

## ANEJO Nº 4.- ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

### Índice

1.- Objeto

2.- Geología

3.- Geotecnia

4.- Conclusiones

Anexo 1.- Plano Geológico

Anexo 2.- Caracterización geológica-geotécnica remodelación de la Avda. de la Constitución, Casetas (Zaragoza). Autor: ENSAYA; Consultor: SERING, S.A.

### 1.- OBJETO

El presente Anejo tiene por objeto describir los aspectos geológicos y geotécnicos que caracterizan los materiales presentes en el entorno de las calles Olmo, Baleares, Polígono, Avda. Constitución y vías del FFCC en el barrio de Casetas, perteneciente al municipio de Zaragoza.



Desde el punto de vista orográfico, se pueden diferenciar dos superficies a niveles altimétricos distintos. Una superior en torno a la cota 215 metros, existiendo un salto de unos ocho o diez metros hasta alcanzar la llanura de inundación, situada en torno a los 208 metros (donde mayormente se emplazan las actuaciones recogidas en el Proyecto).

### 2.- GEOLOGÍA

El barrio de Casetas (Zaragoza), queda incluido en la denominada Hoja Geológica Nº 354 – Alagón, Escala 1:50.000. Dicha Hoja se sitúa en el sector central de la Depresión del Ebro, estando toda su superficie comprendida dentro de la provincia de Zaragoza y, en concreto, el área de estudio que se circunscribe al entorno de algunas calles del barrio de Casetas.

El río Ebro, localizado al norte de Casetas, discurre en dirección NO-SE y representa el punto topográfico más bajo. Bajo este punto de vista, el casco urbano del barrio de Casetas se emplaza en las terrazas inferiores del río Ebro, en torno a la cota 216-215 metros, existiendo un salto de unos ocho o diez metros hasta alcanzar la llanura de inundación, situada en torno a los 209-207 metros (donde mayormente se emplazan las actuaciones recogidas en el Proyecto) y llegando a la cota 203-202 en el cauce del río, enlazando con el aluvial actual.

Geológicamente, en la hoja indicada afloran depósitos de edad terciaria y cuaternaria (emplazamiento de Casetas). Los depósitos terciarios se dividen en dos unidades que se han denominado como: Unidad Evaporítica y Unidad Carbonatada. El Cuaternario cubre la mayor parte de la superficie, estando representado por depósitos y morfologías variadas, entre los que cabe destacar las terrazas del Ebro, diferentes generaciones de glaciares, coluviones, aluviales, etc.

Dado que los afloramientos terciarios se presentan alejados del área de estudio, o bien, a cierta profundidad de la superficie, cubiertos por depósitos cuaternarios (glaciares, terrazas, etc.), nos ceñiremos especialmente a estos últimos. Los depósitos pertenecientes a esta edad están ampliamente representados en la Hoja. De acuerdo con el mapa geológico, el emplazamiento objeto de estudio queda representado geológicamente por depósitos cuaternarios del Holoceno, concretamente los agrupados en las siguientes unidades denominadas (ver Anexo 1: Plano Geológico):

17.- Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas. Representan depósitos de terraza. Sobre ellos se asienta la mayor parte del caserío de Casetas.

19.- Conglomerados poligénicos, arenas, limos y arcillas. Representan depósitos de la llanura de inundación del río Ebro. Sobre ellos se asienta algunas instalaciones y edificaciones de Casetas.

Desde el punto de vista tectónico, la Cuenca del Ebro muestra una estructura geológica muy sencilla, con capas subhorizontales o con buzamientos muy suaves en la mayor parte de la cuenca, como es el caso del emplazamiento que nos ocupa.

De cualquier forma, el rasgo más característico de la zona se centra en las deformaciones diapíricas y la creación de campos de dolinas, bien visibles cuando existen depósitos cuaternarios (sin embargo, la modificación superficial del terreno debido a las actividades antrópicas dificultan su identificación). Los fenómenos más frecuentes son los de disolución y colapso que son activos en la actualidad.

Desde el punto de vista geomorfológico, la hoja de Alagón está situada en la zona central de la Depresión Terciaria del Ebro, en su parte aragonesa, donde los materiales detríticos, evaporíticos y carbonatados pertenecientes al Mioceno, se disponen tabularmente, con ligera pendiente general hacia el Ebro. Estos sedimentos terciarios subhorizontales han sido modelados por la actividad erosiva de la red fluvial cuaternaria, hoy representada por el río Ebro y sus afluentes, en particular el Jalón, presente en su tramo final. Dicha cuenca está recorrida diagonalmente de NO a SE por el curso del río Ebro, a cuyo valle actual descienden las dos amplias vertientes, la de la margen izquierda procedente de la Sierra de Castejón y la del margen derecho de la Muela de Zaragoza. Dentro de este conjunto se puede distinguir:

El corredor del río Ebro se ha considerado como la franja NNO-SSE definida por la llanura aluvial actual del Ebro. Tiene una anchura media de unos 4 a 5 Km y, está recorrido por el cauce actual meandriforme del Ebro, que tiende a adosarse al límite, fuertemente escarpado, de la margen izquierda. Dentro de este corredor se ubica la parte norte del caserío de Casetas.

Desde el punto de vista hidrológico, el régimen del río Ebro en esta zona se caracteriza por el predominio de aguas altas de Noviembre a Mayo y muy pronunciados estiajes en los meses de Julio-Agosto. La pendiente del río es del orden del 0,7%. En este sentido, la red de drenaje, en función de esta escasa pendiente, está poco jerarquizada.

