

00294

MAPA GEOTECNICO GENERAL

SORIA



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**MAPA GEOTECNICO GENERAL  
E:1/200.000**

**SORIA**

**HOJA 6-4/31**

El presente estudio ha sido realizado por Ibérica  
de Especialidades Geotécnicas, S.A. (IBERGES)  
en régimen de contratación con el Instituto Geoló-  
gico y Minero de España

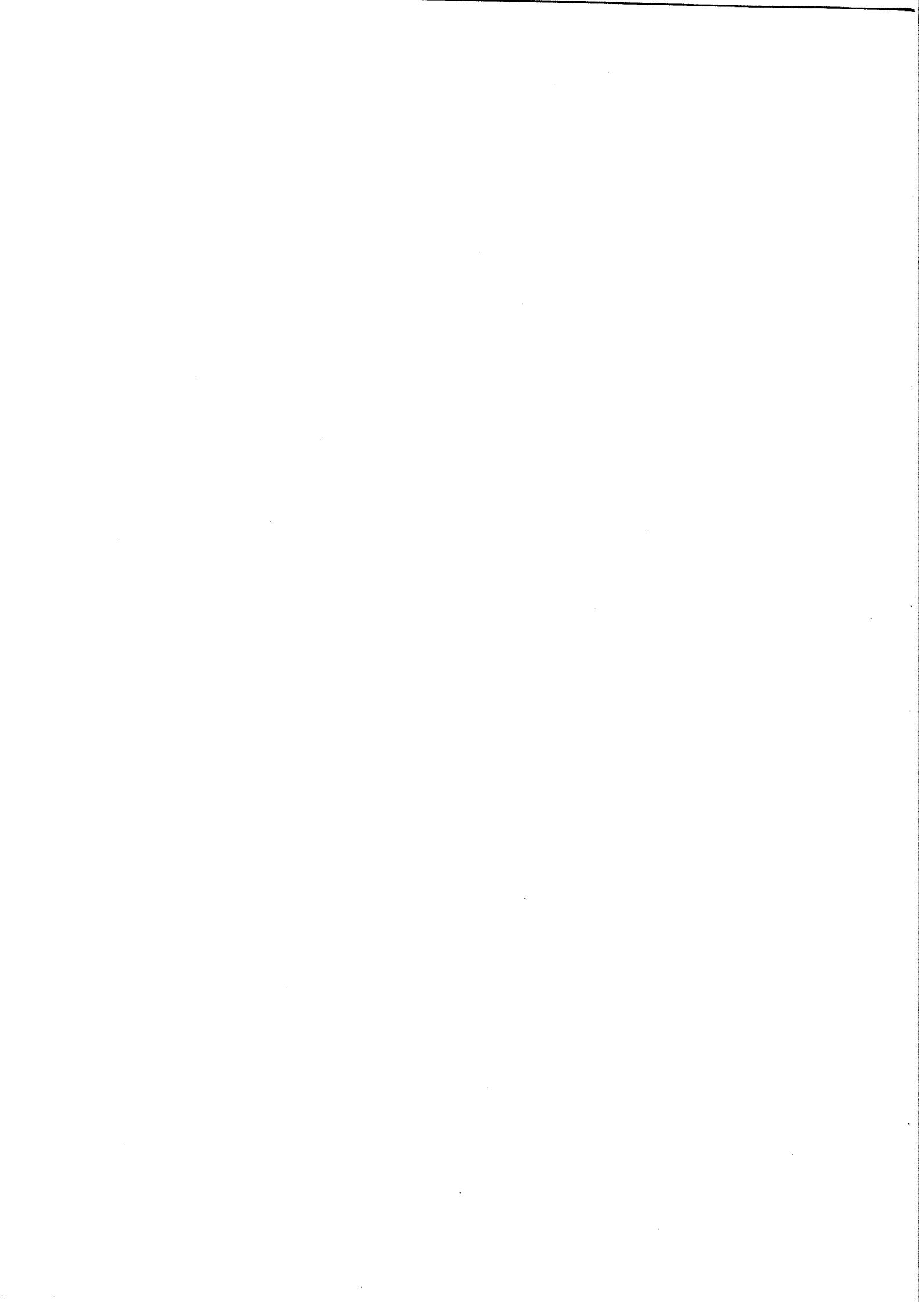
Servicio de Publicaciones - Ministerio de Industria - Claudio Coello, 44 - Madrid-1

Depósito Legal: M. 35731 - 1975

AUGESA - Reprografía - km 12,200 Ctra. de Burgos. Madrid

## INDICE

	pág
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA</b>	<b>3</b>
2.1. Características físico-geográficas	3
2.2. Bosquejo geológico	5
2.3. Criterios de división. Características generales de las Áreas	8
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	14
2.5. Características geomorfológicas	22
2.6. Características hidrológicas	26
2.7. Características geotécnicas	30
<b>3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS</b>	<b>35</b>
3.1. Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	35
3.2. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	36
3.3. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	37
3.4. Terrenos con condiciones constructivas favorables	38
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>39</b>



## 1. INTRODUCCION

El estudio del comportamiento mecánico del subsuelo constituye hoy una técnica muy desarrollada, investigadora de las tensiones y deformaciones que el suelo experimenta bajo estados de carga. No puede decirse lo mismo de la cartografía geotécnica, ya que, dada la complejidad de los posibles problemas a considerar, resulta difícil su representación en un número limitado de documentos gráficos. Esta es la razón por la que no se ha llegado a establecer en el mundo una sistemática para la confección de mapas geotécnicos.

Ante esta situación ha sido preciso establecer una metodología para la confección de mapas geotécnicos en nuestro país, para la que se ha tenido presente los resultados de dos estudios realizados:

- Cartografía geotécnica que se realiza en el mundo, sus finalidades, sus métodos y sus resultados.
- Problemas geotécnicos derivados del desarrollo inmediato en nuestro país.

Se han establecido los criterios de clasificación de los terrenos. Dado que esta clasificación hay que obtenerla a partir de innumerables datos de tipo geológico y mecánico, se ha establecido el tratamiento que es necesario dar a aquéllos para llegar a resultados utilizables.

Se consideran factores principales para la confección de mapas de aptitud de terrenos, la topografía y morfología; las formaciones litológicas blandas y consolidadas, así como sus características mecánicas; niveles freáticos y posibilidades de drenaje. Los factores secundarios serán los que se refieren a la climatología, sismología y la existencia o no de recursos naturales (agua, vegetación, arbolado, materiales rocosos para construcción).

La cartografía geotécnica es, pues, aquella rama de la geotecnia que mediante estudios de investigación de la estructura tectónica de la corteza terrestre, composición de

las rocas que forman la parte más superficial de la misma, análisis de los fenómenos geológicos actuales —aguas subterráneas y geomorfología—, y con las experiencias habidas en otras zonas geológicas y geográficas similares, establece una distribución de las condiciones geotécnicas de la corteza terrestre, explica el carácter zonal y regional de la distribución de los procesos y fenómenos geotécnicos, descubre los factores que rigen las condiciones geológicas para la construcción, y predice los cambios que en las condiciones geotécnicas pueden producir esas construcciones.

Los mapas geotécnicos serán mapas geológicos en los que se incluyen las características geotécnicas necesarias para el cálculo de estructuras industriales y urbanas, diferenciándose de aquéllos por suministrar datos cualitativos y cuantitativos del terreno, que podrán ser de aplicación inmediata en obras de construcción e ingeniería civil.

El fin de estos mapas será determinar las propiedades técnicas de cada unidad de clasificación y qué límite extensional, según los cambios de las mismas.

Los mapas "Generales" facilitarán, dentro de las limitaciones que impone la escala 1:200.000, las características físicas y mecánicas de los terrenos y sus límites de variación según varíen sus condiciones geológicas, hidrogeológicas, geomorfológicas, geodinámicas y geotécnicas.

Los resultados obtenidos durante la realización de los mismos se incluyen de forma sintetizada en el presente documento, quedando el conjunto de datos barajados para su elaboración archivados de forma sistemática en este Organismo, encargado, aparte de esta primera fase de confección, de su actualización en el tiempo a medida que se perfeccionen las técnicas de investigación, valoración y representación.

## 2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA

### 2.1. CARACTERISTICAS FISICO-GEOGRAFICAS

Se considera aquí la situación geográfica, el relieve y la red fluvial.

La Hoja estudiada corresponde a la designada con la numeración 6-4 del Mapa Topográfico Nacional a E: 1/200.000 y se sitúa en la zona Centro-Norte de la Península Ibérica.

