

ANEJO Nº 2 GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	3
2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA	3
3. GEOTECNIA.....	8
4. HIDROGEOLOGÍA	10

1. INTRODUCCIÓN

A continuación se resume parte de los datos aportados en el proyecto de *CONSTRUCCIÓN DE PLATAFORMA Y VÍA NUEVO ACCESO FERROVIARIO AL NORTE Y NOROESTE DE ESPAÑA MADRID-SEGOVIA-VALLADOLID / MEDINA DEL CAMPO TRAMO: ACCESOS A VALLADOLID E INTEGRACIÓN URBANA DE SU RED ARTERIAL FERROVIARIA SUBTRAMO: RÍO DUERO-TÚNEL DE PINAR DE ANTEQUERA PROVINCIA: VALLADOLID LONGITUD: 5,4 KM*, relativos a la geología, geotécnia e hidrología de la zona.

2. DESCRIPCIÓN GEOLÓGICA DE LA ZONA

El área del trazado de la Línea de Alta Velocidad analizada está situada geológicamente en el centro de la Cuenca del Duero, en la Submeseta Septentrional.

La cuenca del Duero, que presenta una extensión aproximada de 55.000 km², se encuentra rellena por materiales de edad Terciaria y Cuaternaria depositados en régimen continental, que rellenan y tapizan las irregularidades de un substrato Paleozoico perteneciente al Macizo Hespérico. Los materiales neógenos son los que alcanzan un mayor desarrollo en la Cuenca y los materiales pertenecientes al paleógeno sólo afloran en los bordes de la Cuenca, en forma de manchas aisladas de extensión variable.

En la zona afectada por el trazado se pueden diferenciar materiales desde el Terciario, al Cuaternario más reciente.

El Cuaternario y las formaciones superficiales constituyen, en la zona de estudio, un recubrimiento generalizado sobre el substrato terciario, predominantemente de origen aluvial y antrópico. Tienen una edad comprendida entre el Plioceno Medio y el Cuaternario más reciente.

Los materiales afectados por el trazado del presente estudio son principalmente materiales de recubrimiento de edad Cuaternario y origen aluvial y antrópico que se disponen suprayacentes, con potencias medias en torno a los cuatro metros, a materiales terciarios (Neógenos), que en la zona de estudio únicamente afloran en superficie en un escarpes de terraza que ha sido identificado unos metros después del final del subtramo.

Es destacable, en el inicio del subtramo en estudio, la existencia de rellenos antrópicos correspondientes a zonas de escombreras, que rellenan excavaciones realizadas para la extracción de gravas.

Por otro lado, a lo largo de la zona de estudio se distinguen los rellenos estructurales correspondientes a los terraplenes realizados para la ejecución de carreteras de la zona y de la actual vía férrea, todos ellos también de origen antrópico.

▪ **TERCIARIO/NEOGENO (MIOCENO INFERIOR)**

Los depósitos miocenos de la Unidad Pedraja de Portillo, constituidos por arcillas arcósicas rojizas y gris verdosas, entre las que se intercalan canales de arcosas finas a gruesas, son las formaciones geológicas principalmente afectadas a nivel de rasante en el tramo soterrado, a pesar no aflorar en la zona afectada por la traza.

Dentro de esta formación es posible distinguir dos grandes grupos litológicos claramente diferenciados.

Unidad Pedraja de Portillo: Arenas (Tar)

Esta litología es la predominante en la formación del Mioceno. Genéricamente son arenas silíceas, de finas a gruesas, limosas y arcillosas, en ocasiones limpias, de colores que van desde anaranjado-verdoso a marrón-grisáceo con ocasionales encostramientos por carbonatos, a veces con cierta plasticidad, de compacidad densa a muy densa aunque en ocasiones se presentan flojas, masivas, con cierta cohesión.

Unidad Pedraja de Portillo: Arcillas (Tac)

Las arcillas son limosas y arenosas, de color que va desde marrón rojizo o marrón claro, de baja plasticidad, a veces con cementaciones por carbonatos, ocasionalmente micáceas, descritas en algún sondeo como “arcilla de modelar”

▪ **CUATERNARIO**

Los depósitos de recubrimiento cuaternario sobre el substrato mioceno, correspondientes a las terrazas asociadas a los cauces de los ríos Duero y Pisuerga (sistema Duero-Pisuerga), son las formaciones geológicas principalmente afectadas a nivel de rasante, excepto en el tramo soterrado.

Estos depósitos presentan bastante variabilidad lateral y vertical, sin embargo, a grandes rasgos, las terrazas aluviales están constituidas por gravas predominantemente de

cuarcita y cuarzo, con un porcentaje importante de cantos de caliza, entre los que se intercalan niveles y lentejones de arenas silíceas sueltas de grano medio y más raramente grueso, con escasa matriz limo-arcillosa.

En función de la granulometría ha sido posible describir en esta formación dos grandes grupos litológicos, Aluvial arenoso (Qar) y Aluvial gravoso (Qgr).

Aluvial Gravoso (Qar)

Se trata de una litología formada por arena de media a fina limosa, en ocasiones algo arcillosa, con cantos cuarcíticos redondeados dispersos, de color marrón rojizo. Presenta potencias variables entre los 0 y 5 metros, no siendo observable una continuidad lateral.

