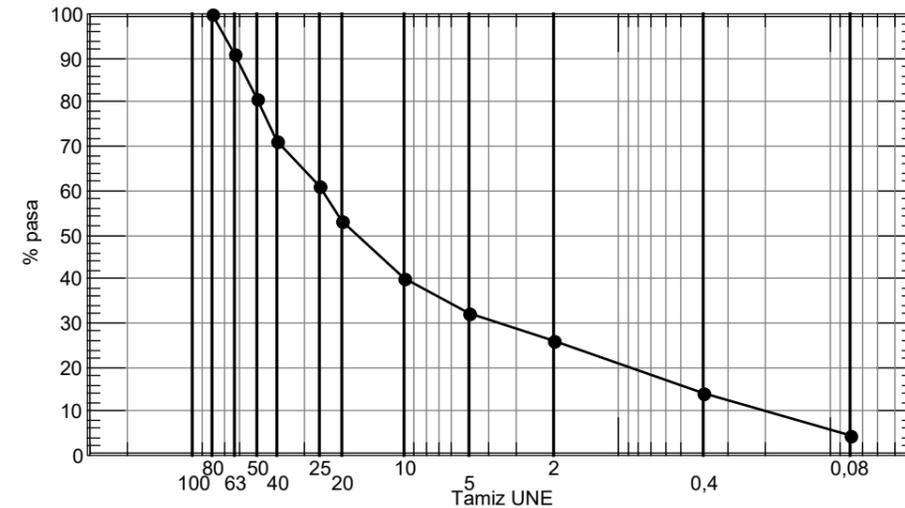
Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG10201

MUESTRA: CC-1. De 0,80 a 1,20 m. MA-1

FECHA DE TOMA:

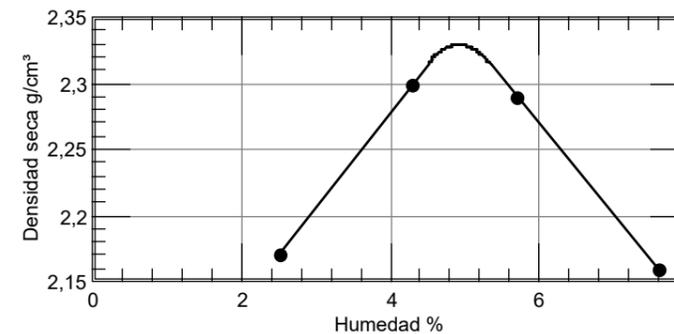
### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	100
80	100
63	91
50	81
40	71
25	61
20	53
10	40
5	32
2	26
0,400	14
0,080	4,7

#### Proctor Modificado (UNE 103501)



Puntos ensayados	
Densidad seca g/cm <sup>3</sup>	Humedad %
2,17	2,50
2,30	4,30
2,29	5,70
2,16	7,60

#### Resultado

- Densidad máxima (g/cm<sup>3</sup>): 2,33
- Humedad óptima (%): 4,90

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: No plástico
- Límite plástico: No plástico
- Índice de plasticidad: No plástico

#### Ensayo C.B.R. (UNE 103502)

- Índice al 95 % (P.M.): 47,0
- Índice al 98 % (P.M.): 69,0
- Índice al 100 % (P.M.): 84,0
- Hinchamiento (%): No

#### Ensayos químicos

- Materia orgánica (UNE 103204) (%): 0,07
- Sales solubles (NLT 114) (%): 0,14

#### Ensayo de colapso (NLT 254)

- Índice de colapso (%): 0,00

#### Clasificación

- U.S.C.S.: GW

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 14 de diciembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG10201

MUESTRA: CC-1. De 0,80 a 1,20 m. MA-1

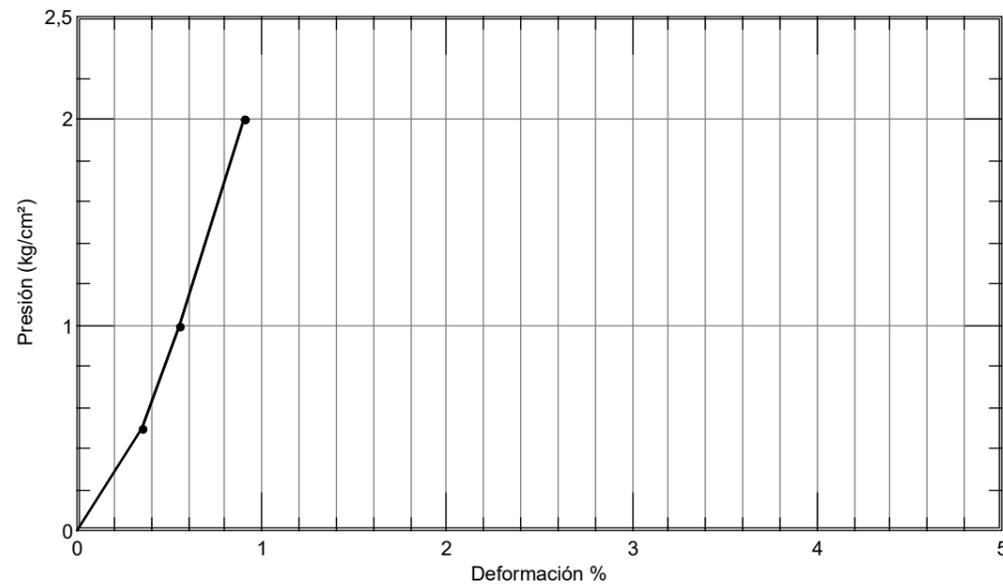
FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE COLAPSO

#### Datos Generales

- Norma de ensayo: NLT 254
- Humedad inicial (%): 5,1
- Humedad final (%): 9,7
- Densidad seca (g/cm<sup>3</sup>): 2,06
- Desc a 0,50 kg/cm<sup>2</sup> (%): 0,35
- Desc a 1,00 kg/cm<sup>2</sup> (%): 0,55
- Desc a 2,00 kg/cm<sup>2</sup> (%): 0,90
- Desc a 2,00 kg/cm<sup>2</sup> (%) Tras inmersión: 0,90

#### Gráfico: Presión - Deformación



#### Resultado

- Índice de colapso (%): 0,00

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 14 de diciembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. M<sup>a</sup> Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

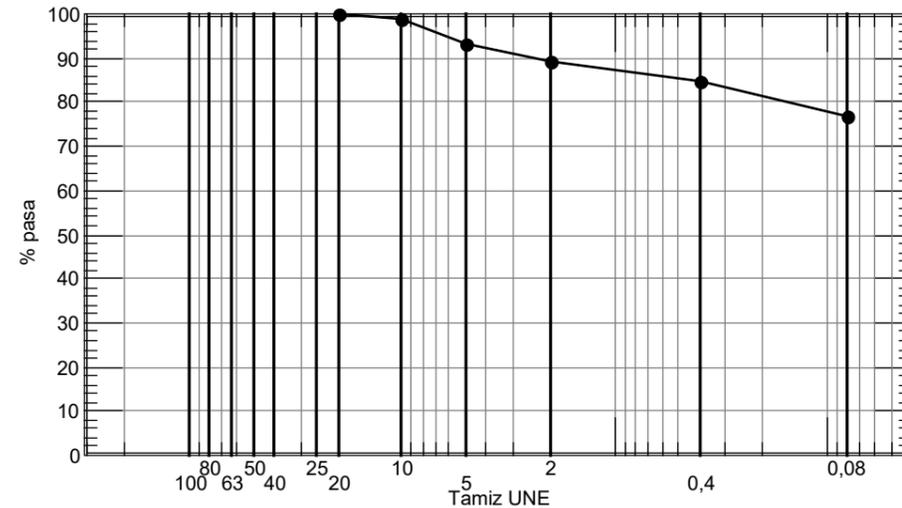
Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG10203

MUESTRA: CC-3. De 0,40 a 0,60 m. MA-1

FECHA DE TOMA:

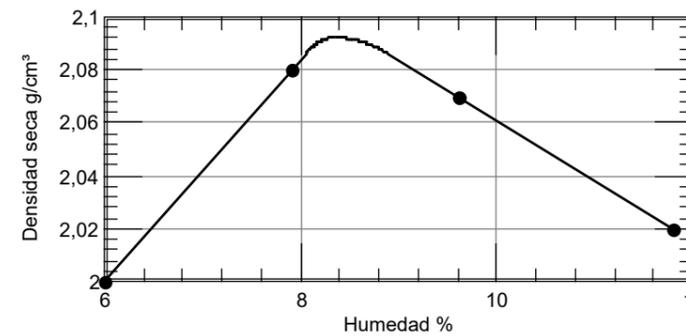
### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	
25	
20	100
10	99
5	93
2	89
0,400	85
0,080	77,1

#### Proctor Modificado (UNE 103501)



Puntos ensayados	
Densidad seca g/cm <sup>3</sup>	Humedad %
2,00	6,00
2,08	7,90
2,07	9,60
2,02	11,80

#### Resultado

- Densidad máxima (g/cm<sup>3</sup>): 2,09
- Humedad óptima (%): 8,30

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: 26,3
- Límite plástico: 16,2
- Índice de plasticidad: 10,1

#### Ensayos químicos

- Materia orgánica (UNE 103204) (%): 0,12
- Sales solubles (NLT 114) (%): 0,45

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 14 de diciembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. M<sup>a</sup> Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