Desde el punto de vista del estudio del modelado, en lo relativo a las formas de génesis exógena que concitan en la ubicación de las actuaciones, se pueden distinguir: fluviales, poligénicas, kársticas y antrópicas.

#### Fluviales

Las formas fluviales más destacadas están elaboradas por la evolución de la red de drenaje cuyo nivel de base local lo define actualmente el río Ebro. A este río se atribuyen, por criterios geomorfológicos, las terrazas de 10, 25, 35 y 55-60 m, correlacionadas siempre que existe continuidad, con las de los cursos bajos del Jalón y Gállego. El cauce del Ebro es meandriforme,

quedando marcadas frecuentemente en las terrazas más modernas las cicatrices de acreción y meandros abandonados ("galachos").

#### Kársticas

Son procesos que han tenido y tienen particular relevancia en el modelado de la hoja. Su origen hay que buscarlo en la disolución de los yesos terciarios, fundamentalmente en dos niveles: uno en las cotas próximas a los 400 m y otro sobre los 220 m, afectando a terrazas de la margen derecha del Ebro.

#### e) Antrópicas

La actividad antrópica es alta en el fondo de los valles y, especialmente, en la llanura aluvial actual y en las terrazas inferiores del río Ebro, donde la mayoría del cultivo es de regadío. Asimismo, son reseñables en estos depósitos las canteras de áridos.

Desde el punto de vista hidrogeológico, el único acuífero importante existente en la hoja de Alagón es el denominado por el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) "Acuífero nº 62: Aluvial del Ebro". Este acuífero pertenece al curso medio del río Ebro y lo conforman varios niveles de terrazas. La explotación principal se realiza en la terraza actual o llanura de inundación y en la primera y segunda terraza.

En la litología de la formación se distinguen dos tramos, uno inferior de gravas rodadas y bastante sueltas y otro superior formado por limos y arcillas con arenas que componen la base de la tierra vegetal cultivable. El substrato impermeable o muro del acuífero lo constituyen las facies evaporíticas del Mioceno.

La potencia de los terrenos acuíferos oscila entre 10 Y 30 metros, con un espesor saturado medio de 10 a 20 m. La anchura media del acuífero está comprendida entre 8 y 10 km.

Estudios hidrogeológicos llevados a cabo por el Instituto Tecnológico Geominero de España señalan para este acuífero, entre otras, las siguientes características hidrogeológicas siguientes:

- Espesor saturado: 10 - 20 m
- Porosidad: 0,1
- Transmisividad: 1.000-5.000 M2/día

### 3.- GEOTÉCNIA

Desde el punto de vista geotécnico, de acuerdo con el contenido recogido en la Hoja Geológica nº 354-Alagón, se pueden diferenciar dentro del área de estudio dos zonas con un comportamiento geotécnico y riesgo geológico algo diferentes. Estas son:

#### Zona II-2:

Se incluyen en esta área los distintos niveles de glacis generados durante el Cuaternario, así como conos de deyección, coluviones, etc. sus características son:

- Está constituida por gravas, limos y arcillas, encontrándose proporciones importantes de componentes yesíferos. Se incluye aquí la unidad cartográfica 17 (ver plano), que corresponden a formas de glacis modernos, conos de deyección y depósitos coluviales. Por lo tanto, la pendiente está condicionada por el tipo de depósito. Localmente, pueden encontrarse escarpes naturales.
- Son materiales permeables con drenaje profundo, si bien puede existir escorrentía en función de la pendiente y las características de las precipitaciones.
- Todos los materiales son ripables.
- La capacidad de carga es de media a baja, pudiendo existir asentamientos diferenciales.
- Son previsibles problemas de aterramiento, de disolución y hundimiento y de agresividad al cemento.

#### Zona III-2:

Se incluyen en esta área los depósitos de terraza que ha ido generando el Ebro a lo largo de su evolución cuaternaria, así como depósitos de fondo de valle plano y el aluvial actual. Sobre esta unidad se emplazan la mayor parte de las actuaciones. Sus características son:

- La litología de este grupo incluye gravas, arenas, limos y arcillas pertenecientes a las terrazas bajas del Ebro, fondos de valle planos, y aluvial actual. Engloba la unidad cartográfica 19 (ver plano). Son superficies muy planas que se aprovechan para cultivos.
- En general es permeable, pero aparecen zonas arcillosas donde la permeabilidad disminuye e incluso desaparece.
- La capacidad de carga es media, pudiendo ser baja por la presencia de arcillas.
- El conjunto es ripable.
- Son esperables procesos erosivos, especialmente en los alrededores del curso fluvial, aterramientos e inundaciones en épocas de crecida. Al situarse en el seno de importantes

series evaporíticas, son previsibles procesos de disolución y hundimiento, asientos diferenciales y agresividad al hormigón.