Aluvial Arenoso (Qgr)

Se trata de una litología de gravas y gravillas de naturaleza silícea, subredondeadas, de diámetro máximo 10 cm con matriz de arena media y/o gruesa y arcillo-limosa, con proporciones esqueleto/matriz variables, de color marrón rojizo. La potencia de estos materiales varía entre 0 y 6 metros, presentando una continuidad a lo largo de toda la zona de estudio.

▪ DEPÓSITOS DE ORIGEN ANTRÓPICO

En la zona de estudio se ha detectado la presencia de los siguientes depósitos antrópicos:

Rellenos estructurales (Qr)

Este tipo de materiales están constituidos por rellenos antrópicos constituidos por materiales que han sufrido un tratamiento previo antes de su puesta en obra y posteriormente durante la misma, para así cumplir una serie de especificaciones impuestas a los materiales para los usos al que fueron destinados. Estos materiales corresponden fundamentalmente a los terraplenes del actual ferrocarril que afectan al trazado en todo el tramo de estudio coincidente con la vía. También se observan en rellenos ejecutados con motivo de la construcción de carreteras de la zona.

Rellenos (Qri)

Suelen estar constituidos por residuos de inertes, residuos sólidos urbanos, del tipo escombros, desechos de canteras o graveras, etc. Estos materiales, deberán ser eliminados y transportados a vertederos en el caso de que la traza se disponga sobre ellos.

Desde el punto de vista de la tectónica el relleno de la Cuenca del Duero, en la zona de estudio, está constituido por materiales neógenos y cuaternarios de carácter continental, que han sido afectados escasamente por la Orogenia Alpina, como así se deduce de la disposición tabular o subhorizontal de los estratos.

Considerando la totalidad de la Cuenca se puede observar la existencia de una pendiente hacia los bordes, del orden del 1 por 1.000 en los alrededores del centro de la misma que aumenta progresivamente hasta llegar al 12 por 1.000 en las proximidades de los marcos montuosos.

Los dominios morfológicos del trazado a estudio están sobre una amplia planicie aluvial, correspondiente a la unidad del sistema de terrazas Duero-Pisuerga, concretamente a las terrazas bajas. Estos depósitos de terraza están formados principalmente por gravas arenosas de naturaleza cuarcítica, de color beige-marrón, correspondientes a las zonas de canal de la sedimentación fluvial, con intercalaciones de arcilla o limo, de espesor decimétrico que corresponden a períodos de inundación. Su espesor generalmente varía entre los 3 y 6 m, si bien en algunas zonas de paleocauce puede llegar a alcanzar los 8 m de potencia.

Morfológicamente estos depósitos dan lugar al típico relieve en graderío asociado al modelado fluvial, resultado del progresivo encajamiento del cauce de los ríos, en el que los niveles de terraza más antiguos se sitúan en las zonas topográficamente más elevadas, y los más recientes en las zonas más bajas y próximas a los ríos. En las terrazas más recientes, en ocasiones, aparecen recubrimientos limo-arcillosos con un espesor de 1-2 m que corresponden a episodios de llanura de inundación del río.

Esta unidad presenta dos subunidades correspondientes a dos niveles de terraza diferenciados:

La terraza más elevada y algo más antigua se encuentra situada entre el pk 1+650 y unos metros después del final del tramo de estudio. Esta terraza se encuentra situada a +18-20 m sobre el cauce de los ríos Duero y Pisuerga.

La segunda de las terrazas se extiende en torno a las proximidades del río Duero y el resto de la zona a estudio que comprende una terraza más baja y reciente situada a +6-8 m del cauce de los ríos.

La zona de tránsito entre las terrazas presenta una longitud de unos 250 metros, a lo largo de los cuales se salva una altura próxima a los 10 metros mediante una suave pendiente.

En cuanto a los riesgos geológicos, en la zona de estudio no existe ninguna zona a lo largo del trazado que, por sus características geológicas-geotécnicas, pueda considerarse como zona especial, con riesgo potencial de inestabilidad a gran escala.

En los taludes naturales y artificiales inventariados sobre las litologías terciarias y cuaternarias cartografiadas, únicamente se han observado acaravamientos en las litologías terciarias, así como desprendimientos de gravas por descalce en los sedimentos aluviales.

También cabe reseñar, que todo el trazado está afectado por un nivel freático alto, en el contacto entre los depósitos cuaternarios de terraza permeables y las arenas arcillosas terciarias, de permeabilidad baja, a tres metros de profundidad media.

La formación Pedraja de Portillo contiene porcentajes modestos de minerales de la arcilla predominantemente expansivos, lo que debe ser tenido en cuenta en la zona soterrada.

ESTUDIO DE MATERIALES

Para suplir las necesidades de materiales del presente estudio se recurrirá a la reutilización de los materiales extraídos a lo largo de la traza y a abastecimientos externos. Por otra parte es necesario llevar a los vertederos estudiados los materiales desechados.

Los materiales a emplear en la ejecución de terraplenes y de rellenos sobre losa superior del tramo soterrado serán suelos o materiales locales que se obtendrán de las excavaciones realizadas en la obra o en los préstamos aprobados por la Dirección de Obra.

Los volúmenes necesarios de materiales de relleno del presente proyecto son poco importantes, debido a que una gran parte del tramo a estudio discurre en situación de soterramiento (no presenta terraplenes) y a que la zona es prácticamente llana, situándose la rasante de la plataforma muy próxima a la rasante del terreno. Además de estos rellenos de baja altura existen rellenos sobre la losa superior del soterramiento, así como rellenos y terraplenes para realizar la reposición de viales.