**PETICIONARIO:** UTE TYP SA NOLTER  
**OBRA:** ETAP. HUESCA.

**Nº OBRA:** 22AG0616  
**Nº REF.:** 22AG10203

**MUESTRA:** CC-3. De 0,40 a 0,60 m. MA-1

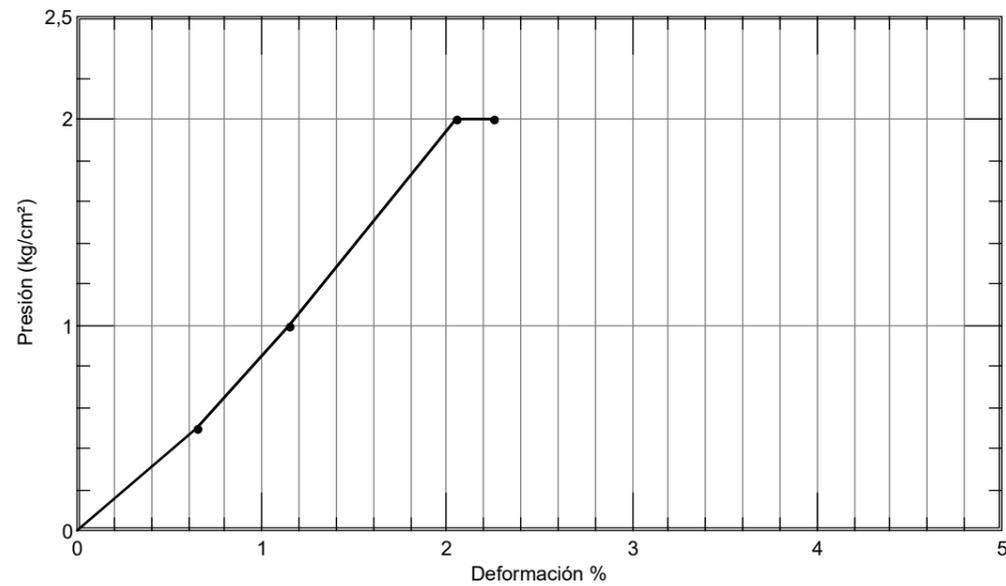
**FECHA DE TOMA:**

## ENSAYO DE COLAPSO

### Datos Generales

- Norma de ensayo:..... NLT 254  
- Humedad inicial (%):..... 8,2  
- Humedad final (%):..... 12,3  
- Densidad seca (g/cm<sup>3</sup>):..... 1,97  
- Desc a 0,50 kg/cm<sup>2</sup> (%):..... 0,65  
- Desc a 1,00 kg/cm<sup>2</sup> (%):..... 1,15  
- Desc a 2,00 kg/cm<sup>2</sup> (%):..... 2,05  
- Desc a 2,00 kg/cm<sup>2</sup> (%) Tras inmersión:..... 2,25

### Gráfico: Presión - Deformación



### Resultado

- Índice de colapso (%):..... 0,20

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 14 de diciembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. M<sup>a</sup> Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial



**APÉNDICE 4**

**ESTUDIO GEOTÉCNICO PARA EL APOYO DE LAS TORRES DE LA LÍNEA DE MEDIA TENSIÓN HASTA LA NUEVA ETAP DE HUESCA. ENSAYA DICIEMBRE 2022.**





## ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>3</b>
<b>2.- TRABAJOS REALIZADOS .....</b>	<b>4</b>
2.1.- PROSPECCIÓN DEL TERRENO .....	4
2.1.1.- CALICATAS.....	4
2.1.2.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H. ....	4
<b>3.- MARCO GEOLÓGICO .....</b>	<b>5</b>
<b>4.- NIVEL FREÁTICO Y PERMEABILIDAD DEL TERRENO.....</b>	<b>7</b>
<b>5.- SISMICIDAD .....</b>	<b>7</b>
<b>6.- TIPO DE CIMENTACIÓN Y RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS .....</b>	<b>7</b>
6.1.1.- Características geotécnicas .....	8
6.1.2.- Condiciones de cimentación .....	9

## APÉNDICES

APÉNDICE I: CROQUIS DE SITUACIÓN DE TRABAJOS

APÉNDICE II: CALICATAS. REGISTRO DEL PERFIL Y FOTOGRAFÍAS

APÉNDICE III: GRÁFICOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA

APÉNDICE IV: BOLETINES DE ENSAYOS DE LABORATORIO

Cuarte de Huerva (Zaragoza), diciembre de 2022

## 1.- INTRODUCCIÓN

El presente informe, realizado a petición de UTE TYP SA NOLTER., aborda el estudio geotécnico del terreno existente a lo largo de la línea de Media Tensión hasta la nueva planta potabilizadora (ETAP) de Huesca, cuyo trazado recorre el término municipal de Huesca.

Dicha línea, cuyo eje discurre con dirección NO- SE, se inicia en la margen izquierda del barranco del Diablo aproximadamente a la altura del PK 2.0 de la carretera HU-324, y finaliza en el emplazamiento donde se proyecta la nueva ETAP, al Norte del polígono industrial Monzú.

El estudio pretende determinar las características geológicas y geotécnicas de los materiales que van a verse involucrados en la cimentación de los diferentes apoyos de las torres de alta tensión. A partir de las mismas se darán las recomendaciones oportunas sobre los aspectos constructivos de más interés, incluyendo tipo de cimentación, excavabilidad de los materiales, etc.

Para dar forma al estudio, se ha realizado en primer lugar una recopilación de información de carácter geológico-geotécnico respecto a estudios realizados por ENSAYA en emplazamientos próximos, con las mismas o similares características geológicas que la superficie objeto de este estudio.

Seguidamente se han llevado a cabo una serie de trabajos de prospección del terreno, concretamente:

- Excavación, testificación y muestreo de calicatas mediante retroexcavadora.
- Realización de penetraciones dinámicas tipo DPSH.

## 2.- TRABAJOS REALIZADOS

### 2.1.- PROSPECCIÓN DEL TERRENO

#### 2.1.1.- CALICATAS

En cuatro los emplazamientos, establecidos por el peticionario, se han excavado e inspeccionado otras tantas calicatas. La localización (coordenadas UTM, ETRS89) y profundidad de excavación se detalla en la siguiente tabla:

Cata	Coordenadas		Profundidad (m)
	X	Y	
CT-01	715.056	4.670.384	2,10
CT-02	714.808	4.670.586	1,55
CT-03	714.411	4.670.902	3,00
CT-04	714.285	4.670.991	3,30

Los perfiles estratigráficos, descripción y fotografías de cada calicata se adjuntan en el Apéndice II

#### 2.1.2.- ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA D.P.S.H.

En los cuatro emplazamientos indicados por el peticionario, se han realizado ensayos de Penetración Dinámica D.P.S.H.

El ensayo consiste en la hincada mediante golpeo de un tren de varillas, en cuyo extremo se coloca una puntaza de sección circular. La prueba se detiene cuando no se obtiene una penetración de 20 cm para 100 golpes o cuando se obtienen golpes mayores que 75 en tres tramos de 20 cm consecutivos, alcanzando lo que se denomina "rechazo".

Los ensayos de penetración dinámica D.P.S.H. se ejecutaron mediante un penetrómetro automático TECOINSA según la norma UNE-EN ISO 22476-2 ("Investigación y ensayos geotécnicos. Ensayos de campo. Parte 2: Ensayo de penetración dinámica") con las siguientes características:

Masa de la maza	63,5 kg (± 0,5 kg)
Altura de caída	75,0 cm (± 2,0 cm)
Relación longitud/diámetro de la maza	≥1 y ≤ 2
Masa máxima del yunque	30,0 kg
Longitud de la varilla	1,0 m
Diámetro exterior de la varilla	35,0 mm
Masa máxima varilla + niple	8,0 kg/m
Desviación máxima en primeros 5 m	1 %
Desviación máxima a partir de 5 m	2 %
Sección de la puntaza	Circular
Área de la puntaza	20,0 cm <sup>2</sup>
Ángulo de la punta	90°
Conteo de golpes cada N	20,0 cm

Las profundidades finales alcanzadas, coincidentes con la obtención de rechazo, y coordenadas de cada ensayo se adjuntan en la siguiente tabla.

Ensayo	X	Y	Profundidad (m)
P-1	715.056	4.670.384	2,15
P-2	714.808	4.670.586	1,55
P-3	714.411	4.670.902	3,90
P-4	714.285	4.670.991	6,90

Los gráficos con los golpes obtenidos para cada tramo de 20 cm se adjuntan en el Apéndice III.

### 3.- MARCO GEOLÓGICO

Desde un punto de vista geológico, el área investigada se localiza en el sector central de la Cuenca del Ebro, la cual constituye la cuenca de antepaís sur de los Pirineos.

Aquí, el sustrato aflorante queda constituido por materiales terciarios cuya composición litológica puede describirse como lutitas y areniscas pertenecientes al tránsito Oligoceno-Mioceno.

Por encima, como consecuencia del encajamiento de la red de drenaje y la evolución del relieve, se ha desarrollado una cobertera cuaternaria formada por depósitos de génesis mixta coluvio- aluvial, constituidos fundamentalmente por suelos limosos con fracción variable de arena.