Su demarcación está definida por las coordenadas:

Longitud:  $3^{\circ}11'10''$ ,  $5^{\circ}11'10''$ , 5,

referida al Meridiano de Greenwich, dato europeo y

Latitud:  $41^{\circ}20'04''$ ,  $42^{\circ}00'04''$ , 4

Administrativamente, incluye gran parte de la provincia de Soria y pequeñas extensiones de las provincias de Burgos, Logroño y Zaragoza, que se distribuyen, respectivamente, por los ángulos NO, NE y SE.

Las poblaciones más importantes, aparte de Soria capital, son en esta última provincia, Almazán, Agreda, Burgo de Osma, Olvega, Covaleda, Vinuesa, San Leonardo de Yagüe y Gómara y en la provincia de Burgos, Quintanar de la Sierra.

Dado que, como se ha indicado anteriormente, la mayor parte de la extensión de la Hoja se encuentra ocupada por la provincia de Soria, los datos demográficos y económicos se darán con referencia a ésta.

Siendo esta provincia de extensión ligeramente superior a la media nacional, es la menos poblada de la nación, con una densidad de  $11 \text{ hab}/\text{km}^2$ , frente a 67,4 de media nacional.

La aportación de la producción provincial al producto nacional bruto representa un 0,3 por ciento del total; en el período 1964-71, el incremento de la producción total de la provincia ha sido inferior al nacional en, aproximadamente, un 20 por ciento, siendo el

sector industrial el más desfasado, mientras que el agrario presenta una evolución más o menos paralela a la nacional.

La estructura productiva de la provincia es característica de una economía eminentemente agraria, con pequeña participación industrial; dentro de este sector presentan un cierto relieve las actividades relacionadas con la transformación de la madera, la industria alimenticia, construcción y obras públicas.

La morfología presenta una zona eminentemente montañosa, con altitudes que alcanzan los 2.100 m que se extiende de E a O, a lo largo del borde N de la Hoja. De forma más aislada aparecen fuertes relieves en la zona E y en el resto de la Hoja predominan los relieves llanos o alomados, siendo relativamente frecuentes, sin embargo, los escarpes acusados del terreno.

La red hidrográfica se incluye en las cuencas del Duero y del Ebro; la del Ebro recoge las aguas de las zonas NE y SE; la del Duero ocupa más de la mitad O de la Hoja, extendiéndose en forma de cuña hacia el E de la Sierra de Moncayo.

## CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Para el estudio de las condiciones climáticas de la Hoja se han consultado, aparte de una serie de datos generales del Servicio Meteorológico Nacional y del Ministerio de Obras Públicas, los puntuales de las estaciones de Soria, Quintanar de la Sierra, Almazán, Almenar, Bayubas de Abajo, Burgo de Osma, Lubia, Olvega, San Leonardo de Yagüe y Vinuesa.

Los datos que a continuación se incluyen hacen referencia a Temperaturas, Precipitaciones, Índices Climáticos y Vientos Dominantes.

### *Temperaturas*

Las temperaturas medias anuales en un período de 30 años (1931-60) varían de 8º C en la zona noroccidental de la Hoja a 10º C en la mitad E y la zona central del extremo O. Las máximas absolutas varían desde 40º C en el ángulo SO a 35º C en el ángulo NO de la Hoja y las mínimas absolutas, de 20º C en la zona SO a 25º C en la mitad O del borde N.

Las temperaturas medias mensuales varían entre 1 y 5º C en los meses invernales y entre 16 y 20º C en los meses más calurosos.

El número medio anual del número de horas de sol varía entre 2.200 en el extremo N de la Hoja y 2.600 en la mitad E del S de la misma.

### *Precipitaciones*

El valor medio anual de las precipitaciones en el período 1931-60 varía entre 400 mm en el E de la Hoja y 800 mm en el ángulo NO.

Estas precipitaciones se reparten en un período de tiempo comprendido entre 90 y 100 días.

El número medio de días de nieve es máximo en los meses de diciembre, enero y febrero (3, 5 y 5 días respectivamente). La humedad relativa media varía entre el 60 y el 80 por ciento.

### *Indices climáticos*

Los valores máximos de evapotranspiración, según Thornwaite, se alcanzan en la zona de Almazán con 130 mm/mes; en las restantes zonas de la Hoja los valores se sitúan entre 100 y 120 mm/mes.

Se reseñan a continuación los coeficientes medios anuales de reducción climatológica para cada clase de obra. Para ello cada obra se reparte uniformemente a lo largo de los 365 días del año y éstos, a su vez, en 12 meses con arreglo a la tabla siguiente, en la que no se han tenido en cuenta los días festivos:

ENERO	0,0849	JULIO	0,0849
FEBRERO	0,0767	AGOSTO	0,0849
MARZO	0,0849	SEPTIEMBRE	0,0822
ABRIL	0,0822	OCTUBRE	0,0849
MAYO	0,0849	NOVIEMBRE	0,0822
JUNIO	0,0822	DICIEMBRE	0,0849

Multiplicando el cuadro anterior por los coeficientes de reducción correspondientes a cada mes, y sumando los productos parciales de los meses, se han obtenido los siguientes coeficientes medios anuales:

### *Coeficientes medios anuales para la obtención del número de días útiles de trabajo a partir del número de días favorables*

#### **CLASE DE OBRA**

Provincia	Hormigón	Explanaciones	Aridos	Riegos y Tratamientos	Mezclas Bituminosas
SORIA	0,693	0,623	0,952	0,332	0,496
BURGOS	0,760	0,693	0,942	0,300	0,507
ZARAGOZA	0,933	0,870	0,974	0,530	0,718
LOGROÑO	0,895	0,817	0,967	0,452	0,649

### *Vientos dominantes*

Según los datos procedentes de la estación de Soria en los últimos años predominan los vientos del N, O y NO.

## **2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO**

Si bien la finalidad del mapa se aparta de lo que normalmente se entiende por cartografía geológica, su ejecución parte de la misma, por lo que conviene, antes de analizar otros puntos más concisos y prácticos, dar un esbozo de la geología de la Hoja.

Para ello se pasará revista, por una parte, a las rocas existentes, dando su cronoestratigrafía, y, por otra, a la tectónica sufrida, que dará razón de su situación relativa y su jerarquización dentro del conjunto total.

## ROCAS

Los materiales que afloran en la superficie de la Hoja son paleozoicos, mesozoicos, terciarios y cuaternarios.

### A. PALEOZOICO

Los terrenos paleozoicos afloran en dos manchas de dirección aproximada SE-NO: una al S de la Sierra del Moncayo y otra que se extiende desde Torrubia de Soria hacia el ángulo SE de la Hoja.

Al S de Palacios de la Sierra aflora una pequeña mancha de cuarcitas.

Estos materiales están básicamente constituidos por pizarras, cuarcitas, margas y calizas.

### B. MESOZOICO

#### B<sub>1</sub> Trías

Los afloramientos triásicos se sitúan preferentemente en la mitad E de la Hoja, apareciendo otras dos manchas en los ángulos NO y SO.

Buntsandstein Está constituido por areniscas y conglomerados de coloración rojo oscuro.

Muschelkalk En la zona en estudio está formado por calizas, areniscas y arcillas.

Keuper Constituido por margas abigarradas, arcillas y niveles de yesos. La potencia del Keuper en esta zona se estima en unos 100 metros.

#### B<sub>2</sub> Jurásico

Lias Los afloramientos liálicos se extienden por la mitad NO de la superficie de la Hoja y por el ángulo SO de la misma. Los materiales que lo integran son calizas, calizas margosas, margas, brechas calizas y dolomías.

Dogger Aparece esta formación al E de Aldealpozo, S de Agreda y N de Ciria. Los materiales que lo constituyen son calizas y margas.

Malm Estos terrenos se sitúan a lo largo de todo el borde N de la Hoja y algún retazo aislado tal como el que se encuentra al S de Ciria. Está constituido por materiales carbonatados y detríticos: calizas, margas, areniscas de cuarzo y conglomerados.

#### B<sub>3</sub> Cretácico

Los materiales cretácicos aparecen en afloramientos que se extienden de forma más o menos amplia por toda la superficie de la Hoja, salvo en la zona centro-sur de ésta.

El Cretácico Inferior está constituido por arenas y areniscas de tonos variados: blanco, rosado, violeta.

Los materiales que constituyen el Cretácico Superior, son calizas, margas y conglomerados calizos.