Tanto el tramo en superficie como el soterrado presentan vía en balasto por lo que será necesario emplear capa de forma, balasto y subbalasto.

A esto hay que unirle la necesidad de balasto, subbalasto y capa de forma para la ejecución de las vías que rectificarán el trazado de las vías actuales, con objeto de permitir la ejecución del cajón ferroviario.

El material para ser empleado como balasto deberá obtenerse de una de las canteras homologadas por ADIF y por la Subdirección General de Planes y Proyectos de Infraestructuras Ferroviarias pertenecientes al Ministerio de Fomento, para que cumplan las especificaciones requeridas para este material. Las más próximas se encuentran en la provincia de Ávila (Aldeavieja, Canteras de Ávila y La Curva) y en la provincia de León (La Gotera).

Desde el punto de vista del aprovechamiento de materiales el trazado afecta a las siguientes unidades geotécnicas.

- Tierra vegetal
- Rellenos antrópicos indiferenciados
- Rellenos antrópicos estructurales
- Cuaternario aluvial (Inicio a 1+400)
- Cuaternario aluvial (1+400 a final)
- Terciario (Pedraja de Portillo)

3. GEOTECNIA

Para la redacción del proyecto se contaba con información suficiente para lograr una caracterización geotécnica de materiales, tanto en superficie como en profundidad, de campañas anteriores ejecutadas en la zona de estudio.

GRUPOS GEOTÉCNICOS

Las unidades geológico-geotécnicas diferenciadas son las siguientes:

- Tierra vegetal
- Tierra vegetal (Qv): nivel constituido por arena limosa con cantos dispersos y materia orgánica, color marrón oscuro.
- Materiales cuaternarios antrópicos (tipo suelo)
- Rellenos antrópicos estructurales (Qr): Se trata de gravas arenosas con balasto y arcilla limosa con bastantes cantos cuarcílicos, de color marrón oscuro.
- Rellenos antrópicos indiferenciados (Qri): Se trata de materiales muy heterogéneos que rellenan una gravera abandonada.
- Materiales cuaternarios fluviales
- Aluvial cuaternario gravoso (Qgr): Su composición es mayoritariamente gruesa formada por gravas y gravillas silíceas, subredondeadas, de diámetro máximo 10 cm, con matriz entre arenosa y arcillo-limosa. Color marrón rojizo.

- Aluvial cuaternario arenoso (Qar): Su composición responde a un medio de deposición menos energético que en el caso del aluvial cuaternario gravoso, tipo arena, limo y/o arcilla, con algún canto cuarcítico disperso. Color marrón rojizo.
- Aluvial cuaternario indiferenciado (Qi): Su composición responde a una mezcla entre el aluvial cuaternario gravoso y arenoso, es decir niveles de gravas y gravillas silíceas, subredondeadas, con matriz entre arenosa y arcillo limosa, intercaladas con depósitos de arena, limo y/o arcilla, con algún canto cuarcítico disperso. Color marrón rojizo.
- Materiales del sustrato (tipo suelo)
- Terciario arenosos (Tar): Fundamentalmente se distinguen materiales formados por arena arcillosa o con algo de arcilla.
- Terciario arcilloso (Tac): Entre el terciario arenoso se han detectado niveles de arcilla arenosa de poca entidad en alguno de los sondeos realizados. Estos niveles de arcilla arenosa, dada su escasa entidad se van a incluir junto con el resto del terciario (arena arcillosa) como una única unidad geotécnica.
- Terciario indiferenciado (Ti): También se incluyen los niveles de terciarios indiferenciados en los cuales no se ha distinguido entre los terciarios arenosos y gravosos.

En la siguiente tabla se muestran los parámetros geotécnicos más significativos de las diferentes unidades descritas:

RESUMEN DE CARACTERIZACIÓN DE GRUPOS GEOTÉCNICOS										
Grupo geotécnico	Humedad (%)	Densidad (t/m ³)	Compacidad	Cohesión (kp/cm ²)	Ángulo rozamiento interno (°)	C.M.	Módulo de deformación (MPa)	Escorabilidad	Permeabilidad (cm/s)	
Relinas ontópicas	Indiferenciadas	-	-	-	-	-	-	Muy fácil	10 ¹¹ -10 ¹²	
	Estructurales	2-7	2.0	Muy suelta- Medio	0	27-34	28-52	5	Muy fácil	10 ¹¹ -10 ¹²
Cuaternario fluvial	Arenoso	2-7	1.8-1.9	Medio	0	30-32	30-40	20	Fácil	10 ¹¹ -10 ¹²
	Gravoso	1-5	1.8-2.0	Densa	0	28-42	50- 100	47	Fácil	10 ¹¹ -10 ¹²
	Indiferenciado	8-12	1.8-2.0	Densa	0	28-42	20-50	55	Fácil	10 ¹¹ -10 ¹²
Terciario	Arenoso	8-18	1.8-2.1	Muy densa	0-1	22-28	2-85	28	Fácil	10 ¹¹ -10 ¹²
	Arcilloso	-	-	-	-	-	-	-	Fácil	10 ¹¹ -10 ¹²
	Indiferenciado	12-20	1.88-2.05	Muy densa	0-1	24-40	2-85	27	Fácil	10 ¹¹ -10 ¹²

4. HIDROGEOLOGÍA

Nivel freático

En cuanto al nivel freático de la zona de proyecto, se han efectuado medidas del mismo en los sondeos ejecutados y pozos de la zona, en diferentes fechas, con objeto de establecer las variaciones de los niveles de agua.