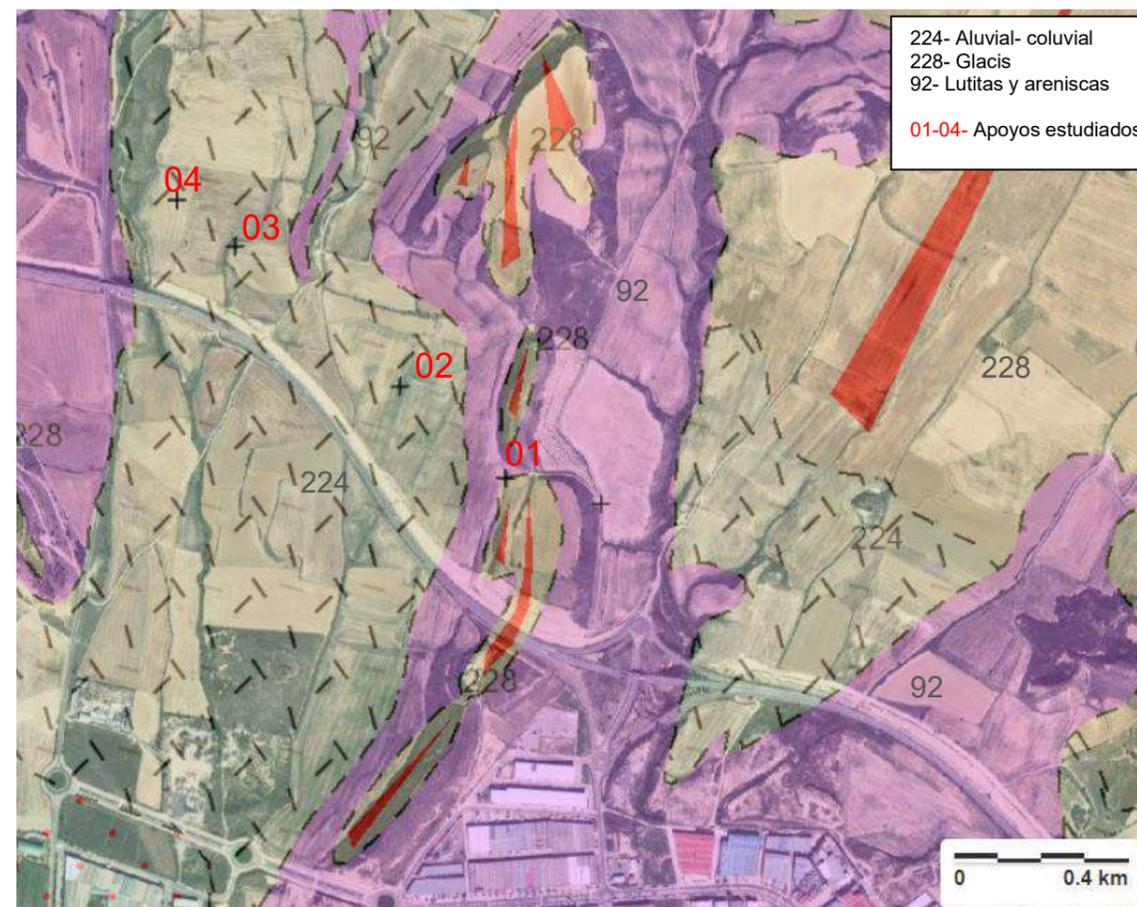


Figura 1. Situación geológica de la zona de la zona estudiada. Fuente: [Visor cartográfico del IGME](#)

Desde un punto de vista estructural, el sustrato se dispone subhorizontalmente y su red de diaclasado-fracturación es poco relevante.

Desde un punto de vista geomorfológico, durante su recorrido la línea atraviesa una ladera con suave pendiente hacia el SO disectada de Norte a Sur por barrancos con laderas en general regularizadas.

#### **4.- NIVEL FREÁTICO Y PERMEABILIDAD DEL TERRENO**

No se ha detectado la presencia de nivel de agua en ninguno de los trabajos realizados en los diferentes apoyos, encontrándonos directamente con los materiales del sustrato o del recubrimiento Cuaternario.

En general, a los materiales que conforman el sustrato Terciario podemos atribuirles un coeficiente de permeabilidad  $k$ , inferior a  $10^{-5}$  cm/s. Sin embargo, debe tenerse en cuenta la posible transmisión de humedad por capilaridad o a favor de fracturas.

En cuanto a los materiales que conforman el recubrimiento Cuaternario, limos, podemos atribuirles un coeficiente de permeabilidad que oscila entre  $10^{-3}$  y  $10^{-7}$  cm/s.

Dado que durante los trabajos de campo no se detectó el nivel freático y no se han realizado ensayos específicos, los valores de la permeabilidad son orientativos, siguiendo los criterios indicados en la tabla D.28 del Documento Básico SE-C del CTE.

#### **5.- SISMICIDAD**

Para la consideración de la acción sísmica en el término municipal de Huesca es de aplicación la Norma de Construcción Sismorresistente: Parte general y Edificación (NCSE-02), publicada en el BOE el 11 de octubre de 2002. Dicho término municipal no figura en la relación del Anejo 1 de la citada Norma, de modo que la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) se considera inferior a 0,04 g.

En el artículo "1.2.3. Criterios de aplicación de la Norma" se especifica que no es obligatoria la aplicación de esta Norma cuando la aceleración sísmica básica ( $a_b$ ) sea inferior a 0,04 g, siendo  $g$  la aceleración de la gravedad. Por lo tanto, en el término municipal de Huesca no es necesario aplicar la norma NCSE-02 para las obras previstas.

#### **6.- TIPO DE CIMENTACIÓN Y RECOMENDACIONES CONSTRUCTIVAS**

En este apartado se detallan las características geotécnicas de los materiales existentes en los emplazamientos de las torres estudiadas y las condiciones de cimentación recomendadas.

#### **6.1.1.- Características geotécnicas**

Hasta profundidades entre 1,20 y 5,40 m aparecen suelos cuaternarios constituidos por limos arenosos de consistencia media a muy firme ( $N_{DPSH} = 4-13$ ). Por debajo se encuentra el sustrato Terciario, algo alterado a muro, de consistencia dura ( $N_{DPSH} > 15$ ) obteniendo rechazo a profundidades entre 1,55 y 6,90.

Las muestras de sustrato alterado presentan un contenido en finos entre 59 y 96 %, en arenas entre 4 y 39 % y en gravas entre 0 y 2 %, con límite líquido entre 24,8 y 39,2 e índice de plasticidad entre 9,5 y 20,9. Las muestras se clasifican según Casagrande como CL (arcillas de baja plasticidad).

Presentan contenido en sulfatos solubles entre 800 y 1.063 mg  $\text{i}^{\text{on}}/\text{kg}$  suelo seco.

En ensayo de rotura a compresión simple se obtiene una resistencia de 14,2 kg/cm<sup>2</sup>, con deformación del 3,1 %, y en ensayo de presión máxima de hinchamiento se obtiene un valor de 0,4 kg/cm<sup>2</sup>.

Una muestra de suelos cuaternarios ensayada presenta un contenido en gravas del 2 %, en arenas del 23 % y en finos de 75 %, con límite líquido 20,9 e índice de plasticidad 6,1. La muestra se clasifica según Casagrande como CL-ML (mezcla de limos y arcillas de baja plasticidad).

El contenido en sulfatos solubles de la muestra es igual a 1.646 mg  $\text{i}^{\text{on}}/\text{kg}$  suelo seco.

En base a los reconocimientos efectuados cabe asumir el siguiente perfil del terreno en el emplazamiento.

De 0,00 a 1,20/5,40 m: Recubrimiento Cuaternario: limos y limos arenosos de consistencia media a muy firme:

$$\gamma_{ap} = 18 \text{ kN/m}^3$$

$$q_u \text{ [Resistencia a compresión simple]} \approx 100 \text{ kN/m}^2$$

$$E \text{ [módulo de deformación]} \geq 10.000 \text{ kN/m}^2$$

> 1,20/5,40 m: Sustrato Terciario: lutitas y lutitas arenosas con intercalaciones de areniscas.

$$\gamma_{ap} = 22 \text{ kN/m}^3$$

$$q_u \text{ [Resistencia a compresión simple]} \geq 500 \text{ kN/m}^2$$

$$E \text{ [módulo de deformación]} \geq 75.000 \text{ kN/m}^2$$

### 6.1.2.- Condiciones de cimentación

A la vista de las características del terreno reconocidas y considerando que se trata de una estructura muy ligera, para las posiciones 1, 2 y 3 puede contemplarse una cimentación mediante zapatas o pozos apoyados directamente en las lutitas de consistencia Dura, que aparecerán a profundidades entre 1,40 y 2,70 m pudiendo considerar una presión admisible de 400 kN/m<sup>2</sup>, con asientos inferiores a 2 cm.

En la posición número 4, en el ensayo DPSH se atraviesan terrenos de consistencia media hasta 4,0 m de profundidad, de consistencia firme entre 4,0 y 4,4 y consistencia muy firme hasta 5,20 m, interpretados como suelos cuaternarios. En esta posición, puede plantearse una cimentación mediante zapatas apoyadas en limos y limos arenosos, para los que puede asumirse un valor de la presión admisible de 100 kN/m<sup>2</sup>.