## C. TERCARIO

Los terrenos terciarios ocupan gran parte de la superficie de la Hoja, situándose en la zona central y sur de la misma.

### C<sub>1</sub> Paleógeno

Los afloramientos eocenos y oligocenos aparecen al N de Burgo de Osma, N de Quintana Redonda, SO de Soria y en el ángulo NO de la Hoja.

Los materiales que los constituyen son, principalmente, conglomerados, areniscas y arcillas, presentándose en ocasiones calizas y margas.

### C<sub>2</sub> Mioceno

El mioceno consta de materiales detríticos: conglomerados, areniscas y arcillas y materiales calizos, que se sitúan en el borde S de la Hoja.

### C<sub>3</sub> Plioceno

Las manchas de Plioceno aparecen al E de Burgo de Osma y al N de Almazán. La primera está constituida por areniscas, conglomerados y arcillas, predominando en la segunda las arenas y areniscas.

## D. CUATERNARIO

Los terrenos cuaternarios responden a depósitos aluviales, depósitos de terraza y coluviales.

Los dos primeros están constituidos por arenas, arcillas y gravas y los segundos por arcillas con cantos.

## TECTONICA

En los materiales de la Cordillera Ibérica se superponen dos estructuras tectónicas: la hercíniana y la alpídica.

En los macizos paleozoicos, las estructuras adquiridas por una y otra orogénesis son difíciles de diferenciar y ello ha dado lugar a confusión de estilos tectónicos. En las áreas ocupadas por los terrenos mesozoicos, la estructura alpídica de la cobertura interfiere con las propias del basamento paleozoico, especialmente las cortantes que, a menudo, vuelven a actuar.

### a) Estructura de los macizos hercínianos

El conjunto es una estructura imbricada con dos cobijaduras de relativa importancia, pues van acompañadas de milonitas, esquistosidad y demás fenómenos de dinamotamorfismo. A este conjunto se añaden fallas transversales de desgarre, que fraccionan en bloques los macizos paleozoicos.

### b) Estructura de las cadenas alpílicas

La cobertura mesozoica, según las distintas unidades estratigráficas, puede haber reaccionado de distinta manera sobre el basamento hercíniano ya plegado e inerte; el Trías Inferior actuó de "tegumento" tectónico, mientras que los niveles del Keuper han actuado a modo de superficies de despegue, lo cual ha dado lugar a que las unidades estratigráficas superiores se hayan despegado, ocasionando una tectónica cuticular con algunos corrimientos.

### c) La serie Paleógena

Ha sido afectada por violentos plegamientos alpinos intra y post-oligocenos. El Mioceno se sitúa horizontal, discordante sobre la serie inferior.

## 2.3. CRITERIOS DE DIVISION. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Si bien en el capítulo 1 se enumeraron una serie de objetivos a cubrir con el presente mapa, resulta evidente que el fin primordial del mismo será el definir, siempre con las limitaciones que presenta la E: 1/200.000, las condiciones constructivas de todos los terrenos.

Para alcanzar este fin, el proceso operativo se inicia con la división zonal de la Hoja, se continua con el análisis individual de una serie de características del terreno, observándolas en aquellos aspectos que puedan influir, favorable o desfavorablemente, a la hora de su aprovechamiento como base de sustentación de las distintas obras técnicas, y se finaliza con el tratamiento conjunto de todos los datos anteriores para, a partir de ellos, definir cualitativamente sus condiciones constructivas.

### CRITERIOS DE DIVISION GEOTECNICA

Siguiendo los criterios previstos para la realización de la división zonal a esta escala de trabajo, así como las posibles subdivisiones, se han delimitado tres Regiones y diez Areas: una en la primera Región, cuatro en la segunda y cinco en la tercera.

La Región I incluye el conjunto de terrenos paleozoicos y se distribuye preferentemente por el borde E y SO de la zona en estudio. La Región II agrupa los terrenos mesozoicos y se extiende por la mitad N de la Hoja, extremo E y ángulo SO principalmente. Por último, la Región III, que incluye los sedimentos terciarios y cuaternarios, ocupa, primordialmente, la zona central y S de la Hoja.

Para la delimitación de las unidades de segundo orden (Areas) dentro de cada Región se ha seguido un criterio basado en la homogeneidad macrogeomorfológica de los terrenos. Para ello, se han tenido en cuenta los diferentes tipos de rocas, su comportamiento mecánico y sus distintas formas de relieve.

Así, se han individualizado las siguientes Areas: la I<sub>1</sub> en la Región I; en la Región II, las II<sub>1</sub>, II<sub>2</sub>, II<sub>3</sub> y II<sub>3'</sub>, y en la Región III, las áreas III<sub>1</sub>, III<sub>1'</sub>, III<sub>2</sub>, III<sub>2'</sub>, y III<sub>3</sub>.

La Area I<sub>1</sub>, que físicamente coincide con la Región I, incluye, tal como se ha señalado con anterioridad, materiales paleozoicos: cuarcitas, pizarras, calizas y margas. Su comportamiento ante la erosión es desigual, así como su morfología.

En la Area II<sub>1</sub> se incluyen aquellos terrenos mesozoicos, no triásicos, en los que la litología predominante está constituida por rocas carbonatadas. También presenta una

morfología muy variada, desde relieves muy acusados, con taludes prácticamente verticales, hasta zonas completamente llanas.

La Área II<sub>2</sub> comprende aquellos terrenos mesozoicos, también no triásicos, fundamentalmente constituidos por materiales detríticos (arenas, areniscas y conglomerados). El relieve de estos terrenos es variable: desde suave a muy acusado. La resistencia a la erosión de los materiales poco compactados es baja y la de las areniscas y conglomerados, alta.

En la Área II<sub>3</sub> se incluyen los terrenos triásicos pertenecientes al Muschelkalk y Buntsandstein, constituidos generalmente por materiales competentes y con distinta resistencia a la erosión; presentan formas de relieve de suaves a acusadas. La Área II<sub>3</sub> comprende los terrenos del Keuper; sus formas de relieve varían de llanas a muy acusadas y su resistencia a la erosión es baja.

La Área III<sub>1</sub> agrupa una serie de depósitos cuaternarios de origen fluvial (depósitos aluviales y de terraza); litológicamente responden a una mezcla de gravas, con distinto grado de cementación, arenas y arcillas. Su forma de relieve es llana o muy suavemente ondulada y su resistencia a los agentes erosivos debe considerarse como baja.

En la Área III<sub>1</sub>, se han incluido los depósitos coluviales; litológicamente están constituidos por arcillas con mezcla de fragmentos de roca. Sus formas de relieve son suaves y su resistencia a la erosión baja.

La Área III<sub>2</sub> comprende a un conjunto de depósitos terciarios en los que predominan los materiales pelíticos. Sus formas de relieve son alomadas o llanas, aunque puntualmente puedan ser acusadas; su resistencia a la erosión es baja, apareciendo niveles resistentes en los lugares en que existen areniscas o conglomerados.

La Área III<sub>2</sub> incluye los depósitos terciarios constituidos principalmente por materiales detríticos gruesos: arenas, areniscas, conglomerados, mezclados en ocasiones con margas, arcillas o calizas. Su morfología es variable, desde llana a acusada, y su resistencia a la erosión es media o baja.

Por último, la Área III<sub>3</sub> comprende los depósitos terciarios con predominio de materiales carbonatados. Su morfología presenta altiplanicies de mayor o menor extensión, siendo sus materiales bastante sensibles a los agentes erosivos.

## CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

### Área I<sub>1</sub>

Se distribuye esta Área en dos manchas de dirección SE-NO que se extienden por el extremo E de la Hoja; a estas manchas se asocian algunas de menor amplitud en esta misma zona, y otra, también de pequeña extensión, constituida litológicamente por cuarcitas, localizada en el ángulo NO de la Hoja, al S de Palacios de la Sierra.

Básicamente, los materiales que integran esta Área, son pizarras, cuarcitas, calizas y margas; los recubrimientos de alteración de estos materiales son muy variables en lo que a potencia se refiere y su naturaleza suele ser arcillosa.

El relieve varía entre amplios límites, desde zonas completamente llanas hasta otras con pendientes topográficas superiores al 30 por ciento. Su estabilidad, en general, debe considerarse como buena, si bien localmente pueden presentar problemas de este tipo ligados a la lajosidad de los materiales.