De acuerdo con la naturaleza de estos materiales, los parámetros geotécnicos que pueden asignarse a estos materiales son los siguientes (Anexo-2: Estudio ENSAYA-SERING, S.A.):

#### Materiales limosos y lomo arcillosos

Angulo de rozamiento interno: 28°

$C' = 1 \text{ t/m}^2$  (nula bajo freático)

Modulo de deformación: 75-100 kg/cm<sup>2</sup>

#### Materiales granulares

Angulo de rozamiento interno: 36°

$C' = 1 \text{ t/m}^2$

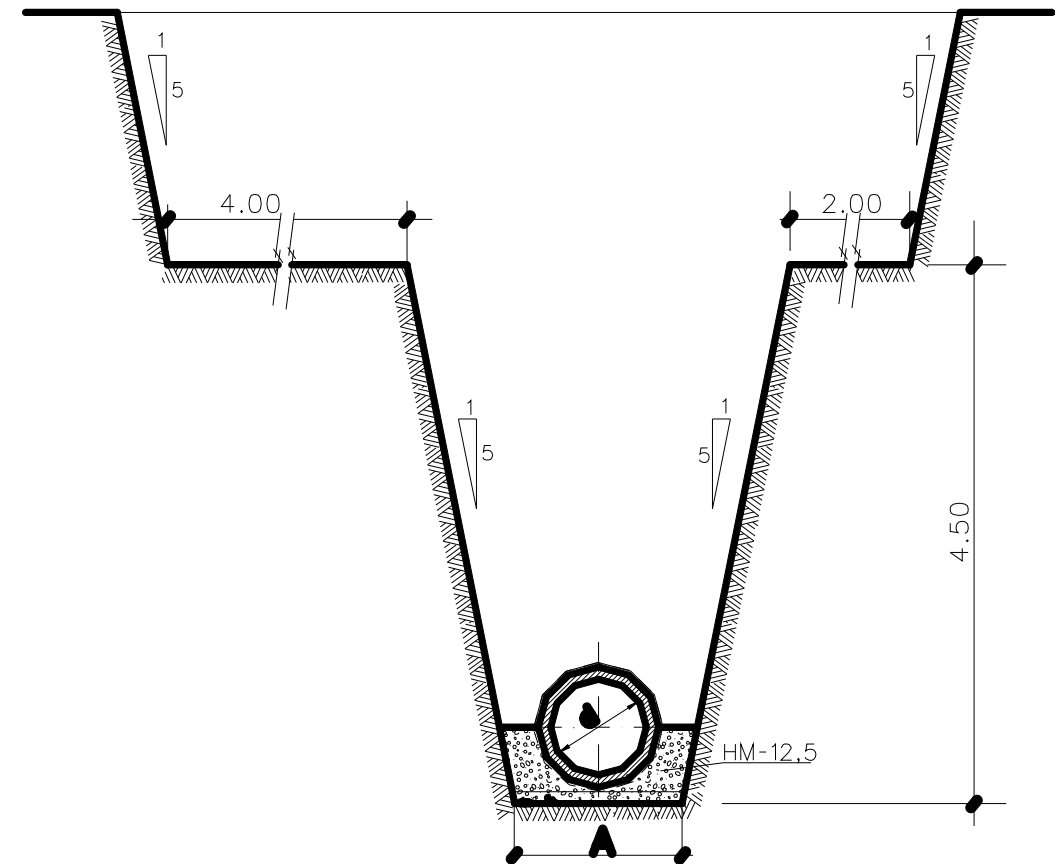
Modulo de deformación: 400-500 kg/cm<sup>2</sup>

### 4.- CONCLUSIONES

La excavación de estos materiales podrá realizarse con retroexcavadora y las zanjas a ejecutar deberán entibarse, al menos, en la parte inferior, de acuerdo con los esquemas siguientes:

### ZANJA PARA PROFUNDIDADES SUPERIORES A 4,50 M

NO SE DEJARAN LAS TIERRAS EN LAS BANQUETAS  
LA DIMENSION "A" ESTA EN FUNCIÓN DEL Ø DEL TUBO



Asimismo, la posibilidad de la presencia del nivel freático a escasa profundidad según la época del año (período de lluvias), hará necesario el empleo de equipos de achique al objeto de mejorar las condiciones de trabajo.