En general, puede decirse que las variaciones de nivel dentro de cada sondeo muestra a escala global un pequeño descenso de los niveles piezométricos, y a escala local un descenso de los niveles al final de la época estival (agosto y septiembre).

Comparando los niveles piezométricos de los distintos sondeos puede observarse una aumento de la cota absoluta del nivel freático a medida que nos alejamos de las proximidades del río Duero, hasta estabilizarse en torno a la cota 691-694 metros sobre el nivel del mar, coincidiendo con las proximidades del inicio del tramo soterrado.

Permeabilidad

El estudio de la permeabilidad del terreno es muy importante, especialmente en el caso del soterramiento, aunque también ha sido tomada en cuenta para el diseño de los drenes de los desmontes. La permeabilidad varía entre amplios límites, en los órdenes de magnitud de 10⁻² cm/s y 10⁻⁸ cm/s. Los valores más bajos corresponden a los materiales terciarios, los valores intermedios al cuaternario fluvial arenoso y a los rellenos antrópicos indiferenciados y los valores más altos al cuaternario fluvial gravoso y a los rellenos estructurales.

Agresividad

En función de la norma EHE vigente, tanto para la agresividad del suelo como del agua, una de las muestras de suelo resulta ser agresiva para el hormigón, con un tipo de exposición media debido a un contenido en ion sulfato SO₄²⁻ de 0,38%; a lo que hay que añadir que un 52% del total de las muestras de agua analizadas presentan un ataque débil y un 16% un ataque medio, puede concluirse la necesidad de ser tenido en cuenta este aspecto en la dosificación de los hormigones de las obras previstas, siguiendo las recomendaciones contempladas en la EHE, entre las que se incluye el empleo de cementos sulforesistentes.

Modelización y medidas a tomar en proyecto

De acuerdo a la delimitación de Unidades Hidrogeológicas establecida por la Dirección General de Obras Hidráulicas y el Instituto Geológico y Minero de España en el año 1990, el tramo estudiado comprende la Unidad Hidrogeológica 02.06 "Río Esla-

Valderaduey al N del río Duero. Por otro lado, el trazado en su parte inicial afecta también a la Unidad Hidrogeológica 02.12 “Aluviales del Duero y Afluentes” delimitada por los depósitos aluviales y terrazas de los ríos Duero, Cega y Adaja.

En dichas unidades hidrogeológicas los acuíferos están constituidos por los niveles de arenas y gravas intercalados en una secuencia terciaria predominantemente de naturaleza limo-arcillosa que configura la existencia de un acuífero heterogéneo y anisótropo donde el agua subterránea circularía preferentemente a través de los niveles más permeables (acuíferos), mientras que en los materiales menos permeables (acuitardos) el flujo subterráneo sería mucho más lento.

La Unidad Pedraja de Portillo (T) presenta principalmente una naturaleza de tipo arcillolimsa que hace que la permeabilidad de estos materiales sea de media-baja a muy baja, en función de la proporción de arcilla del sedimento. Los niveles más arenosos situados en la base de cada ciclo sedimentario constituirían los niveles más permeables y localmente podrían llegar a tener interés acuífero. Por el contrario, los niveles más arcillosos con los que culmina cada ciclo, presentarían una permeabilidad baja a muy baja.

Las formaciones cuaternarias que existen a lo largo del trazado pueden a constituir unidades acuíferas de interés debido a su elevada permeabilidad por porosidad intergranular y a que se encuentran recubriendo materiales terciarios de menor permeabilidad, originando acuíferos superficiales de carácter libre. Por su mayor extensión, permeabilidad y espesor, las formaciones cuaternarias que originan acuíferos aluviales más importantes son los depósitos de terraza del interfluvio Duero-Pisuerga.

En cuanto al funcionamiento hidrogeológico puede decirse que las formaciones permeables de edad Cuaternario se recargan a partir de la infiltración del agua de lluvia o por infiltración de cauces de arroyos, estimándose un valor de unos 60 mm.

El flujo subterráneo a través de ellas tiene lugar principalmente hacia O y SO, produciéndose una percolación de las aguas de los acuíferos superficiales hacia los profundos a través de la Unidad Pedraja de Portillo.

Las descargas de estos acuíferos se realizan de bien forma natural a través de manantiales, o bien son extraídas mediante pozos para riego agrícola.

De acuerdo con la modelización efectuada en el Estudio Complementario, en la zona de estudio se distinguen 2 acuíferos diferenciados; un acuífero superficial libre, constituido por sedimentos cuaternarios de origen aluvial, y un acuífero profundo confinado o semiconfinado constituido por depósitos detríticos del Terciario.

No se espera que la construcción del soterramiento produzca una reducción importante de los recursos hídricos del acuífero, en cambio la construcción del soterramiento puede provocar, si no se toman las medidas oportunas, un efecto barrera sobre el flujo subterráneo de los acuíferos afectados. Para paliar el efecto, o suavizarlo hasta valores aceptables, se proyectan la construcción de medidas de drenaje especiales que restituyan el flujo subterráneo del acuífero de un lado al otro del soterramiento.