Los materiales que integran esta Área son impermeables, apareciendo en conjunto cierta permeabilidad debida a su lajosidad y fracturación. Esta permeabilidad por fisura-

ción, unida a las pendientes naturales del terreno, hacen que el drenaje se considere como favorable; los encharcamientos en estas zonas tienen un carácter muy restringido, tanto en extensión como en tiempo, y son poco frecuentes, localizándose en zonas llanas con recubrimientos arcillosos.

Solamente en estas zonas pueden aparecer problemas de presencia de agua a profundidad escasa, pero, por lo general, esta circunstancia no afectará a la realización de obras de cimentación o infraestructura.

Las características mecánicas de los materiales de esta Área son buenas: su capacidad de carga es alta y los asentamientos inexistentes. Los únicos problemas de este tipo pueden aparecer al incidir cargas exteriores en la misma dirección que la lajosidad y también se presentarán problemas de capacidad de carga y asientos en las zonas con recubrimientos, cuyas características mecánicas son muy inferiores a las del material inalterado.

### **Área II<sub>1</sub>**

Esta Área se distribuye, en manchas más o menos extensas, por toda la superficie de la Hoja, salvo en la zona central-sur de la misma.

La característica litológica común a sus materiales es el predominio de rocas carbonatadas (calizas, dolomías y margas), aunque también se ha incluido aquí algún grupo litológico que engloba, además de calizas, arenas y areniscas.

Su relieve es muy variable, desde zonas absolutamente llanas hasta zonas con profundos arroyos y taludes verticales. Desde el punto de vista de estabilidad, se pueden considerar dos zonas de desigual comportamiento: las zonas con margas (o limolitas) más o menos plásticas se convierten en inestables por aplicación de cargas exteriores o dotación de taludes con pendientes inadecuadas; las calizas pueden considerarse como estables salvo, puntualmente, en zonas excesivamente fracturadas.

Sus materiales son impermeables, pero en conjunto existe una permeabilidad ligada a la fracturación de las rocas. El drenaje de estas zonas se efectúa por escorrentía superficial y por percolación a través de la red de fracturas, considerándose, en general, favorable. Esta condición se ve disminuida en las zonas llanas, tanto por la inadecuación de las pendientes naturales como por la aparición de recubrimientos arcillosos, que, por otra parte, son muy poco potentes: el drenaje de estas últimas zonas se efectúa por percolación a través de fisuras.

Es de destacar la posibilidad de existencia de oquedades subterráneas debidas a disolución de calizas; estos fenómenos de disolución se manifiestan muchas veces en superficie con la aparición de zonas de hundimiento de mayor o menor extensión. No es probable la aparición de agua en profundidad, por lo que este hecho no debe constituir un problema en la realización de cimentaciones y obras de infraestructura.

Respecto a las condiciones mecánicas de los materiales que constituyen esta Área, se considerarán dos zonas de desigual comportamiento.

Por un lado la formación de margas, limolitas y calizas presenta unas características mecánicas medias, tanto de capacidad de carga como de asentamientos, aunque en las zonas con predominio de caliza mejoren estas condiciones.

Por otro lado, las calizas poseen capacidad de carga alta e inexistencia de asentamientos, excepto en las zonas de margas, cuyas características coinciden con las indicadas anteriormente. También aquí conviene señalar la posible aparición de asentamientos bruscos por disolución de la caliza.

## **Area II<sub>2</sub>**

Se distribuye preferentemente a lo largo de todo el borde N de la Hoja y en manchas de menor extensión situadas en el ángulo SE.

Litológicamente comprende materiales detriticos, en general bastante o muy cementados (areniscas y conglomerados); también incluye otros materiales detriticos menos cementados (arenas albenses) e incluso margas y argilitas que aparecen de forma más o menos esporádica entre las rocas anteriores.

El relieve de los terrenos incluidos en esta Area oscila desde formas suaves a acusadas, con pendientes topográficas comprendidas entre el 15 y el 30 por ciento. La estabilidad de esta zona puede considerarse, en general, como buena.

Sus materiales son impermeables, salvo las arenas albenses, que se consideran como permeables en general. El drenaje se efectúa por escorrentía superficial, en menor proporción por percolación a través de fracturas y por percolación natural en los terrenos permeables.

Las características mecánicas responden a dos tipos: los de la formación albense son de tipo medio, tanto en capacidad de carga como en asentamientos; las del resto de la Area son buenas: capacidad de carga alta y asientos nulos, viéndose disminuidas estas condiciones en las zonas con recubrimientos de alteración o en zonas con margas.

## **Area II<sub>3</sub>**

Se distribuye en manchas de relativa pequeña extensión por la mitad E de la Hoja y en el ángulo SO de la misma.

Incluye materiales triásicos del Muschelkalk y Buntsandstein: areniscas, conglomerados, calizas y arcillas.

Su morfología presenta formas que varían desde suaves a muy acusadas, con pendientes topográficas que superan el 30 por ciento. Su estabilidad puede considerarse como buena.

Los materiales que incluye esta Area son impermeables; el drenaje de estas zonas se verifica por escorrentía superficial, considerándose como favorable. En menor extensión se efectúa una percolación a través de fisuras y fracturas.

Sus características mecánicas son buenas: su capacidad de carga es alta y los asentamientos nulos, salvo en zonas arcillosas o de recubrimientos, donde estas condiciones se encuentran disminuidas.

## **Area II<sub>3'</sub>**

Se distribuye en zonas contiguas a las de la Area anterior.

Litológicamente comprende materiales muy poco competentes: margas, arcillas y yesos. El relieve de estas zonas es muy suave o acusado. Son terrenos inestables, tanto en condiciones naturales como cuando se ven sometidos a la acción del hombre.

Sus materiales son impermeables; el drenaje de las zonas llanas es nulo, efectuándose por escorrentía superficial cuando la pendiente lo permite. Desde el punto de vista hidrológico es preciso destacar la presencia de sulfatos en las aguas que atraviesan estos terrenos, a causa de su poder de ataque a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.

Las características mecánicas de estos materiales son claramente desfavorables.

Su capacidad de carga es baja y los asentamientos medios o elevados. A esto hay que añadir la presencia de yesos, diseminados o en bancos, que puede dar lugar a la aparición de asentamientos súbitos por disolución de aquéllos.

### **Area III<sub>1</sub>**

Esta Area incluye los depósitos aluviales y de terraza y se distribuye, prácticamente, por toda la superficie de la Hoja de forma más o menos extensa.

Litológicamente están constituidos por gravas, más o menos cementadas, arenas y arcillas.

Su morfología es prácticamente llana y solamente en las terrazas aparecen formas de relieves suaves. Su estabilidad natural es alta; sin embargo en la realización de taludes y desmontes debe tenerse en cuenta, en especial en los aluviales constituidos básicamente por arcillas, su escasa cementación, que puede dar lugar a problemas en la ejecución de aquéllos.

Sus materiales se consideran, en conjunto, como semipermeables; no obstante esta condición varía puntualmente de forma amplia, dependiendo del mayor o menor contenido en fracciones finas. En general, el drenaje de estas zonas es deficiente, si bien de forma puntual, y debido a las variaciones litológicas apuntadas anteriormente, puede mejorarse o empeorar. En las terrazas se ha considerado el drenaje como aceptable, verificándose parte por percolación natural y parte por escorrentía superficial.

También las características mecánicas de estos terrenos son variables. Su capacidad de carga es media o baja y los asentamientos medios. Debe tenerse en cuenta la posibilidad de aparición de asentamientos diferenciales ligados a variaciones litológicas.

### **Area III<sub>1'</sub>**

Se incluyen en esta Area los depósitos coluviales y se distribuyen en manchas de relativa pequeña extensión, que se sitúan en el extremo O y en la mitad E de la Hoja.

Litológicamente, sus materiales son arcillas más o menos arenosas mezcladas con fragmentos de las rocas que dan origen a estos depósitos.

Su relieve es suave y las pendientes topográficas no toman generalmente valores superiores al 15 por ciento. Su estabilidad bajo condiciones naturales es buena; esta estabilidad se ve disminuida al incidir sobre estos terrenos acciones exteriores (cargas, taludes, desmontes), dada la naturaleza litológica de sus materiales.

Son terrenos semipermeables y su drenaje se efectúa de forma deficiente por percolación natural; cuando la pendiente topográfica es adecuada, su drenaje se verifica en parte por escorrentía superficial y en parte por percolación. En estas últimas condiciones el drenaje se considera como aceptable.

Las características mecánicas de estos terrenos se consideran como deficientes. Su capacidad de carga es baja y los asentamientos que experimenta bajo la acción de estas cargas son de tipo medio.