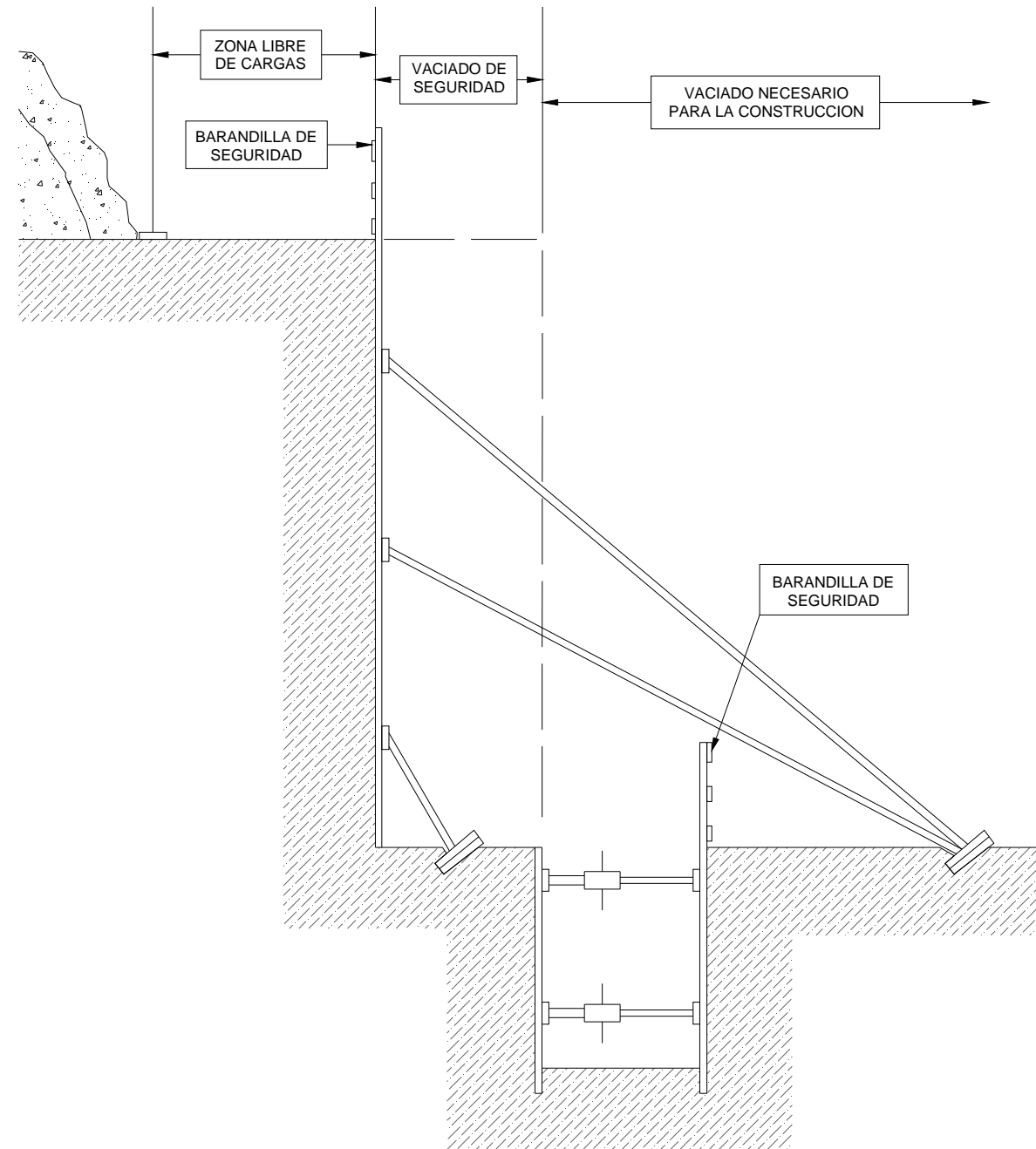
Especial cuidado deberá tenerse, en relación a los aspectos señalados, en la ejecución de los pozos de ataque para la realización de las hincas (una bajo la acequia de La Almozara y otra bajo las vías del FFCC).

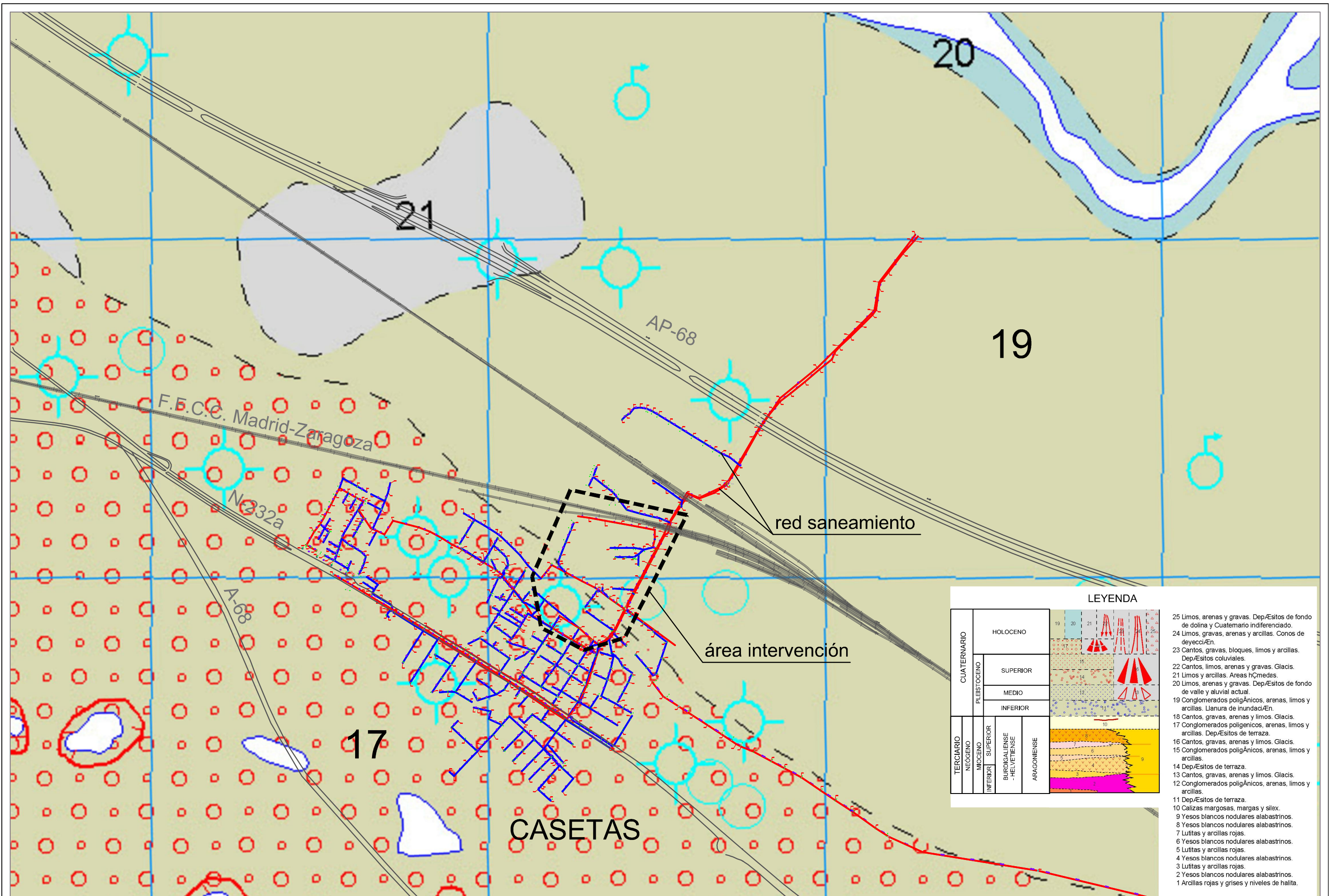
Por otro lado, y en lo relativo a las perforaciones con hincas, es de prever la presencia de depósitos de grava entre los cuales pueden encontrarse algunos lentejón de materiales más finos.