La excavación para los huecos de las cimentaciones podrá realizarse mediante retroexcavadora potente con apoyo puntual de un martillo hidráulico para el caso de los apoyos que se localizan sobre el sustrato Terciario. Durante la excavación, de manera general, se mantendrán estables taludes subverticales de manera temporal.

Para tipos de cimentación de tipo pozo, puede considerarse que los limos cuaternarios presentan un coeficiente de balasto en placa de 30 cm de diámetro de 50.000 kN/m<sup>3</sup> y para lutitas del sustrato de 300.000 kN/m<sup>3</sup>.

En base a los resultados obtenidos en los ensayos específicos efectuados no se requerirá el empleo de cementos sulforresistentes para la fabricación del hormigón en contacto con el terreno.



Fdo. David Bona Martínez  
Geólogo  
Colegiado nº 2.927



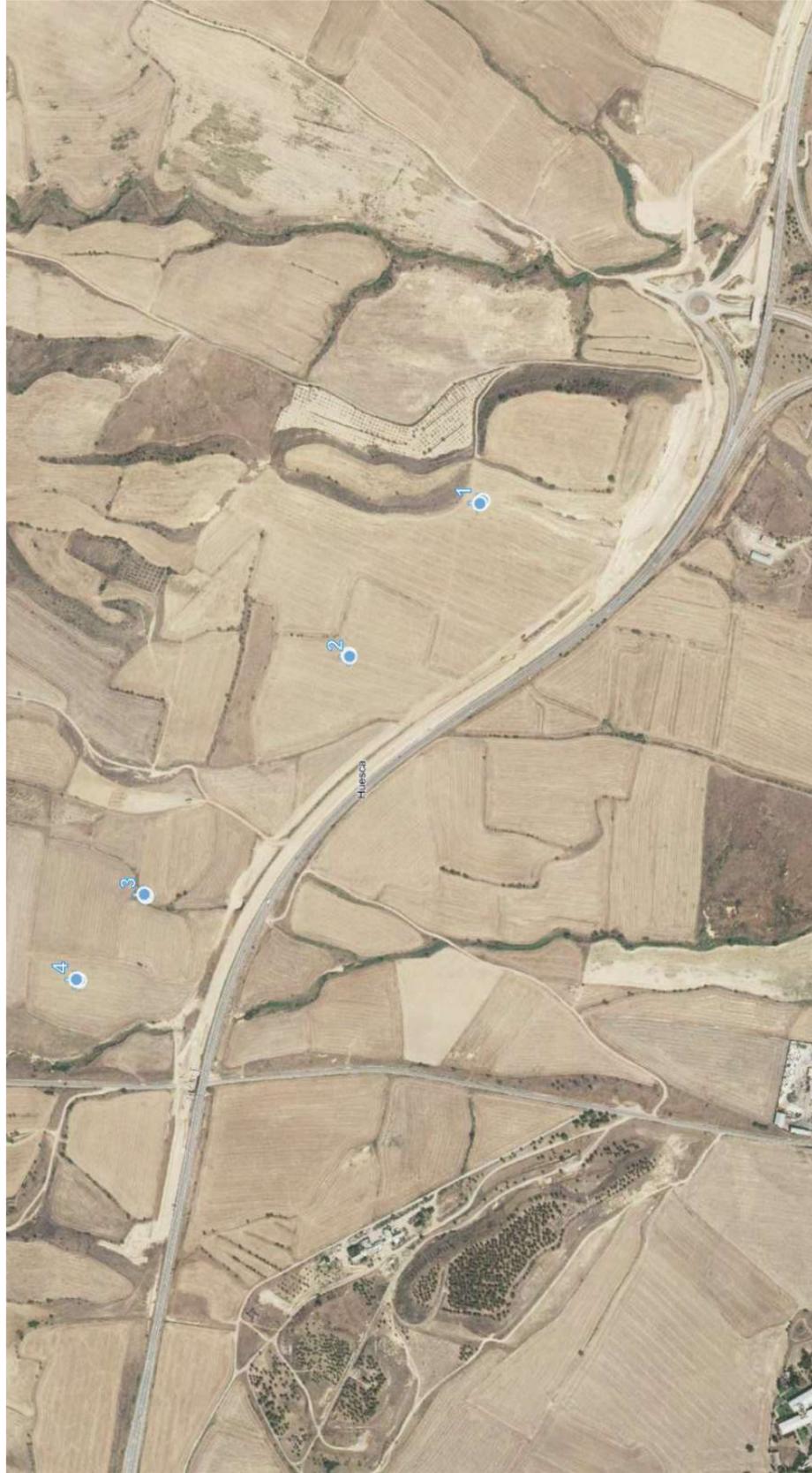
Fdo. Fernando García Hermoso  
Geólogo



VºBº del Director  
Fdo. Javier Prats Rivera  
Ingeniero de Caminos  
Colegiado nº 7.780

**APÉNDICES**

**APÉNDICE I**  
**CROQUIS DE SITUACIÓN DE TRABAJOS**



**APÉNDICE II**  
**CALICATAS. REGISTRO DEL PERFIL Y FOTOGRAFÍAS**



Nº Obra: 22AG0616  
 Obra: ETAP EN HUESCA  
 Localidad: Huesca  
 Peticionario: UTE TYPASA- NOLTER  
 Fecha Inicio: 17/10/2022 Fecha Final: 17/10/2022

COORDENADAS : 30T  
 X = 715.056  
 Y = 4.670.384  
 Z =  
 Tipo de máquina: Retroexcavadora mixta  
 Supervisor/a: D. Aladrén

CATA  
**CT-01**



Nº Obra: 22AG0616  
 Obra: ETAP EN HUESCA  
 Localidad: Huesca  
 Peticionario: UTE TYPASA- NOLTER  
 Fecha Inicio: 17/10/2022 Fecha Final: 17/10/2022

COORDENADAS : 30T  
 X = 714.808  
 Y = 4.670.586  
 Z =  
 Tipo de máquina: Retroexcavadora mixta  
 Supervisor/a: D. Aladrén

CATA  
**CT-02**

Escala 1:50	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
1	-0.20	0.20		TIERRA VEGETAL. RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (Aluvial-coluvial). Limos arenosos marrón anaranjados, con crestos vegetales a techo y cantos lutíticos englobados.	0.60 MA-1 1.00			
2	-1.40	1.40		SUSTRATO ALTERADO. Lutitas grisáceas, ocre y rojizas.	1.40 MI-1 1.70			
3	-2.10	2.10						
4								

TIPO DE MUESTRAS  
 MI: Muestra inalterada (bloque)  
 MA: Muestra alterada (saco)

- Se excava con cierta dificultad hasta la profundidad alcanzada. No puede profundizarse más.  
 - Las paredes se mantienen verticales.  
 - No se detecta nivel de agua.

Escala 1:50	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
1	-0.15	0.15		TIERRA VEGETAL. RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (Aluvial-coluvial). Limos arenosos marrón anaranjados.				
2	-1.40 -1.55	1.40 1.55		SUSTRATO ALTERADO. Lutitas arenosas grisáceas.	1.40 MI-1 1.50			
3								
4								

TIPO DE MUESTRAS  
 MI: Muestra inalterada (bloque)  
 MA: Muestra alterada (saco)

- Se excava con cierta dificultad hasta la profundidad alcanzada. No puede profundizarse más.  
 - Las paredes se mantienen verticales.  
 - No se detecta nivel de agua.

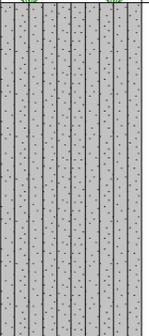
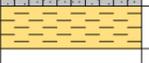
**CALICATA CT-1**



**CALICATA CT-2**



 <b>ENSAYA</b> Laboratorio de Ensayos Técnicos S.A.	Nº Obra: 22AG0616	COORDENADAS : 30T	CATA <b>CT-03</b>
	Obra: ETAP EN HUESCA	X = 714.411	
	Localidad: Huesca	Y = 4.670.902	Z =
	Peticionario: UTE TYPASA- NOLTER	Tipo de máquina: Retroexcavadora mixta	
	Fecha Inicio: 17/10/2022 Fecha Final: 17/10/2022	Supervisor/a: D. Aladrén	

Escala 1:50	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
1	-0.30	0.30		TIERRA VEGETAL.				
2				RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (Aluvial-coluvial). Limos arenosos marrón anaranjados, con cantos de lutitas dispersos.				
3	-2.70	2.70		SUSTRATO ALTERADO. Lutitas algo arenosas grisáceas.	2.80 <b>MI-1</b> 2.90			
4	-3.00	3.00						