### **Area III<sub>2</sub>**

Se distribuye esta Area de forma extensa por la mitad S de la Hoja.

En su litología predominan los materiales detríticos finos (arcillas y margas), aunque también incluye areniscas y conglomerados.

En su morfología predominan los relieves alomados; sin embargo son frecuentes los taludes naturales con fuertes pendientes, así como zonas llanas.

Son terrenos fácilmente erosionables, destacando en superficie la presencia de los niveles de conglomerados cuya resistencia a la erosión es alta. Su estabilidad natural es buena, condición que disminuye por la acción de factores externos.

Sus materiales son impermeables; el drenaje de estas zonas se ve favorecido por el relieve alomado o acusado, que facilita la escorrentía superficial; sin embargo, en zonas llanas de pendientes muy suaves son frecuentes los encharcamientos, por lo que se considera el drenaje de estas últimas zonas como deficiente.

Las características mecánicas son en conjunto de tipo medio, tanto de capacidad de carga como de magnitud de los asentamientos. De forma puntual, y ligada a la presencia de niveles resistentes de conglomerados y areniscas, la capacidad de carga puede ser alta y los asentamientos nulos.

Los problemas generales que se han atribuido a esta Área son de tipo geomorfológico, hidrológico y geotécnico.

### **Área III<sub>2</sub>**

Se distribuye a lo ancho de la zona central de la Hoja y por el ángulo NO de la misma.

Litológicamente incluye materiales diversos y su característica común es el predominio de materiales detríticos gruesos: areniscas y conglomerados; incluye también calizas, margas y arcillas, que aparecen en forma de niveles aislados o en extensión reducida.

Las características morfológicas de esta Área son muy semejantes a las del Área precedente: predominio de formas alomadas, con presencia de laderas con pendientes acusadas y zonas llanas. En el ángulo NE de la Hoja aparecen zonas con pendientes naturales comprendidas entre el 15 y el 30 por ciento, alternando con zonas llanas o suaves.

Sus materiales presentan unas características de permeabilidad dispares, desde permeables a impermeables. Las condiciones de drenaje son, consecuentemente, diversas, variando en conjunto de deficientes a aceptables.

La capacidad de carga de estos terrenos varía de media a alta y los asentamientos son de magnitud media o inexistentes. De forma local, en las zonas consideradas como de capacidad de carga alta y debido a la presencia de arcillas, margas o recubrimientos de alteración, esta capacidad de carga disminuye, pudiendo entonces considerarse como media, así como la magnitud de los asentamientos en estos puntos.

### **Área III<sub>3</sub>**

Se distribuye por el borde S de la Hoja y litológicamente comprende calizas y arcillas arenosas.

Su morfología es variada, presentando zonas prácticamente llanas y zonas con relieves muy acusados, superando pendientes topográficas del 30 por ciento. En general la estabilidad de estos terrenos es buena, salvo en zonas con pendientes elevadas, donde, bajo la acción de factores externos, pueden producirse desmoronamientos y deslizamientos.

Sus materiales se consideran en conjunto como semipermeables y el drenaje se efectúa, de forma aceptable, por percolación y escorrentía.

Globalmente sus características mecánicas se consideran de tipo medio, tanto de capacidad de carga como de asentamientos; estas características se ven mejoradas en donde la potencia de los paquetes calizos es aceptable.

## 2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

En este apartado se incluirán los principales tipos de rocas encontradas en la Hoja, agrupándose según sus características litológicas en el sentido más amplio y evitando subdivisiones más finas basadas en criterios petrográficos, situacionales o en diferencias tectónicas.

De cada conjunto definido se precisarán sus características físicas y mecánicas, así como su resistencia ante los agentes de erosión externos.

En el mapa adjunto se encuadran los tipos de rocas aparecidos en dos grandes unidades de clasificación: las formaciones superficiales y el sustrato rocoso. En la primera se incluyen aquellos depósitos, poco o nada coherentes, de espesor y extensión variables, depositados desde el Villafranquiense hasta la actualidad, y, en la segunda, el conjunto de rocas, más o menos consolidadas, depositadas en el resto de la historia geológica. Dichos mapas se acompañan de una ficha resumen en la que se exponen las características litológicas de cada unidad de clasificación de segundo orden (Areas).

En lo que sigue, se partirá de las diez unidades ya definidas, especificando para cada una de ellas sus diferentes litologías. Este criterio se mantendrá en los apartados sucesivos, de tal forma que a partir de ahora referiremos a ellas el conjunto de características de la Hoja y únicamente en el último capítulo se dejará este criterio para poder efectuar la interpretación geotécnica de los terrenos de forma más precisa.

### Área I<sub>1</sub>

Comprende esta Área un conjunto de materiales paleozoicos, cuya separación en grupos litológicos se expone a continuación.

#### *Cuarcitas. P<sub>103</sub>*

Este grupo se localiza en el ángulo NO de la Hoja, al S de Palacios de la Sierra. Se trata de cuarcitas muy competentes que aparecen en bancos muy fracturados; poseen una elevada resistencia a la erosión y los recubrimientos de alteración son escasos o nulos.

#### *Pizarras y cuarcitas. P<sub>11-103</sub>*

Esta formación se sitúa en el ángulo SE de la Hoja y en la zona central del extremo E de la misma. Está constituida por pizarras con intercalaciones de cuarcitas; el conjunto se presenta fracturado de forma desigual. Su resistencia a la erosión es alta; la potencia y extensión de los suelos de alteración es variable, localizándose algunos puntos con potentes recubrimientos de origen coluvial.

#### *Margas, cuarcitas y calizas. P<sub>105-103-12</sub>*

Se encuentra esta formación en las mismas zonas que la anterior y sus materiales, indicados en el enunciado del párrafo; se presentan en bancos de potencia variable.

En general, las rocas están poco alteradas, con zonas bastante fracturadas. Los suelos de alteración son escasos, apareciendo con preferencia en zonas de pendientes suaves.

## **Área II<sub>1</sub>**

Se incluye en ella un conjunto de terrenos mesozoicos, no triásicos, en los que la litología predominante está constituida por rocas carbonatadas.

### ***Calizas. S<sub>12</sub>***

Los afloramientos de esta formación se sitúan, preferentemente, en la mitad N de la Hoja y su extensión es muy variable.

Son calizas cuya coloración general varía de tonos gris claro o blancos a gris oscuro; se encuentran por lo general muy fracturadas. Su resistencia a la erosión es alta y los recubrimientos, constituidos por arcillas rojas de descalcificación que engloban cantos de caliza, se sitúan con preferencia en zonas llanas.

### ***Calizas y arenas. S<sub>12-3</sub>; Calizas, areniscas y arenas. S<sub>12-8-3</sub>***

Estos grupos litológicos se localizan, respectivamente, en los ángulos SE y SO de la Hoja y agrupan calizas del Cretácico Superior y arenas y areniscas albenses.

Las calizas se presentan en bancos de potencia variable, con algún tramo margoso, y su coloración varía entre blanco, gris y amarillento. Su resistencia a la erosión es alta y los recubrimientos de arcillas se encuentran preferentemente en zonas llanas o de escasa pendiente.

Las arenas y areniscas poseen tonalidades blancas, rosadas y violáceas y aparecen más o menos compactadas. Son poco resistentes a los agentes erosivos, desarrollan suelos arenoso-arcillosos de poca potencia.

### ***Calizas y conglomerados. S<sub>12-7</sub>***

Se distribuye este grupo litológico en la zona NO de la Hoja, al S y SE de San Leonardo de Yagüe.

Está constituido por calizas grises y conglomerados calizos de la misma coloración y fuertemente cementados. Su resistencia a la erosión es alta y desarrollan suelos arcillosos.

### ***Calizas y margas. S<sub>12-105</sub>***

Este grupo litológico se distribuye ampliamente por toda la superficie de la Hoja, salvo en la zona central-sur de ésta.

Las calizas de este grupo responden a las características descritas en los apartados anteriores; las margas presentan coloración amarillenta o gris oscuro.

En conjunto, su resistencia a la erosión es alta y los recubrimientos, arcillosos, se concentran en las zonas llanas.

### *Calizas, dolomías y brechas calizas. S<sub>12-13-6</sub>*

Afloran estos materiales en la zona central del E de la Hoja, al O y S de la Sierra del Moncayo. Es un conjunto de calizas, en ocasiones arenosas, dolomías y brechas de caliza, con coloraciones predominantemente grises oscuras; aparecen en bancos y se encuentran bastante fracturadas.