A partir del estudio hidrogeológico realizado se han dispuesto sifones. Para la determinación de la capacidad hidráulica de estos sifones se ha realizado un cálculo aplicando la formulación de Bernouilli tanteando con distintas diferencias de cota entre los niveles de los pozos drenantes. Se ha dimensionado la conducción entre los pozos de los sifones. Se propone disponer un conducto de PVC de 250 mm de diámetro. Para la determinación de la capacidad hidráulica se ha realizado un cálculo aplicando la formulación de Bernouilli tanteando con distintas diferencias de cota entre los niveles de los pozos drenantes

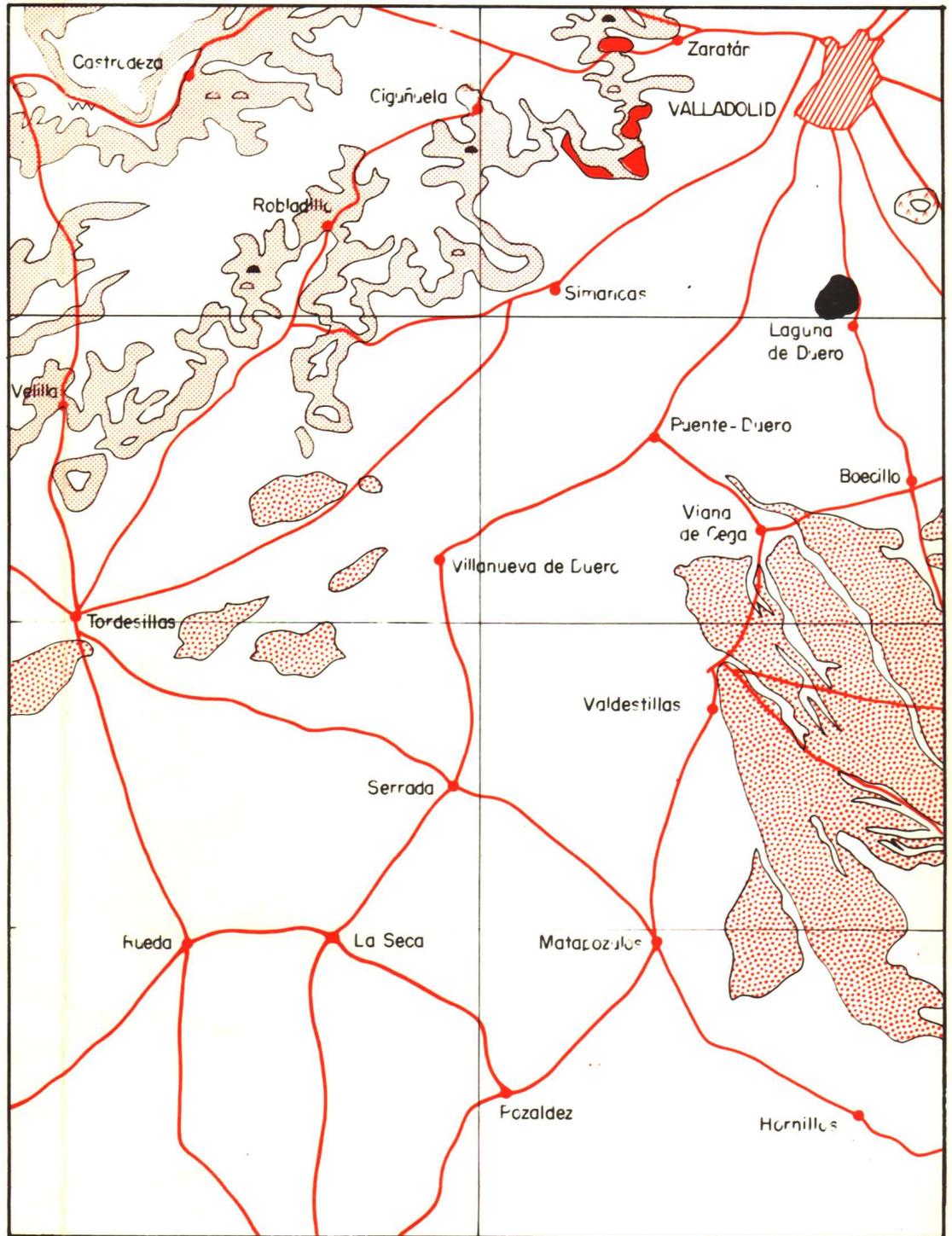
Estas medidas de drenaje minimizan el efecto barrera del soterramiento, según las simulaciones realizadas, hasta valores máximos de variación piezométrica de 0,7 m respecto a la situación anterior al inicio de las obras. El caudal que pasaría por la conducción en esas condiciones sería de 80,42 l/s, y la velocidad del agua de 1,14 m/s. Parece poco probable que el ascenso de los niveles piezométricos provocado por el soterramiento, en esta zona, vaya a afectar a posibles sótanos y/o garajes construidos bajo la superficie en el entorno de esta área. No obstante, se recomienda analizar la tipología de las edificaciones en el entorno de la obra, con el objeto de analizar en concreto el efecto de la variación de los niveles piezométricos sobre las cimentaciones y/o plantas construidas bajo la superficie del terreno.