Dada la ubicación de las obras, la naturaleza de los materiales del substrato y de las aguas, el hormigón a emplear en las unidades enterradas será necesario que sea sulforresistente.

#### Anexo 1.- Plano Geológico

#### Anexo 2.- Caracterización geológica-geotécnica remodelación de la Avda. de la Constitución, Casetas (Zaragoza). Autor: ENSAYA; Consultor: SERING, S.A.





**LEYENDA**

CUATERNARIO	PLEISTOCENO	HOLOCENO	25 Limos, arenas y gravas. Dep/Esitos de fondo de dolina y Cuaternario indiferenciado.
		SUPERIOR	24 Limos, gravas, arenas y arcillas. Conos de deyecci/En.
		MEDIO	23 Cantos, gravas, bloques, limos y arcillas. Dep/Esitos coluviales.
		INFERIOR	22 Cantos, limos, arenas y gravas. Glacis.
TERCIARIO	NEÓGENO	BURDIGALIENSE - HELVETIENSE	21 Limos y arcillas. Areas hÇmedas.
		ARAGONIENSE	20 Limos, arenas y gravas. Dep/Esitos de fondo de valle y aluvial actual.
			19 Conglomerados poligÁnicos, arenas, limos y arcillas. Llanura de inundaci/En.
			18 Cantos, gravas, arenas y limos. Glacis.
			17 Conglomerados poligenicos, arenas, limos y arcillas. Dep/Esitos de terraza.
			16 Cantos, gravas, arenas y limos. Glacis.
			15 Conglomerados poligÁnicos, arenas, limos y arcillas.
			14 Dep/Esitos de terraza.
			13 Cantos, gravas, arenas y limos. Glacis.
			12 Conglomerados poligÁnicos, arenas, limos y arcillas.
			11 Dep/Esitos de terraza.
			10 Calizas margosas, margas y silix.
			9 Yesos blancos nodulares alabastrinos.
			8 Yesos blancos nodulares alabastrinos.
			7 Lutitas y arcillas rojas.
			6 Yesos blancos nodulares alabastrinos.
			5 Lutitas y arcillas rojas.
			4 Yesos blancos nodulares alabastrinos.
			3 Lutitas y arcillas rojas.
			2 Yesos blancos nodulares alabastrinos.
			1 Arcillas rojas y grises y niveles de halita.

**CARACTERIZACIÓN  
GEOLÓGICO-GEOTÉCNICA  
REMODELACIÓN DE LA AVDA.  
DE LA CONSTITUCIÓN. CASETAS  
(ZARAGOZA)**

**SERING, S.A.**

**Cuarte de Huerva (Zaragoza), Septiembre de 2010**

**ÍNDICE**

- 1.- ANTECEDENTES**
- 2.- GEOLOGÍA Y GEOTECNIA**
- 3.- CONCLUSIONES**

**APÉNDICES**

- FIGURA 1.- PLANO DE SITUACIÓN DE LA ZONA DE ACTUACIÓN**
- FIGURA 2.- ENCUADRE GEOLÓGICO DE LA ZONA. ESCALA 1:50.000.**
- FIGURA 3.- PERFIL GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO DE LA ZONA OBJETO DE ESTUDIO**

## 1.- ANTECEDENTES

El peticionario nos encarga la realización de un estudio de caracterización geológica y geotécnica del terreno donde se sitúa la Avenida de la Constitución en Casetas (Zaragoza) (*Figura 1* de los Apéndices).

Se ha realizado una recopilación bibliográfica y se ha utilizado la experiencia obtenida por Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A. en trabajos efectuados en zonas próximas.

## 2.- GEOLOGIA

### Geología general

Casetas se sitúa en la parte central de la Depresión Terciaria del Ebro, con materiales de origen continental pertenecientes al sustrato Terciario (Edad Mioceno) y al recubrimiento Cuaternario.

Los afloramientos Terciarios se presentan generalmente recubiertos por depósitos Cuaternarios (glacis y terrazas) que en esta zona alcanzan espesores importantes.

El sustrato Terciario Mioceno esta constituido por margas y argilitas en tonos marrones y verdosos principalmente, con yeso en todas sus modalidades.

Los sedimentos terciarios dispuestos subhorizontalmente han sido modelados por la actividad erosiva de la red fluvial cuaternaria representada por el río Ebro y sus afluentes.

El recubrimiento Cuaternario esta conformado fundamentalmente por depósitos de origen aluvial (gravas, arenas y limos) que debido a los diferentes ciclos de acumulación se disponen en las denominadas terrazas aluviales del Ebro. Se diferencian terrazas altas, medias

y bajas en función de su situación con respecto a la cota del cauce y su llanura de inundación actual (*Figura 2* de los Apéndices).

Hidrogeológicamente, los materiales del recubrimiento Cuaternario son permeables por porosidad intergranular y conforman el único acuífero importante de la zona denominado por el Instituto Tecnológico Geominero de España (ITGE) “Acuífero nº 62 Aluvial del Ebro”. Las argilitas y margas del sustrato Terciario impermeable constituye el muro de este acuífero.