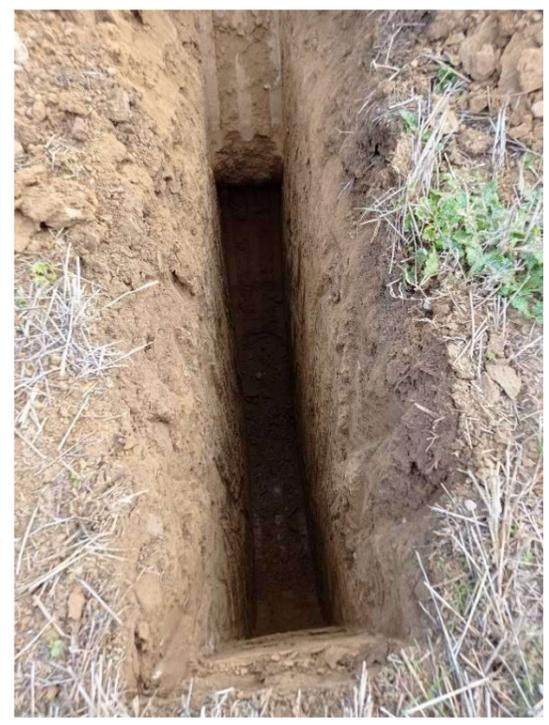
<b>TIPO DE MUESTRAS</b> MI: Muestra inalterada (bloque) MA: Muestra alterada (saco)	- Se excava con cierta dificultad hasta la profundidad alcanzada. - Las paredes se mantienen verticales. - No se detecta nivel de agua.
---	---



Nº Obra: 22AG0616	COORDENADAS : 30T	CATA
Obra: ETAP EN HUESCA	X = 714.285	CT-04
Localidad: Huesca	Y = 4.670.991	
Peticionario: UTE TYPASA- NOLTER	Z =	
Fecha Inicio: 17/10/2022 Fecha Final: 17/10/2022	Tipo de máquina: Retroexcavadora mixta	
	Supervisor/a: D. Aladrén	

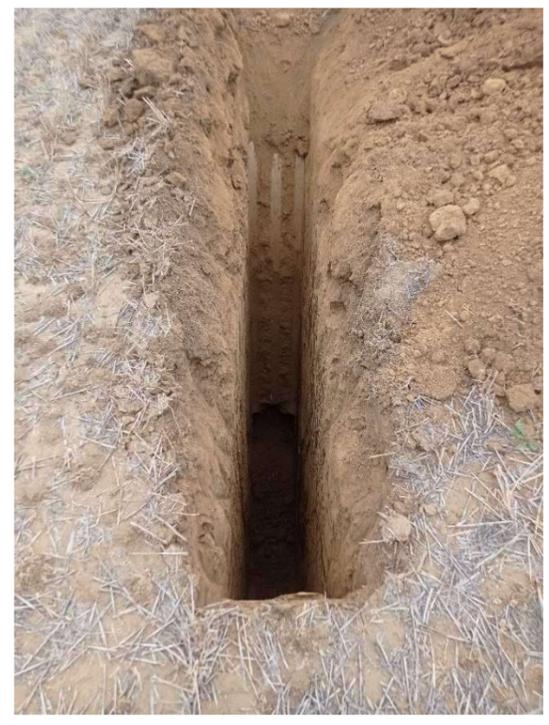


**CALICATA CT-3**



Escala 1:50	Cota	Profundidad	Estratigrafía	Descripción	Muestra	Vane Test	Soil Test Kg/cm2	Nivel freático
1	-0.20	0.20		TIERRA VEGETAL.				
2				RECUBRIMIENTO CUATERNARIO (Aluvial-coluval). Limos arenosos marrón anaranjados.	MA-1			
3								
4	-3.30	3.30						

**CALICATA CT-4**



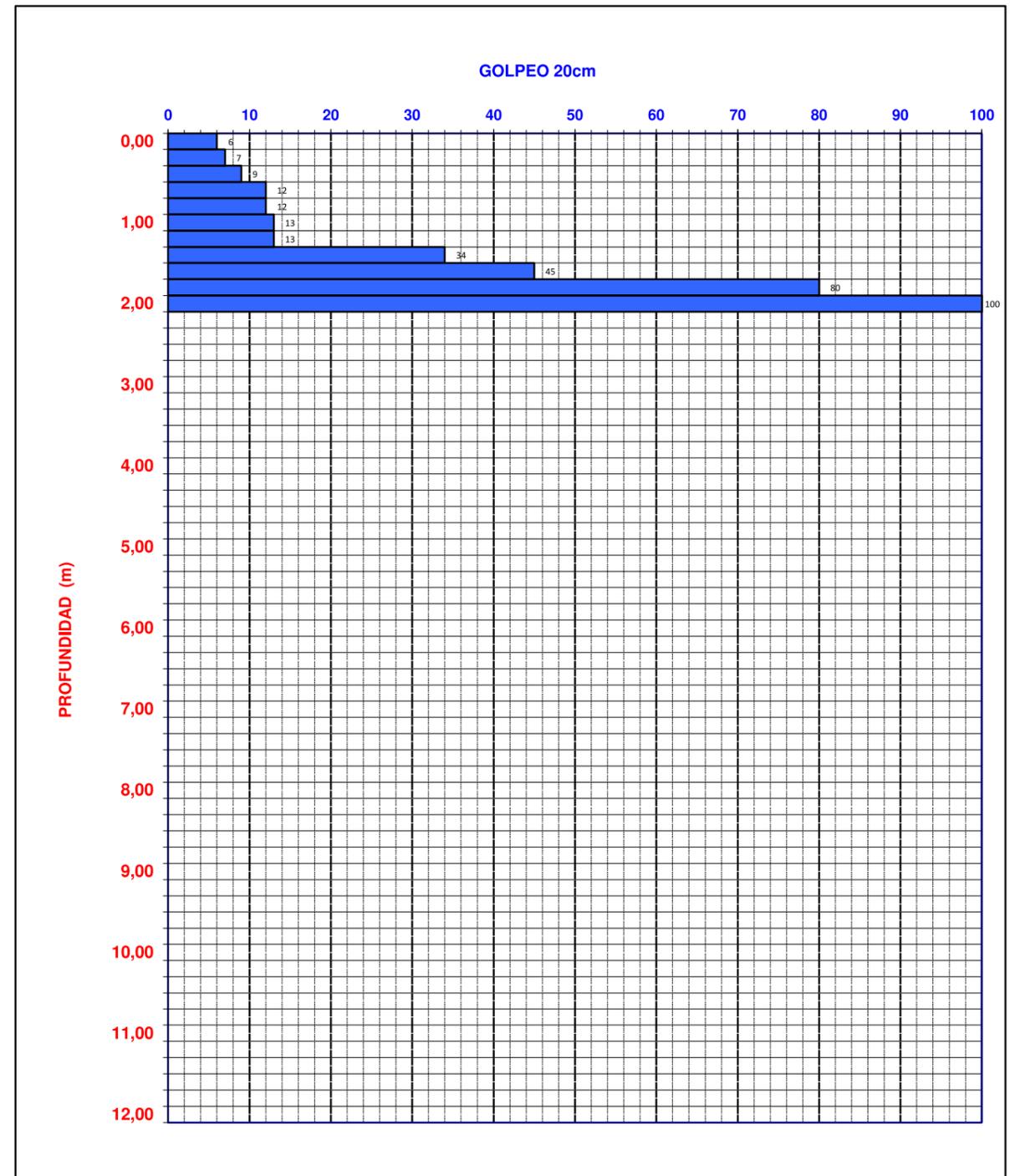
TIPO DE MUESTRAS  
 MI: Muestra inalterada (bloque)  
 MA: Muestra alterada (saco)

- Se excava con cierta dificultad hasta la profundidad alcanzada.
- Las paredes se mantienen verticales.
- No se detecta nivel de agua.