Durante la etapa de construcción de las obras se recomienda, como medida temporal, y dado que los sifones no pueden ejecutarse hasta la conclusión de los dos cajones del túnel, la construcción de los siguientes dispositivos:

- 5 pozos de bombeo perforados en el acuífero cuaternario, entre los pp.kk. 4+220 y 4+700 con un espaciado de 80 m entre sí.
- 5 pozos de recarga con iguales características que los anteriores, pero situados aguas abajo del soterramiento, que en general consistirán en los propios pozos de recepción definitivos.
- Se recomienda asumir la posibilidad de que sea necesario la construcción de algún pozo adicional para evitar la formación de niveles freáticos colgados en el manto cuaternario, y/o reforzar la capacidad de bombeo entre los pp.kk. 4+220 y 4+700. La construcción y la distribución de estos pozos de bombeo adicionales deberán ser valoradas a la vista de las oscilaciones

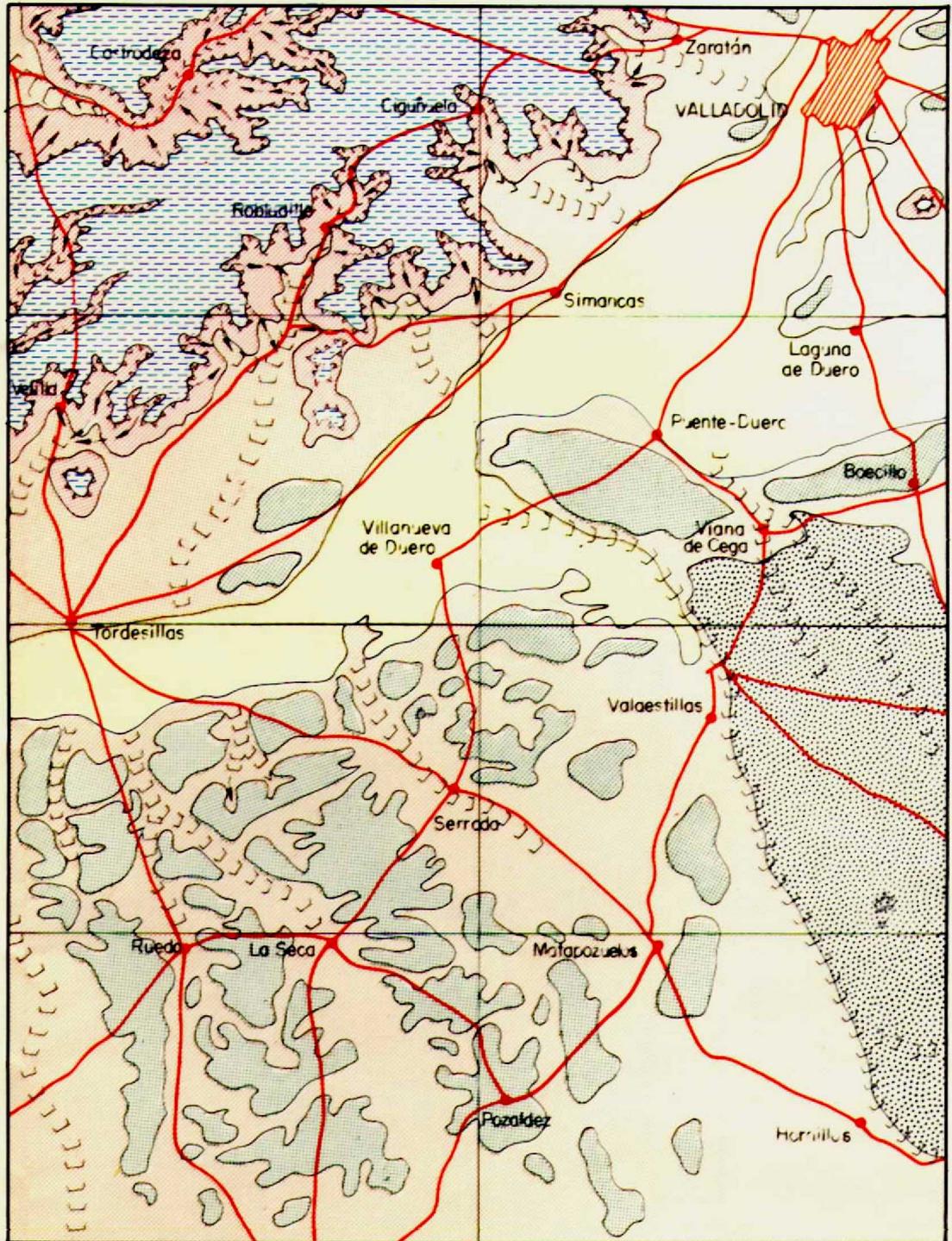
piezométricas reales, observadas en el entorno de la obra, durante la fase de construcción, así como la magnitud de los caudales de bombeo y su duración.

ESQUEMA GEOTECNICO



- | | | | |
|---|--|---|--------------------------------|
|  | Formación con problemas acusados de inestabilidad |  | Zona pantanosa. |
|  | Terrenos yesíferos peligrosos con problemas de agresividad, solubilidad e inestabilidad. |  | Deslizamientos en potencia. |
|  | Coluviales muy inestables. |  | Deslizamientos activos. |
|  | Arenas muy sueltas con problemas de aterramientos debido a su movilidad. |  | Problemas de abarrancamientos. |

ESQUEMA MORFOLOGICO



Páramo calizo.



Laderas abarancadas muy pendientes.



Laderas poco pendientes.



Mesas con montera de terraza.



Llanura alomada con extensos arenales.



Terrazas.



Escarpe.



Barrancos.