La resistencia a la erosión es alta y, al igual que los grupos precedentes, los recubrimientos de alteración, constituidos por arcillas, aparecen, con preferencia, en zonas llanas y su potencia suele ser escasa.

### *Margas, limolitas y calizas. S<sub>105-9-12</sub>*

Se sitúa esta formación en el ángulo NE de la Hoja. Presenta gran heterogeneidad de niveles; la coloración general es marrón claro o blanquecina, con tonos verdosos de las limolitas. En algunas zonas se presenta la formación con acusada lajosidad; en conjunto la resistencia a la erosión es baja y se forman suelos arcillosos, en ocasiones bastante potentes.

## **Área II<sub>2</sub>**

En esta Área se incluye un conjunto de terrenos mesozoicos, no triásicos, fundamentalmente constituidos por materiales detríticos gruesos. Seguidamente se detallan los distintos grupos litológicos que comprende.

### *Areniscas. S<sub>8</sub>*

Se distribuye esta formación de E a O por la zona N de la Hoja. Se trata de areniscas de coloración blanco-amarillenta, constituidas por cuarzo en una proporción superior al 90 por ciento; aparece también, de forma aislada, algún nivel conglomerático.

La resistencia a la erosión de estos materiales puede considerarse como alta o media; desarrollan suelos de arenas por alteración y pérdida de cohesión de los niveles superiores de las areniscas.

### *Conglomerados y areniscas. S<sub>7-8</sub>*

Este grupo litológico aparece en grandes afloramientos contiguos a los del grupo anterior. Las areniscas son del mismo tipo que las precedentes y los conglomerados, que están fuertemente cementados, están constituidos principalmente por cantos de cuarzo.

La resistencia a la erosión del conjunto debe considerarse como alta y los recubrimientos son nulos en zonas de pendientes fuertes, desarrollando la formación de suelos arenosos o arcillo-arenosos en zonas de relieve suave o llano.

### ***Arenas y areniscas. S<sub>3-8</sub>***

Estos depósitos se encuentran aflorando en estrechas bandas que se sitúan en la mitad N de la Hoja y en zonas próximas al ángulo SE de la misma.

Son arenas y areniscas de compacidad variable y coloraciones blancas, rosadas y violáceas. En ocasiones aparecen niveles arcillosos de tonos abigarrados. La resistencia a la erosión de estos materiales es media o baja y desarrollan suelos arenosos o arcillo-arenosos.

### ***Conglomerados, areniscas y argilitas. S<sub>7-8-10</sub>***

Se encuentra esta formación en la zona central del N de la Hoja. Está constituida por areniscas rojas y grises, conglomerados y arcillas arenosas rojizas y verdosas bien consolidadas, apareciendo el conjunto de materiales algo fracturado.

Su resistencia a la erosión es alta, disminuyendo en zonas de argilitas; los recubrimientos son escasos la mayor parte de las veces, aunque en ocasiones llegan a alcanzar uno o dos metros de potencia.

### ***Area II<sub>3</sub>***

Los materiales que integran esta Area constituyen los terrenos triálicos del Buntsandstein y Muschelkalk. Los grupos litológicos que se han separado son los que a continuación se describen.

### ***Areniscas, margas y conglomerados. S<sub>8-105-7</sub>; Areniscas y conglomerados. S<sub>8-7</sub>***

Afloran estos materiales en el ángulo SO de la Hoja y en una serie de manchas de variada extensión situadas en la zona central del E de aquélla.

Son areniscas y conglomerados de tonos rojos y en el ángulo SO de la Hoja aparecen intercaladas margas también de tonos rojizos y en ocasiones verdosas.

Su resistencia a la erosión es alta en general y desarrollan suelos arenoso-arcillosos poco potentes.

### ***Calizas y areniscas. S<sub>12-8</sub>; Calizas, areniscas y arcillas. S<sub>12-8-5</sub>***

Estas formaciones se distribuyen, en afloramientos de relativa pequeña extensión, contiguas a la formación precedente.

Los materiales predominantes son calizas, que aparecen tableadas y onduladas, y de forma menos frecuente areniscas y arcillas.

Su resistencia a la erosión puede considerarse media o alta.

### ***Area II<sub>3</sub>***

Los materiales que constituyen esta Area son los triálicos, en cuya litología aparecen yesos tanto diseminados como en niveles individualizados.

En ella se ha distinguido los dos grupos litológicos que seguidamente se expone.

#### *Arcillas, margas y yesos. S<sub>5-105-14</sub>*

Se distribuye este grupo por el extremo E de la Hoja y por el ángulo SO de la misma.

Litológicamente está constituido por margas abigarradas, casi siempre yesíferas, arcillas rojas y yesos en bancos. La resistencia a la erosión de estos materiales es baja y suelen desarrollar suelos arcillosos potentes.

#### *Arcillas, yesos y calizas. S<sub>5-14-12</sub>*

Este grupo litológico aparece en dos pequeños afloramientos situados en el ángulo NO de la Hoja. Engloba arcillas rojas, yesos y calizas tableadas; su resistencia a la erosión es baja y desarrolla suelos arcillosos de potencia apreciable.

### **Área III<sub>1</sub>**

Se incluye en ella los depósitos cuaternarios aluviales y de terraza.

#### *Arenas, arcillas y gravas, mezcla de materiales conectados al cauce actual de los ríos (Depósitos aluviales). O<sub>a</sub>*

En este grupo se incluye un conjunto de materiales, más o menos coherentes, ligados al cauce actual de los ríos.

Los depósitos aluviales del NO de la Hoja están principalmente constituidos por arcillas de tonos rojos mezcladas con gravas sueltas. Los restantes aluviales de la Hoja ya presentan una mayor igualdad en proporciones de arenas, gravas y arcillas, salvo alguna zona, tal como la que aparece al S de Burgo de Osma, en la que, al menos en superficie, existe un claro predominio de arenas.

La resistencia a la erosión de estos materiales es, en general, baja y los suelos que desarrollan suelen ser arcillas arenosas.

#### *Gravas, en ocasiones bastante cementadas, arenas y arcillas (Depósitos de terraza). O<sub>t</sub>*

Las principales terrazas representadas en la Hoja se encuentran ligadas al río Duero y aparecen al S de Soria y de forma extensa al N de Almazán.

Predominan en ellas los conglomerados, más o menos cementados, que presentan niveles o lentejones de arenas arcillosas y arcillas.

La resistencia a la erosión de estos materiales es desigual, dependiendo del grado de cementación de los mismos, lo que da lugar a relieves suaves en estas formaciones.

### **Area III<sub>1</sub>**

En esta Area se incluyen los depósitos coluviales que aparecen en la Hoja.

#### *Arcillas mezcladas con fragmentos de rocas (Depósitos coluviales). Q<sub>c</sub>*

Los depósitos de este tipo representados se encuentran en la mitad N del O de la Hoja y en la zona central del E de la misma.

Litológicamente están constituidos por arcillas, que se mezclan con cantos de las rocas, dando origen a estos coluviales, y presentan coloración roja.

La resistencia a la erosión de estos materiales es baja.

### **Area III<sub>2</sub>**

Se agrupan en esta Area un conjunto de depósitos cuya característica común es el predominio de materiales detríticos finos. En ella se ha incluido cinco grupos litológicos, que son los que a continuación se expone.

#### *Margas y arcillas. T<sub>105-5</sub>; Margas, arcillas y areniscas. T<sub>105-5-8</sub>*

Estas dos formaciones, de las que solamente se distingue, a la segunda de la primera, por la presencia en aquélla de niveles de areniscas, se localizan geográficamente en la zona O del centro de la Hoja, extendiéndose en una amplia mancha desde el O de Almazán como límite inferior hasta el S de Calatañazor, aproximadamente, como límite N.

Litológicamente, tal como se enuncia al principio del párrafo, están constituidas primordialmente por margas y arcillas, de tonos rojos típicos del terciario de la Hoja, destacando en la segunda formación la presencia de niveles de areniscas y, esporádicamente, algún nivel conglomerático.

Estos materiales desarrollan suelos principalmente arcillosos y de potencia apreciable. Su resistencia a la erosión es, en conjunto, baja con niveles más resistentes (areniscas y conglomerados) que dan resaltos en la superficie del terreno.

#### *Arcillas y gravas. T<sub>5-2</sub>*

Esta formación se sitúa en los alrededores de Nafría la Llana, en la zona O del centro de la Hoja.