Como aspecto geomorfológico importante hay que destacar la presencia de fenómenos de subsidencia (dolinas) en el entorno, aspecto que se comenta posteriormente con más detalle.

### Geología y geotecnia local.

La zona, de acuerdo con el Mapa geológico y geomorfológico, Hoja 354 “Alagón” Escala: 1:50.000, se sitúa sobre la actual llanura de inundación del río Ebro, quedando el escarpe de las terrazas bajas inmediatamente al Sur de la Avenida de la Constitución.

El nivel freático en la zona objeto de este estudio se encuentra íntimamente relacionado con el nivel de base del río Ebro, quedando a una profundidad que puede estar en torno a 1,50 m en época de riegos o inundación y a más de 2-2,5 m el resto del año.

Respecto a la presencia de subsidencia en la zona, aunque el “Estudio de Riesgos de Hundimientos Karsticos en el Corredor de la Carretera de Logroño” (Dto. de Geología de la Universidad de Zaragoza, 1998) la enmarca en el mapa de peligrosidad (plano 3b) dentro de la zona de peligrosidad potencial media-alta, no refleja ninguna zona de subsidencia en el área de actuación (Plano 3a “Mapa de dolinas” del mencionado informe). Dada la actuación prevista no se considera necesario tomar medidas especiales en la ejecución de la obra, salvo que, en caso de proyectar el paso de tuberías de agua por la avenida, se eviten, en la medida

de lo posible, pérdidas de agua que favorezcan la migración de materiales finos (limos y arenas) a niveles inferiores.

Litológicamente, cabe esperar que debido a la actividad antrópica existente en zonas urbanas, superficialmente se encuentre un nivel de rellenos antrópicos de espesor indeterminado, en principio formados únicamente por actuaciones urbanísticas anteriores (zahorras, gravas y limos arcillosos con cascotes) y/o un nivel de antigua tierra de cultivo. Según los datos de zonas próximas, el espesor de rellenos, en general, será pequeño, del orden de 1 m, salvo en puntos donde pueda ser superior (zanjas, pozos, etc.).

Bajo los rellenos antrópicos, se sitúan los materiales aluviales, con un espesor superior a los 5-7 m, que mayoritariamente están constituidos por depósitos gruesos, gravas poligénicas con matriz arenosa y/o limo-arenosa. Intercalados entre estos depósitos se pueden encontrar depósitos de granulometría fina (arenas, limos y arcillas) dispuestos irregularmente, en lentejones y niveles de escaso espesor.

Al situarse la zona sobre la actual llanura de inundación, es previsible (si no ha sido total o parcialmente retirada en actuaciones previas) que sobre los depósitos gruesos se encuentre un nivel limoso y limo arcilloso con cantos dispersos, característico de la actual llanura de inundación, con un espesor que puede oscilar entre 1 y 2 m bajo el primer nivel de rellenos y/o tierra de cultivo.

Dado el espesor del recubrimiento Cuaternario y las actuaciones previstas no es probable que se alcance el sustrato Terciario, ni siquiera los depósitos granulares Cuaternarios.

En la *Figura 3* de los apéndices se incluye un perfil esquemático y aproximado de los materiales representativos y sus espesores previstos en la zona objeto de estudio.

A partir del Mapa Geotécnico y de Riesgos de la Ciudad de Zaragoza y de la amplia experiencia de Laboratorio de Ensayos Técnicos, S.A. en la zona de estudio, los parámetros geotécnicos que pueden asignarse a los materiales presentes son los siguientes:

*Rellenos antrópicos.*

Suelo no apto. Potencialmente colapsable.

*Materiales limosos y limo-arcillosos*

Angulo de rozamiento interno: 28°

$C' = 1,0 \text{ t/m}^2$  (Nula bajo freático)

Módulo de deformación: 75-100 kg/cm<sup>2</sup>

*Materiales granulares.*

Angulo de rozamiento interno: 36°

$C' = 1,0 \text{ t/m}^2$

Modulo de deformación: 400-500 kg/cm<sup>2</sup>

### 3.- CONCLUSIONES

La Avenida de la Constitución, en Casetas (Zaragoza), se sitúa en la llanura de inundación del río Ebro (recubrimiento Cuaternario), constituida por depósitos de materiales finos superficiales que se sitúan sobre depósitos granulares.

Las características geotécnicas de los materiales aluviales son, en general, buenas. La excavación podrá realizarse con retroexcavadora y los taludes subverticales previstos serán temporalmente estables sobre el nivel freático.

Superficialmente existe la posibilidad de encontrar una capa de espesor normalmente en torno a 1 m de rellenos antrópicos.

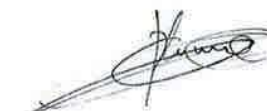
Dependiendo del espesor de estos rellenos, caracterizados geotécnicamente como inestables, se deberán tomar las medidas de precaución necesarias en la excavación temporal de los mismos, tales como realizar taludes suaves, como máximo del 1H:1V o bien entibar las zanjas si el espesor fuese importante. En caso de aparición del nivel freático se deberá agotar y/o entibar. Si se prevén zanjas inferiores a un metro no serán necesarias medidas de contención especiales, pudiéndose adoptar taludes subverticales, en general, sin descartar inestabilidades en alguna zona debido a la naturaleza de los materiales.