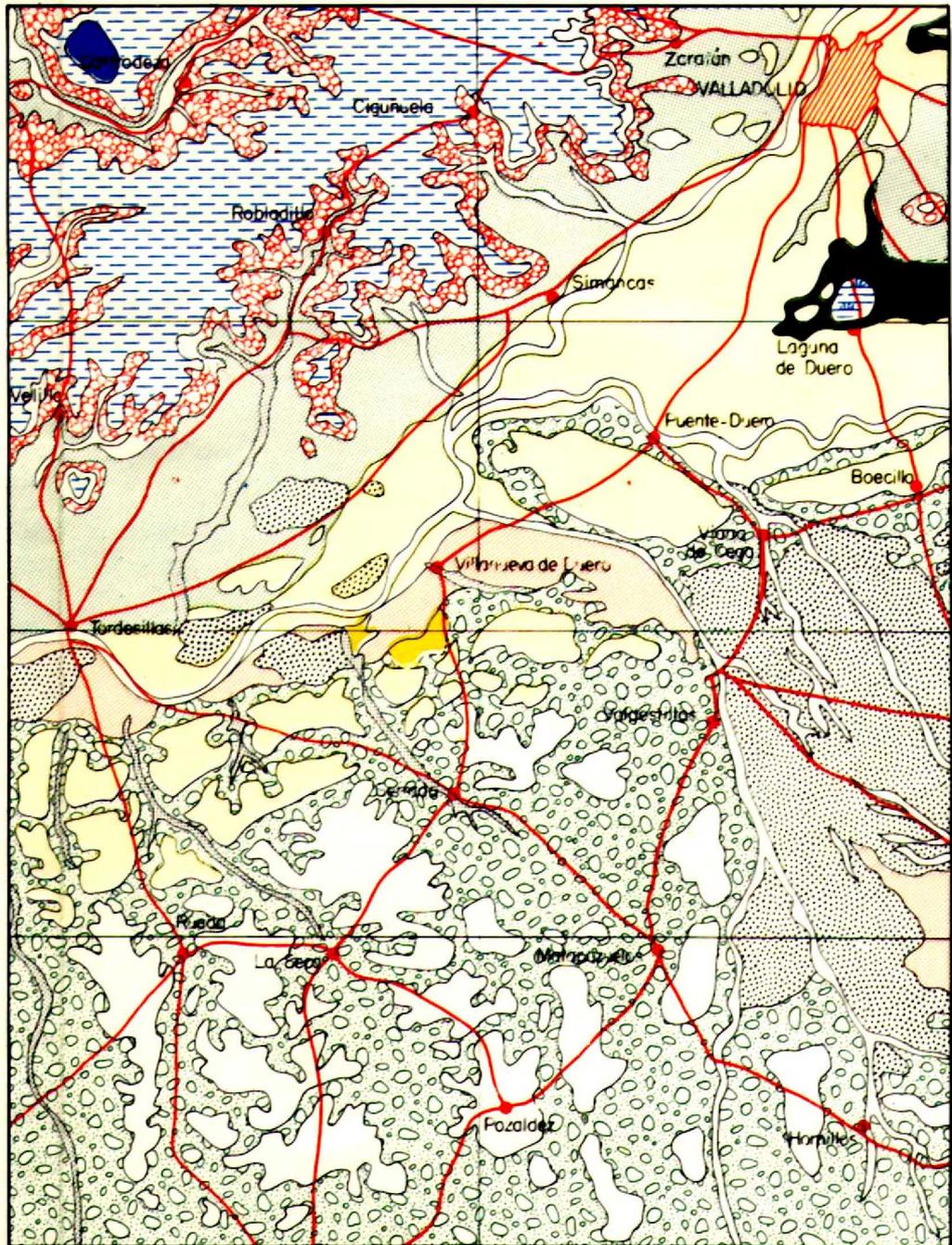


Valles en V.



Valles de fondo plano.