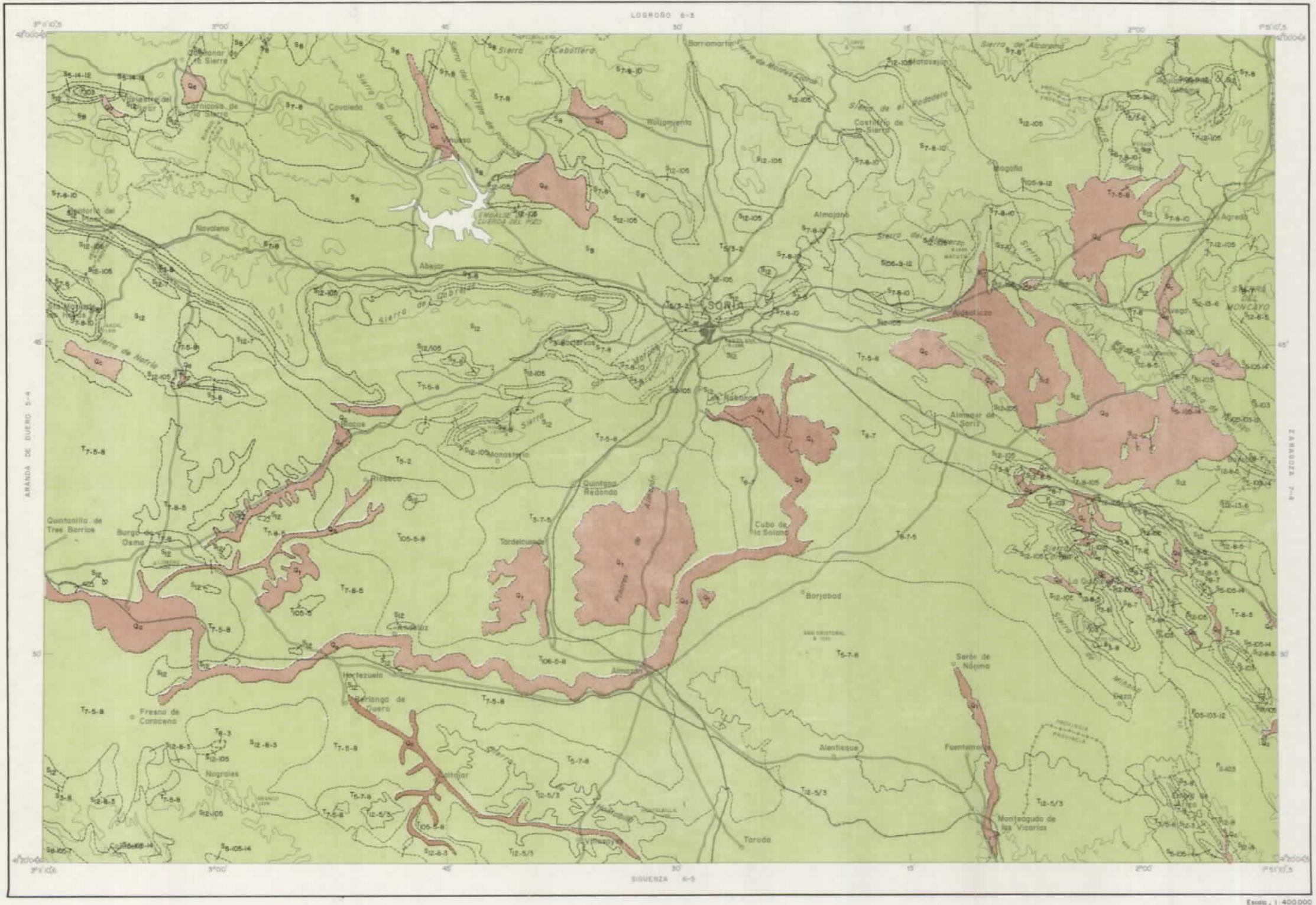
Está constituida por arcillas, apreciándose en superficie abundantes cantos angulosos, y todo ello de tonalidades rojas. La resistencia a la erosión de estos terrenos es baja.

#### *Arcillas arenosas y gravas. T<sub>5/3-2</sub>*

Se localiza esta formación al N y NO de Soria. Litológicamente se compone de arcillas más o menos arenosas de tonos marrón oscuro, con cantos poco redondeados. Lógicamente desarrolla suelos arcillosos y la resistencia ante los agentes erosivos es baja.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	<p>Incluye un conjunto de materiales paleozoicos, entre los cuales predominan las pizarras, cuarcitas, calizas y margas; estos materiales se encuentran bastante fracturados. Los recubrimientos de alteración son variables, desde nulos a potentes. Sus materiales poseen, en general, una resistencia a la erosión elevada.</p>
	II <sub>1</sub>	<p>Los materiales que constituyen esta Area son calizas, dolomías, margas, brechas calizas, conglomerados, limolitas y, en menor extensión, areniscas y arenas. La coloración de estos terrenos varía entre tonos gris muy claro o blanco hasta grises oscuros. Los recubrimientos de alteración suelen ser arcillas rojas, que se sitúan con preferencia en zonas llanas. La resistencia general a la erosión es alta.</p>
II	II <sub>2</sub>	<p>Las rocas que se incluyen en ella son areniscas, conglomerados, arenas y argilitas. La coloración del terreno es variada, salvo en las arenas albenses que muestran tonos abigarrados típicos. Su resistencia a la erosión es variable, dependiendo del grado de cementación de estos sedimentos. La aparición de recubrimientos, así como su potencia, es variable.</p>
	II <sub>3</sub>	<p>Comprende areniscas, conglomerados, calizas, margas y arcillas. La coloración general del terreno es roja y estos materiales se encuentran fracturados o tableados. Su resistencia a los agentes erosivos es media o alta. Los recubrimientos son inexistentes o de potencia reducida.</p>
	II <sub>3'</sub>	<p>Engloba arcillas, margas, yesos y calizas, con una coloración general del terreno roja. Su resistencia a la erosión es baja y se desarrollan potentes suelos arcillosos.</p>
	III <sub>1</sub>	<p>Sus materiales son arenas, arcillas y gravas, con diverso grado de compacidad, que integran los depósitos aluviales y de terraza. La resistencia a la erosión es variable, pero nunca alta.</p>
	III <sub>1'</sub>	<p>En ella se incluye las arcillas mezcladas con fragmentos de las rocas que dan origen a los depósitos coluviales; la coloración de estos terrenos es rojiza, más o menos intensa. Su resistencia a la erosión es baja.</p>
III	III <sub>2</sub>	<p>Básicamente, sus materiales son margas y arcillas y, en menor proporción, gravas, areniscas y conglomerados que confieren al terreno una coloración roja o marrón intensa. Su resistencia a la erosión es baja, con niveles más resistentes, que destacan en la superficie del terreno.</p>
	III <sub>2'</sub>	<p>Incluye los depósitos terciarios en que predominan materiales detriticos gruesos: arenas, areniscas y conglomerados; además, otros materiales que los acompañan como margas, arcillas y calizas y, de forma muy esporádica, yeso. Su resistencia a la erosión es variable, de media a alta.</p>
	III <sub>3</sub>	<p>Comprende calizas y arcillas arenosas, con coloración del terreno blanquecina o ligeramente rojiza. La resistencia a la erosión es baja, resaltando los niveles calizos, más resistentes.</p>

## FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO



## FORMACIONES SUPERFICIALES

Q<sub>d</sub>

Arcillas, arenas y gravas, mezcla de materiales conectados al cauce actual de los ríos (Depósitos aluviales).

Q<sub>1</sub>

Conglomerados, gravas, arenas y lentejones de arcillas. (Depósitos de terraza).

Q<sub>C</sub>

Arcillas, más o menos arenosas, y cantos (Depósitos eólicos).