**APÉNDICE III**  
**GRÁFICOS DE ENSAYOS DE PENETRACIÓN DINÁMICA**



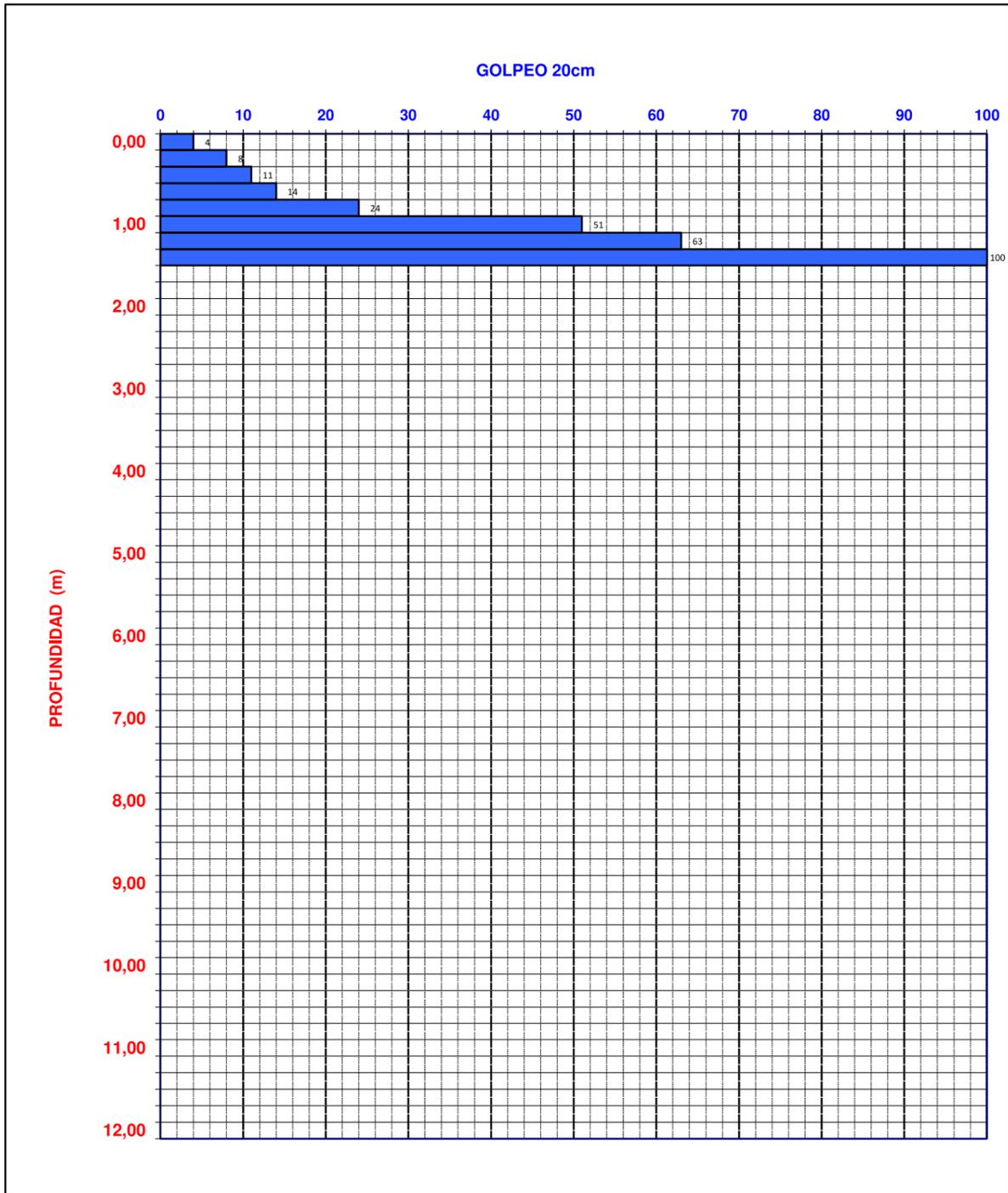
PENETRACION DINAMICA DPSH					
APOYO TORRE M.T. NUEVA ETAP HUESCA				PENETRACION	
Peticionario		UTE TYPESA-NOLTER		P-1	
Fecha	28-nov-22	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	715.056	Y:	4.670.384	Z:	-
				22AG0616	



OBSERVACIONES: Se alcanza el rechazo a 2,15 m



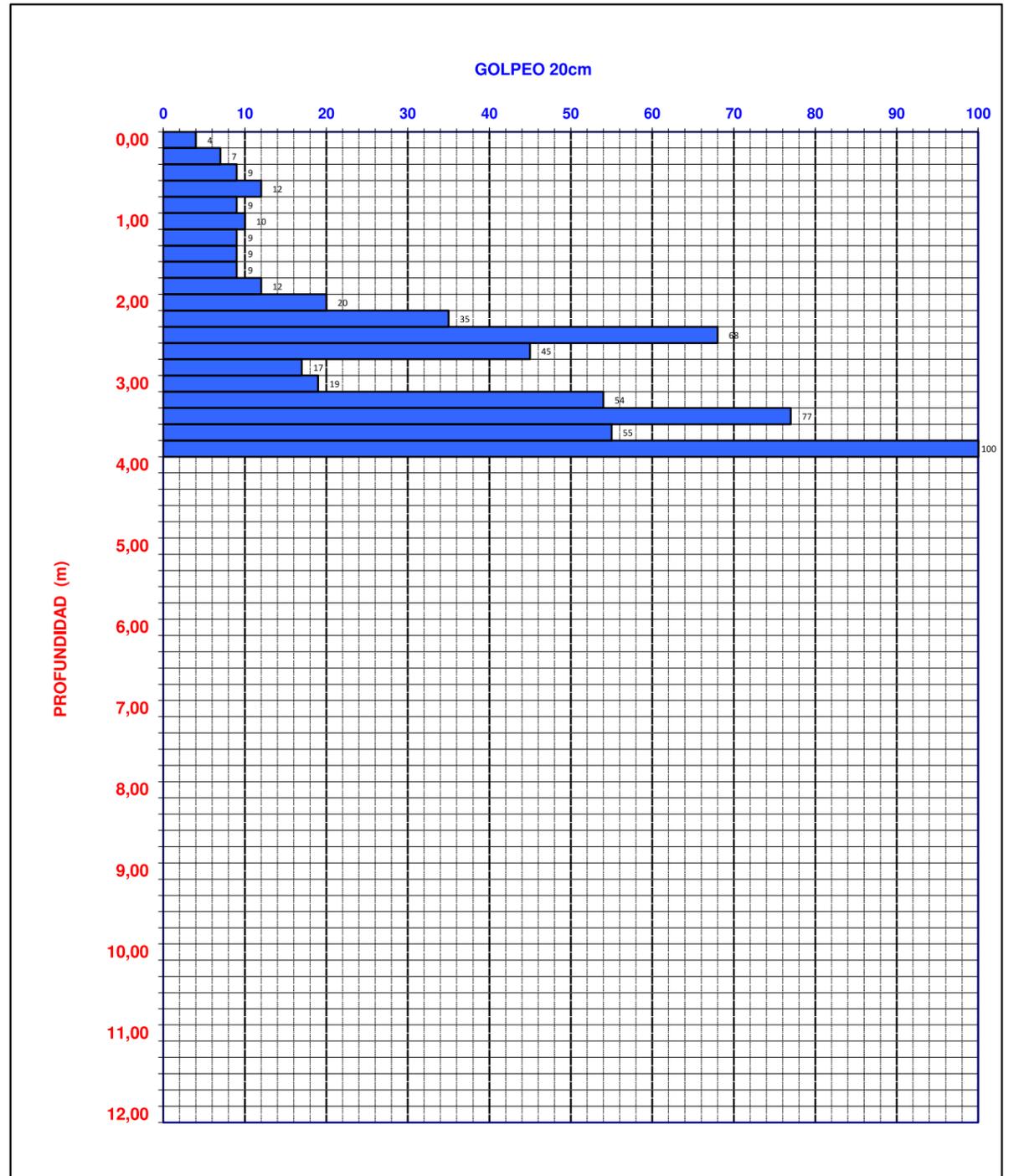
PENETRACION DINAMICA DPSH					
APOYO TORRE M.T. NUEVA ETAP HUESCA				PENETRACION	
Peticionario		UTE TYPASA-NOLTER		P-2	
Fecha	28-nov-22	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	714.808	Y:	4.670.586	Z:	-
				22AG0616	



OBSERVACIONES: Se alcanza el rechazo a 1,55 m



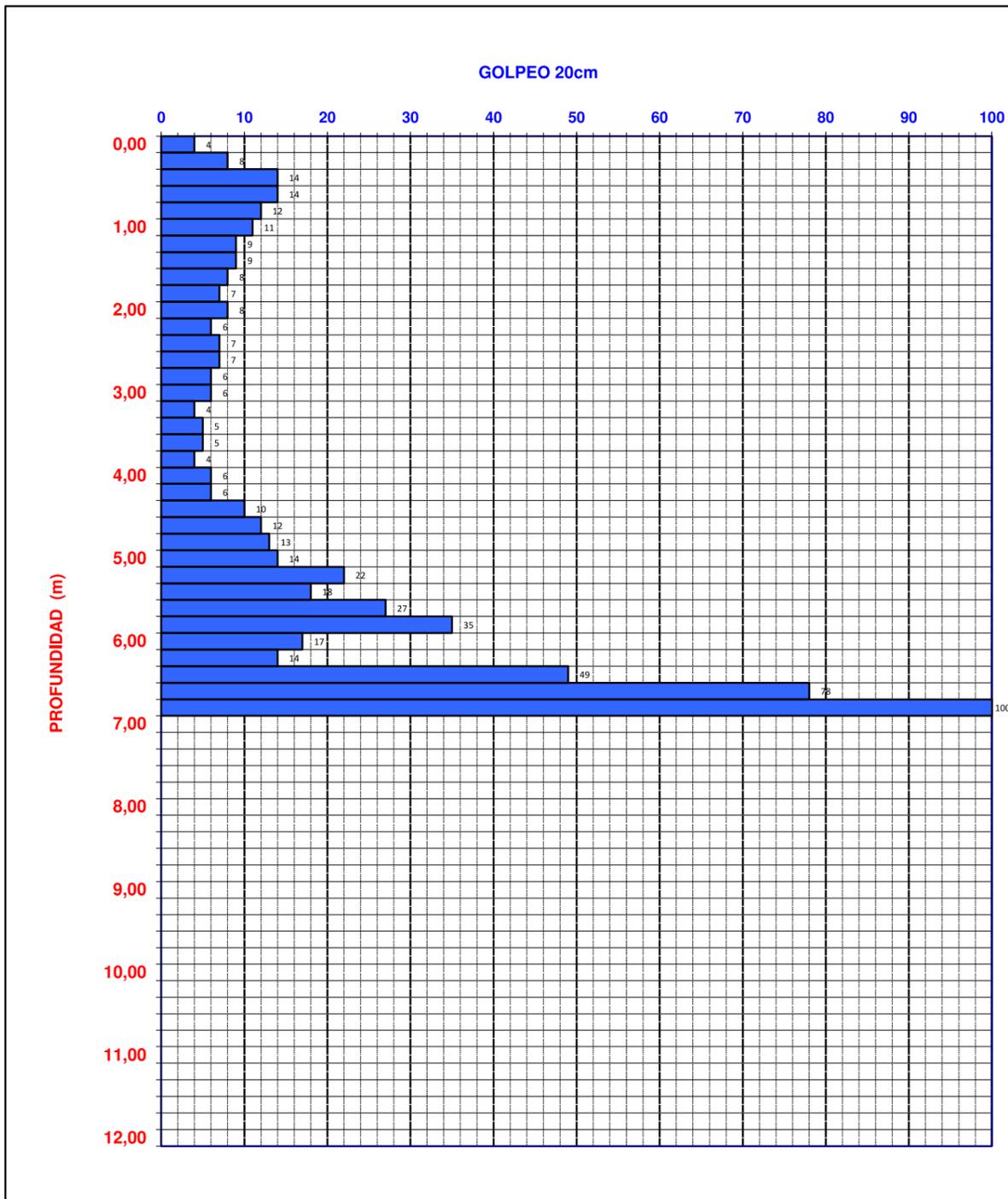
PENETRACION DINAMICA DPSH					
APOYO TORRE M.T. NUEVA ETAP HUESCA				PENETRACION	
Peticionario		UTE TYPASA-NOLTER		P-3	
Fecha	28-nov-22	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	714.411	Y:	4.670.902	Z:	-
				22AG0616	