Así mismo, para el diseño de los firmes habrá que tener en cuenta que la capa de rellenos antrópicos, si existiera, deberá ser compactada, eliminando siempre los 30-40 cm más someros. Los suelos aluviales gruesos (gravas y arenas) pueden considerarse como suelos seleccionados, según el Pliego PG-3 y los suelos limosos y limo-arcillosos como tolerables, siendo necesario retirar los primeros 0,30 m, escarificar y compactar.

Para el hormigón en contacto con posibles rellenos antrópicos debe considerarse un tipo de exposición Q<sub>b</sub>, según la Instrucción E.H.E. Para el hormigón en contacto con suelos naturales de las terrazas aluviales no será necesario en principio el uso de cemento sulforresistente. No obstante en obra deben hacerse los análisis pertinentes.



Fdo. Yolanda Sánchez García  
Geóloga



Fdo. Octavio Plumed Parrilla  
Ingeniero de Caminos

VºBº del Director



Fdo. Javier Prats Rivera  
Ingeniero de Caminos

**APENDICES**

**FIGURA 1**

**PLANO DE SITUACIÓN DE LA ZONA DE ACTUACIÓN**



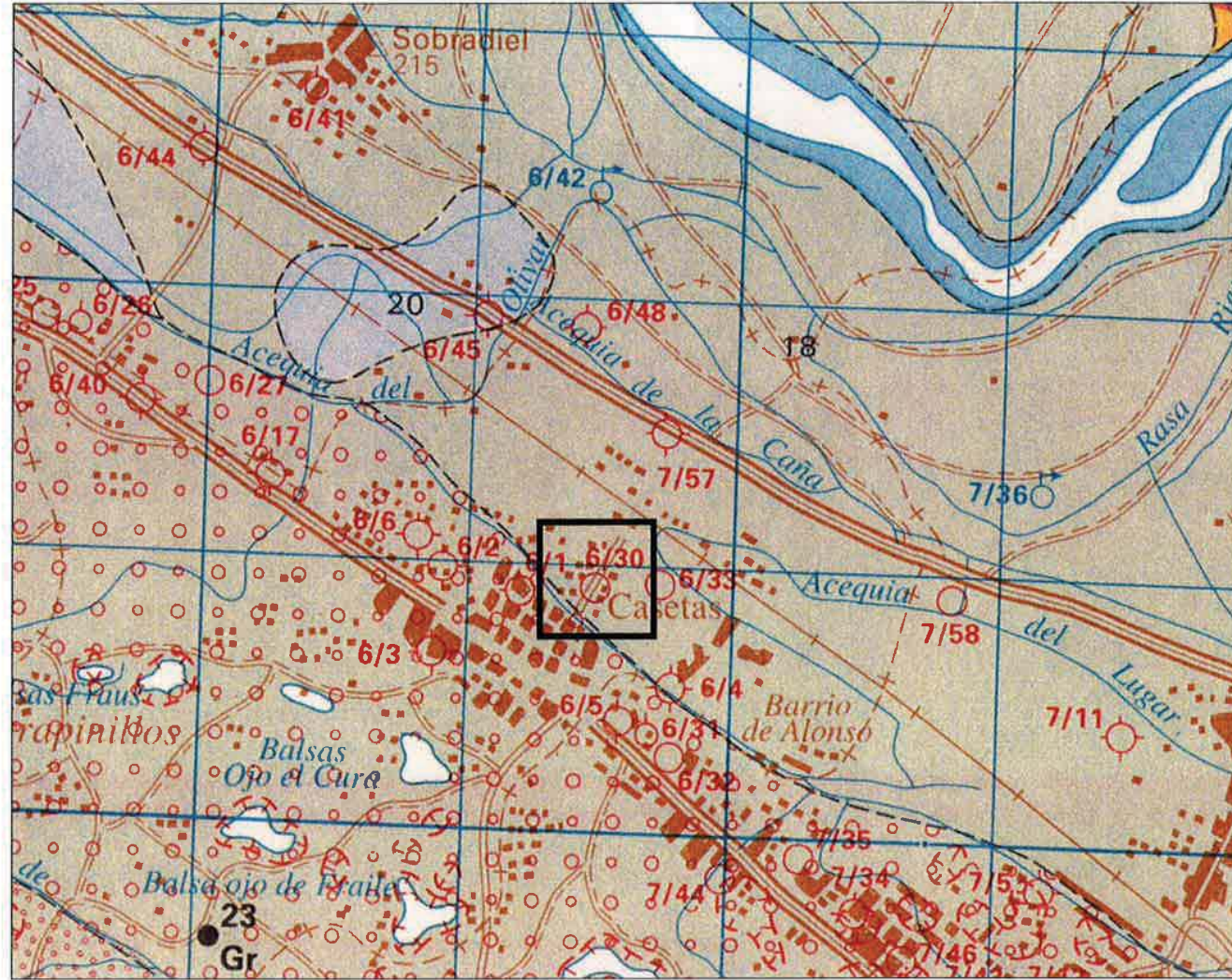
## PLANO DE SITUACIÓN

ESCALA: 1/2.000

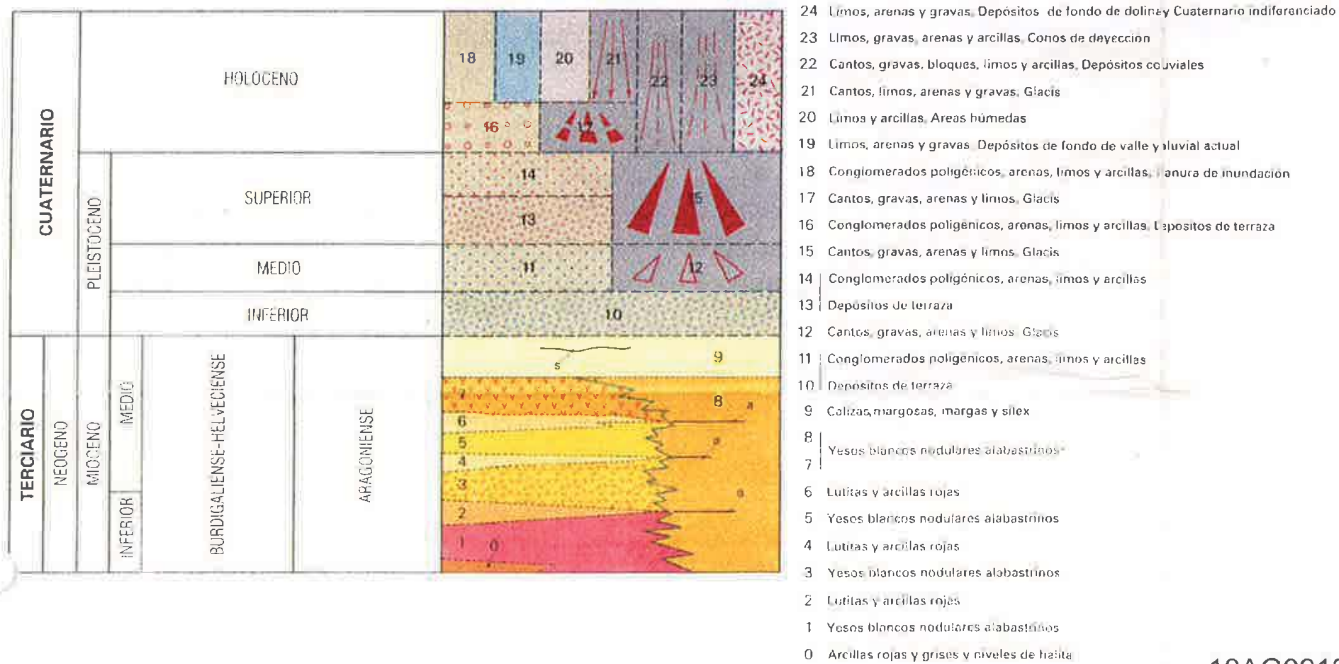
10AG0913

**FIGURA 2**

**ESQUEMA GEOLÓGICO DE LA ZONA. ESCALA 1:50.000.**



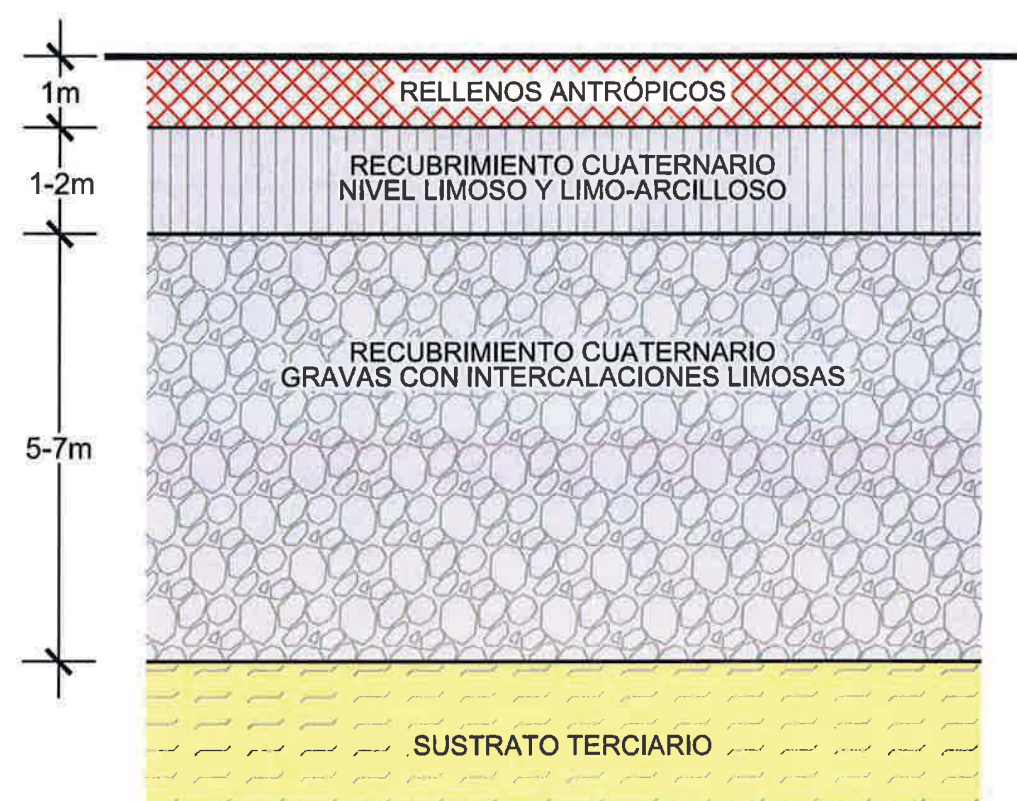
**PLANO DE SITUACIÓN GEOLÓGICA**  
ESCALA: 1/25.000



10AG0913

**FIGURA 3**

**PERFIL GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO DE LA ZONA  
OBJETO DE ESTUDIO**



**PERFIL GEOLÓGICO ESQUEMÁTICO  
DE LA ZONA OBJETO DE ESTUDIO**