ESQUEMA DE SUELOS Y FORMACIONES DE PEQUEÑO ESPESOR



SUELOS NO COHESIVOS

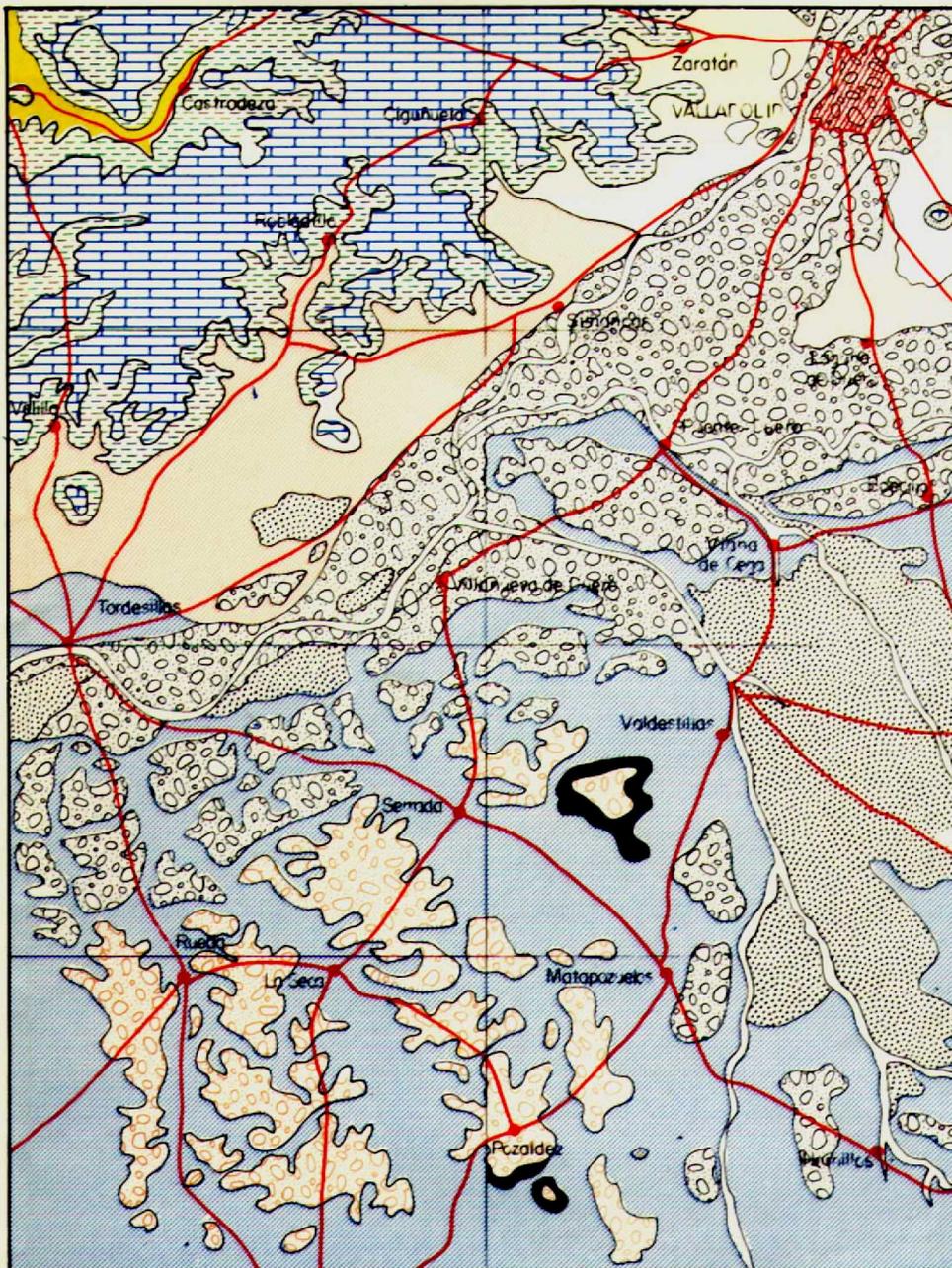
-  Eluvial limo-arcilloso con gravas cuarcíticas y arenas procedentes de la alteración de terrazas. Densidad media, sin cementar, permeabilidad media.
-  Coluvial de gravas y arenas con matriz arcillosa. Densidad baja, sin cementar, permeabilidad media.
-  Arenas eólicas cuarzosas mal graduadas. Densidad floja, sin cementar, alta permeabilidad.
-  Eluvial arenoso, procedente de la alteración de terrazas. Densidad floja, sin cementar, alta permeabilidad.
-  Eluvial areno-limoso de alteración de los grupos 321 a y b. Densidad floja, sin cementar, permeabilidad media.
-  Aluviales limo-arcillosos con gravas y arenas. Densidad media, sin cementar, permeabilidad alta.

SUELOS COHESIVOS

-  Eluvial limo-arcilloso con cantos y bloques calizos procedente de la alteración del grupo 321 h. Sin consolidar, plasticidad alta, resistencia blanda.

-  Coluvial limo-arcilloso con cantos y bloques calizos apareciendo yesos dispersos en su masa, procedente del grupo 321 f. Sin consolidar, plasticidad alta, resistencia blanda.
-  Coluvial limo-arcilloso con cantos y bloques calizos, procedentes del grupo 321 g. Sin consolidar, plasticidad alta, resistencia blanda.
-  Eluvial limo-arcilloso con cantos calizos, procedente del grupo 321 g. Sin consolidar, plasticidad alta, resistencia blanda.
-  Coluvial limo-arcilloso procedente de los grupos 321 e y 321 d. Sin consolidar, plasticidad baja, resistencia rígida.
-  Eluvial limo-arcilloso procedente del grupo 321 e. Sin consolidar, plasticidad baja, resistencia rígida.
-  Aluviales arcillo-limosos con lentejones de arenas. Plasticidad baja, resistencia media.
-  Lagunar limo-arcilloso con materia orgánica y algunos cantos cuarcíticos. Plasticidad alta, resistencia muy blanda.

ESQUEMA GEOLOGICO



CUATERNARIO

-  Aluvial.
-  Terrazas.
-  Arenas localmente movilizadas por el viento.

PLIOCUATERNARIO

-  Gravas cuarcíticas con matriz arcillo-arenosa.

TERCIARIO PONTIENSE

-  Calizas del páramo.

VINDOBONIENSE-PONTIENSE

-  Calizas, margas y arcillas.

-  Calizas y margas con intercalaciones de margas yesíferas.
-  Margas con intercalaciones de calizas margosas.

VINDOBONIENSE

-  Arcillas arenosas con intercalaciones de areniscas y margas.
-  Arcillas-margosas con intercalaciones de areniscas, arenas y margas.
-  Arcillas con intercalaciones de areniscas, arenas y margas.
-  Areniscas y arcillas con intercalaciones de conglomerados y margas.