OBSERVACIONES: Se alcanza el rechazo a 3,90 m



PENETRACION DINAMICA DPSH					
APOYO TORRE M.T. NUEVA ETAP HUESCA				PENETRACION	
Peticionario		UTE TYPASA-NOLTER		P-4	
Fecha	28-nov-22	Situación	HUESCA		
Coordenadas				nº Obra	
X:	714.285	Y:	4.670.991	Z:	-
				22AG0616	



OBSERVACIONES: Se alcanza el rechazo a 6,90 m

Pol. Industrial Valdeconsejo- C/Aнето, parcela nº 8-A, T 976 566 875 - F 976 566 612 - 50410 Cuarte de Huerva (Zaragoza)- www.ensaya.es-

**APÉNDICE IV**  
**BOLETINES DE ENSAYOS DE LABORATORIO**

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

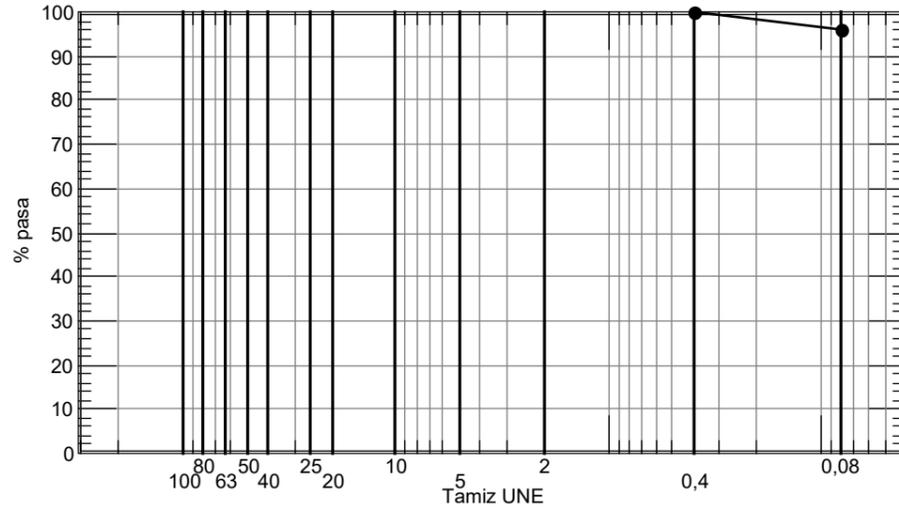
Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG10307

MUESTRA: CT-1. De 1,40 a 1,70 m. MP-1.

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	
25	
20	
10	
5	
2	
0,400	100
0,080	96,1

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: 39,2
- Límite plástico: 18,3
- Índice de plasticidad: 20,9

#### Ensayos químicos

- Sulfatos (UNE-EN 83963) (SO<sub>4</sub> mg/Kg): 1063,00

#### Clasificación

- U.S.C.S.: CL

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 14 de diciembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG10242

MUESTRA: CT-1. De 1,40 a 1,70 m. MP-1

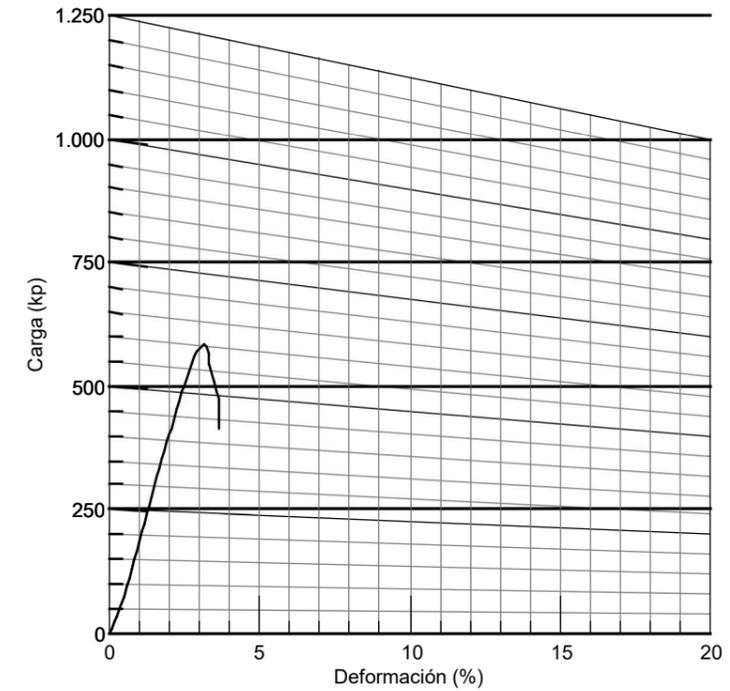
FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE COMPRESIÓN SIMPLE

#### Datos Generales

- Norma de ensayo: UNE 22-950-90
- Largo y ancho de la muestra (cm): 6,5 6,4
- Altura de la muestra (cm): 8,0
- Peso de la muestra (g): 636
- Humedad (%): 9,8
- Densidad seca (g/cm³): 1,75
- Res. a comp. simple (kg/cm²): 14,2
- Deformación (%): 3,1

#### Gráfica carga - deformación



- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 14 de diciembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

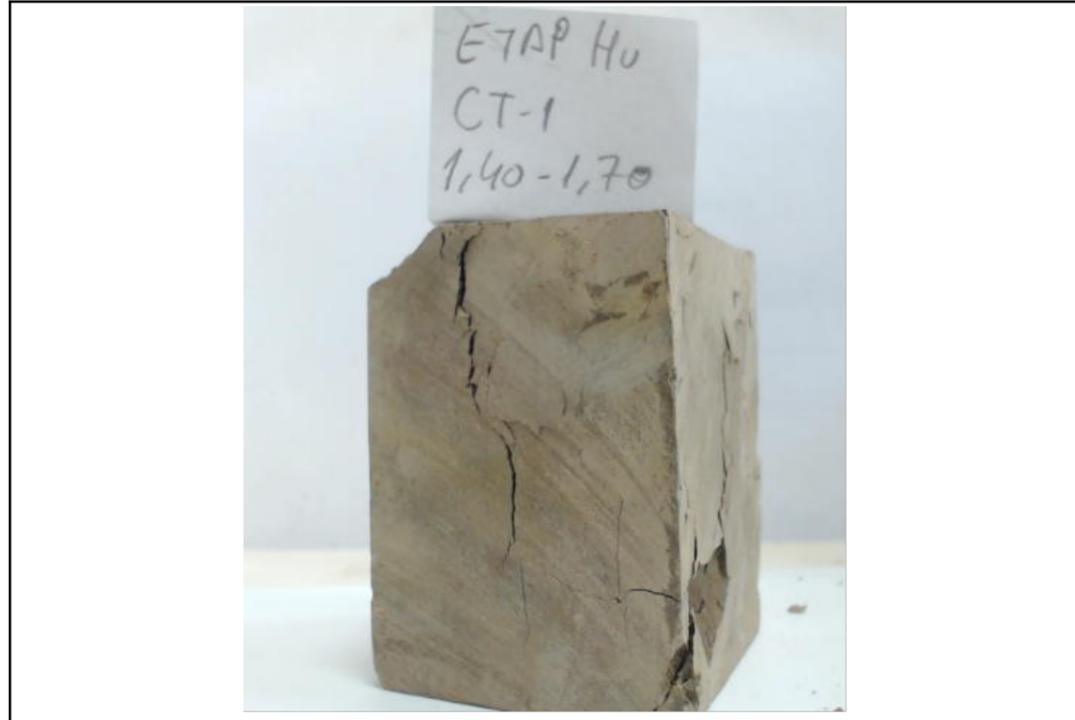
**PETICIONARIO:** UTE TYP SA NOLTER  
**OBRA:** ETAP. HUESCA.

**Nº OBRA:** 22AG0616  
**Nº REF.:** 22AG10242

**MUESTRA:** CT-1. De 1,40 a 1,70 m. MP-1

**FECHA DE TOMA:**

**ANEXO GRÁFICO**



Probeta tras ensayo de compresión simple



Detalle del plano de rotura

**PETICIONARIO:** UTE TYP SA NOLTER  
**OBRA:** ETAP. HUESCA.

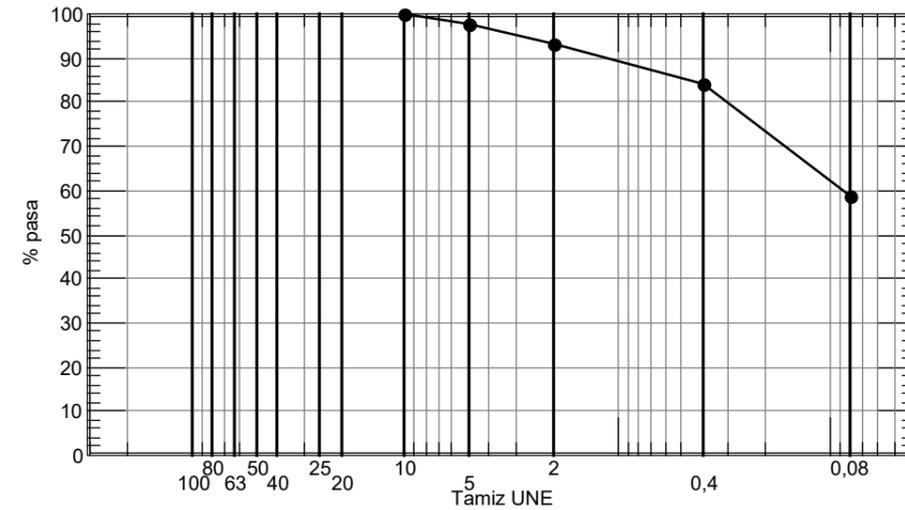
**Nº OBRA:** 22AG0616  
**Nº REF.:** 22AG10308

**MUESTRA:** CT-3. De 2,80 a 2,90 m. MP-1.

**FECHA DE TOMA:**

**ENSAYO DE SUELOS**

**Análisis granulométrico (UNE 103101)**



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	
25	
20	
10	100
5	98
2	93
0,400	84
0,080	58,7

**Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)**

- Límite líquido:..... 24,8
- Límite plástico:..... 15,3
- Índice de plasticidad:..... 9,5

**Ensayos químicos**

- Sulfatos (UNE-EN 83963) (SO<sub>4</sub> mg/Kg):..... 800,00

**Pres. máx. hinchamiento (UNE 103602:1997)**

- Presión (kPa):..... 40,00

**Clasificación**

- U.S.C.S.:..... CL

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 14 de diciembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio  
Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG10308

MUESTRA: CT-3. De 2,80 a 2,90 m. MP-1.

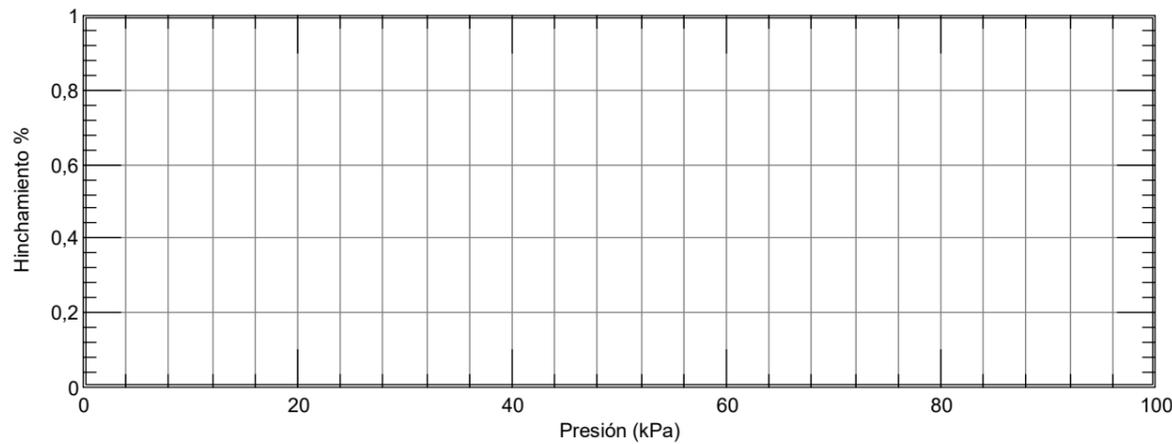
FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE PRESIÓN MÁXIMA DE HINCHAMIENTO

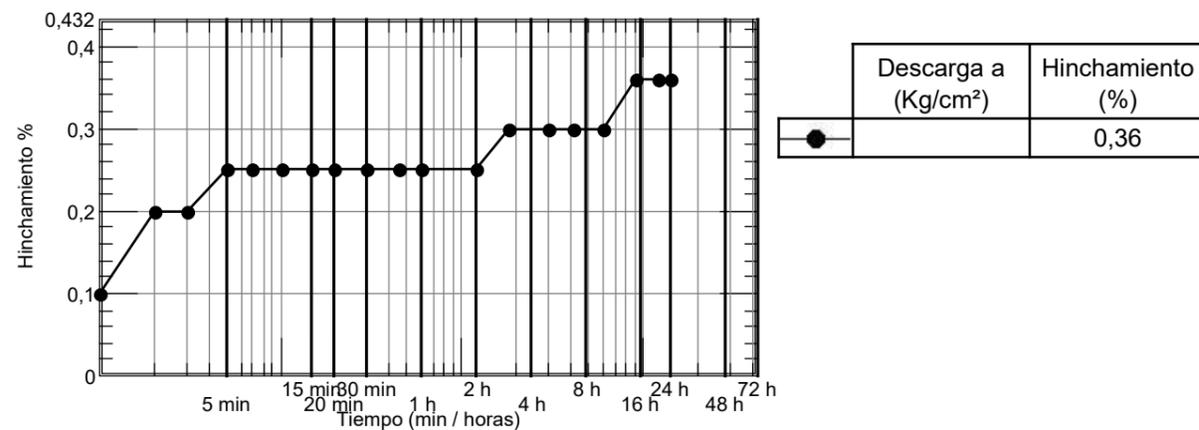
#### Datos Generales

- Norma de ensayo: UNE 103602 1997
- Tipo de probeta: Inalterada
- Diámetro de la muestra (mm): 50,60
- Altura de la muestra (mm): 19,70
- Peso de la muestra (g): 91,60
- Humedad inicial (%): 9,40
- Humedad final (%): 10,30
- Densidad seca (g/cm³): 2,12
- Presión máxima de hinchamiento (kPa): 40,00
- Hinchamiento tras descarga (%): 0,36

#### Gráfico: Presión - Hinchamiento



#### Gráfico: Descargas



- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 14 de diciembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial

PETICIONARIO: UTE TYP SA NOLTER  
OBRA: ETAP. HUESCA.

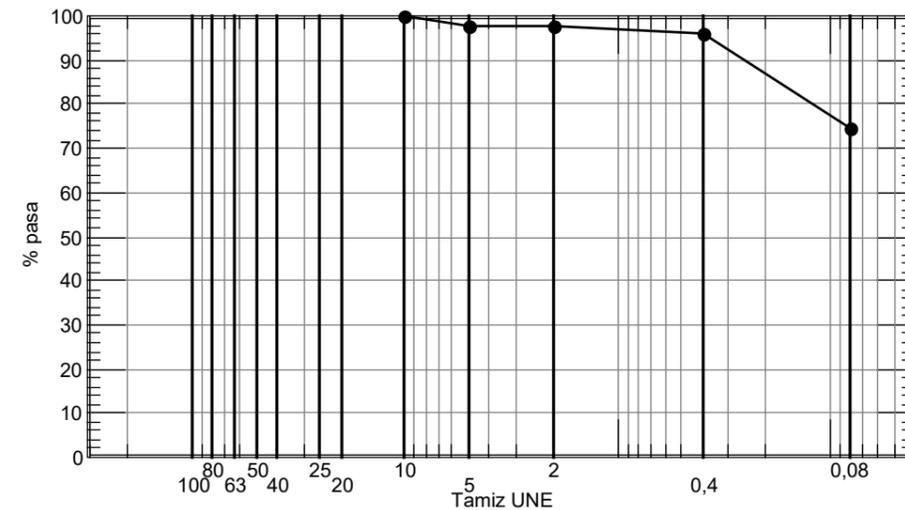
Nº OBRA: 22AG0616  
Nº REF.: 22AG10309

MUESTRA: CT-4. De 1,50 a 1,90 m. MA-1.

FECHA DE TOMA:

### ENSAYO DE SUELOS

#### Análisis granulométrico (UNE 103101)



Tamiz UNE	Pasa
100	
80	
63	
50	
40	
25	
20	
10	100
5	98
2	98
0,400	96
0,080	74,5

#### Límites de Atterberg (UNE 103103, 103104)

- Límite líquido: 20,9
- Límite plástico: 14,8
- Índice de plasticidad: 6,1

#### Ensayos químicos

- Sulfatos (UNE-EN 83963) (SO<sub>4</sub> mg/Kg): 1646,00

#### Clasificación

- U.S.C.S.: CL-ML

- Observaciones:

El Jefe de Área

Fdo. Luis David Bona Martínez  
Licenciado CC. Geológicas

Zaragoza 14 de diciembre de 2022  
VºBº Directora del Laboratorio

Fdo. Mª Aránzazu Mendizábal Aguirre  
Ingeniero Industrial