## SUSTRATO

P <sub>103</sub>	Cuarcitas
P <sub>11-103</sub>	Pizarras y cuarcitas
P <sub>105-103-12</sub>	Margas, cuarcitas y calizas
S <sub>8</sub>	Areniscas
S <sub>8-7</sub>	Areniscas y conglomerados
S <sub>3-8</sub>	Arenas y areniscas
S <sub>7-8</sub>	Conglomerados y areniscas
S <sub>7-8-10</sub>	Conglomerados, areniscas y argilitas
S <sub>8-105-7</sub>	Areniscas, margas y conglomerados
S <sub>12</sub>	Calizas
S <sub>12-3</sub>	Calizas y arenas
S <sub>12-7</sub>	Calizas y conglomerados
S <sub>12-8</sub>	Calizas y areniscas
S <sub>12-105</sub>	Calizas y margas
S <sub>12-8-3</sub>	Calizas, areniscas y arenas
S <sub>12-8-5</sub>	Calizas, areniscas y arcillas
S <sub>12-13-6</sub>	Calizas, dolomias y brechas calizas
S <sub>105-9-12</sub>	Margas, limolitas y calizas
S <sub>5-14-12</sub>	Arcillas, yesos y calizas
S <sub>5-105-14</sub>	Arcillas, margas y yesos
T <sub>8-3</sub>	Areniscas y arenas
T <sub>8-7</sub>	Areniscas y conglomerados
T <sub>5-2</sub>	Arcillas y gravas
T <sub>12-5/3</sub>	Calizas, arcillas arenosas y, eventualmente yesos
T <sub>5/3-2</sub>	Arcillas arenosas y gravas
T <sub>3/5-8</sub>	Arenas arcillosas y areniscas
T <sub>105-5</sub>	Margas y arcillas
T <sub>3-7-5</sub>	Arenas, conglomerados y arcillas
T <sub>7-5-8</sub>	Conglomerados, arcillas y areniscas
T <sub>5-7-8</sub>	Arcillas, conglomerados y areniscas
T <sub>7-8-5</sub>	Conglomerados, areniscas y arcillas
T <sub>7-8-105</sub>	Conglomerados, areniscas y margas
T <sub>7-12-105</sub>	Conglomerados, calizas y margas
T <sub>105-5-8</sub>	Margas, arcillas y areniscas

### *Arcillas, conglomerados y areniscas. T<sub>5-7-8</sub>*

Este grupo litológico se encuentra en la zona S de la Hoja, extendiéndose, aproximadamente, de E a O, desde Deza hasta Cabreriza, al S de Berlanga de Duero.

Se trata de una formación compleja, existiendo un claro predominio de las arcillas de tonos rojos característicos y apareciendo resaltes de areniscas poco alterados y menos frecuentemente conglomerados en niveles aislados.

La resistencia a la erosión del conjunto de estos materiales es baja, destacando algunas zonas en las que la erosión es marcadamente intensa.

### **Área III<sub>2</sub>**

Se incluye en ella el conjunto de depósitos terciarios en los cuales predominan los materiales detríticos gruesos. Comprende un total de ocho grupos litológicos, algunos de ellos con iguales materiales, pero que se han separado entre sí con el objeto de destacar el predominio de unos sobre otros, y que aquí se describirán conjuntamente:

### *Areniscas y arenas. T<sub>8-3</sub>*

Responde a esta litología una pequeña mancha miocena que se localiza en la zona del ángulo SO de la Hoja, al N de Nograles.

Son areniscas que en superficie dan arenas por alteración y disgregación de aquellas; presentan tonos amarillento-rojizos y su resistencia a la erosión es escasa.

### *Conglomerados, areniscas y margas. T<sub>7-8-105</sub>; Conglomerados, areniscas y arcillas. T<sub>7-8-5</sub>; Conglomerados arcillas y areniscas. T<sub>7-5-8</sub>*

Estas formaciones se extienden de forma amplia por la mitad S de la Hoja. Su litología incluye conglomerados y areniscas muy cementados de tonos rojos en general; además aparecen zonas con margas y arcillas de la misma coloración que el conjunto.

Estos conglomerados están constituidos, la mayor parte de las veces, por cantos de caliza, cuarzo y cuarcita; su cemento es arenoso calizo, la que confiere a la formación los tonos rojos y pardos característicos.

La resistencia a la erosión de estas formaciones puede considerarse como irregular y los suelos que desarrollan suelen ser arcillo-arenosos.

### *Areniscas y conglomerados. T<sub>8-7</sub>*

Se localiza este grupo litológico al SE de Soria y está constituido por areniscas y conglomerados del tipo de los descritos en el apartado anterior.

La resistencia a la erosión de estos materiales se considera como media; los recubrimientos, que en ocasiones son potentes, se concentran en las zonas de escasa o nula pendiente topográfica.

### *Arenas arcillosas y areniscas. T<sub>3/5-8</sub>*

A esta litología responde un conjunto de terrenos terciarios que se localizan en el ángulo SE de la Hoja, en las inmediaciones de Embid de Ariza.

Se trata de arenas más o menos arcillosas y areniscas de coloración amarillenta y rojiza; su resistencia a la erosión es baja y los suelos que desarrollan son arcillas arenosas.

### *Arenas, conglomerados y arcillas. T<sub>3-7-5</sub>*

Se sitúa este grupo litológico en el centro de la Hoja, al N de Almazán.

Están constituidos por arenas de tonos claros, en ocasiones bastante cementadas, arcillas y conglomerados más o menos consistentes. La coloración del conjunto de la formación presenta tonos amarillentos y rojizos, menos acusados estos últimos que los de los terrenos miocenos circundantes.

Su resistencia a la erosión es baja.

### *Conglomerados, calizas y margas. T<sub>7-12-105</sub>*

Esta formación se localiza en el ángulo NE de la Hoja; está constituida por conglomerados fuertemente cementados, de cantes grandes, calizas y margas en bancos, masivos y de coloración gris. En ocasiones aparecen yesos, aunque esta circunstancia no se ha reflejado en la simbología del grupo pues su presencia es esporádica.

La resistencia de estos terrenos frente a los agentes erosivos puede considerarse como media y desarrollan suelos arcillosos.

## **Área III<sub>3</sub>**

En ella se incluye un conjunto de terrenos terciarios en los que predominan los materiales carbonatados. Comprende un sólo grupo litológico.

### *Calizas y arcillas arenosas. T<sub>12-5/3</sub>*

Esta formación se extiende por el extremo S de la Hoja y está constituida por calizas en bancos, más o menos margosos y arcillosos; la coloración que dan al terreno es blanquecina o ligeramente rojiza.

Su resistencia a la erosión es baja para los niveles arcillosos, de forma que destacan los bancos calizos sobre el conjunto, dada su mayor resistencia.

En esta formación se ha observado la presencia esporádica de yesos.

## **2.5. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS**

En este apartado se analizarán los principales rasgos morfológicos, viendo que repercusión tienen, o pueden tener, sobre las condiciones constructivas de los terrenos.

Este análisis tendrá como base las características y comportamiento de las diferentes familias de rocas ante las condiciones ambientales, resaltando aquellos problemas que

surjan en el terreno, bien por causas puramente naturales, bien al ser trastocado su equilibrio bajo la acción directa del hombre.

Se completará con un mapa y una ficha resumen, en la que se incluirá las características geomorfológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

### **Área I<sub>1</sub>**

Los terrenos que constituyen esta Área se sitúan casi siempre por encima de los 1.000 m de altura, alcanzando una altitud máxima de 1.614 m en la Sierra de Toranzo.

Presenta una morfología muy variada, comprendiendo desde zonas llanas a otras en las cuales sus pendientes topográficas superan el 30 por ciento.

La estabilidad natural de estos terrenos es alta, así como al actuar sobre ellos fuerzas externas procedentes de la acción humana; no obstante pueden aparecer focos de inestabilidad ligados a la lajosidad o alteración de los materiales.

### **Área II<sub>1</sub>**

La morfología de los terrenos que incluye esta Área presenta todos los tipos de forma de relieve: llana, intermedia, abrupta y montañosa.

En las extensas manchas calizas del O. de la Hoja aparecen también profundos arroyos encajados entre paredes verticales, lo que denuncia su origen kárstico. A este respecto, hay que destacar la posibilidad de existencia de oquedades subterráneas, debidas a la disolución de la caliza; estos fenómenos de disolución se manifiestan, en superficie, por la aparición en zonas llanas de abundantes dolinas de mayor o menor extensión.

Respecto a la estabilidad, se puede considerar dos zonas de desigual comportamiento: las zonas con margas o limolitas parecen estables en condiciones naturales, pero se convierten en inestables por aplicación de cargas exteriores o dotación de taludes con pendientes inadecuadas; las calizas son estables, tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre, si bien puntualmente puede aparecer una cierta inestabilidad debida a la fracturación de estos materiales.

### **Área II<sub>2</sub>**

Presenta una morfología variada, desde zonas de relieve suave hasta zonas con pendientes del 30 por ciento; en general, predominan los relieves intermedios y abruptos, es decir, las pendientes topográficas comprendidas entre el 7 y el 30 por ciento.

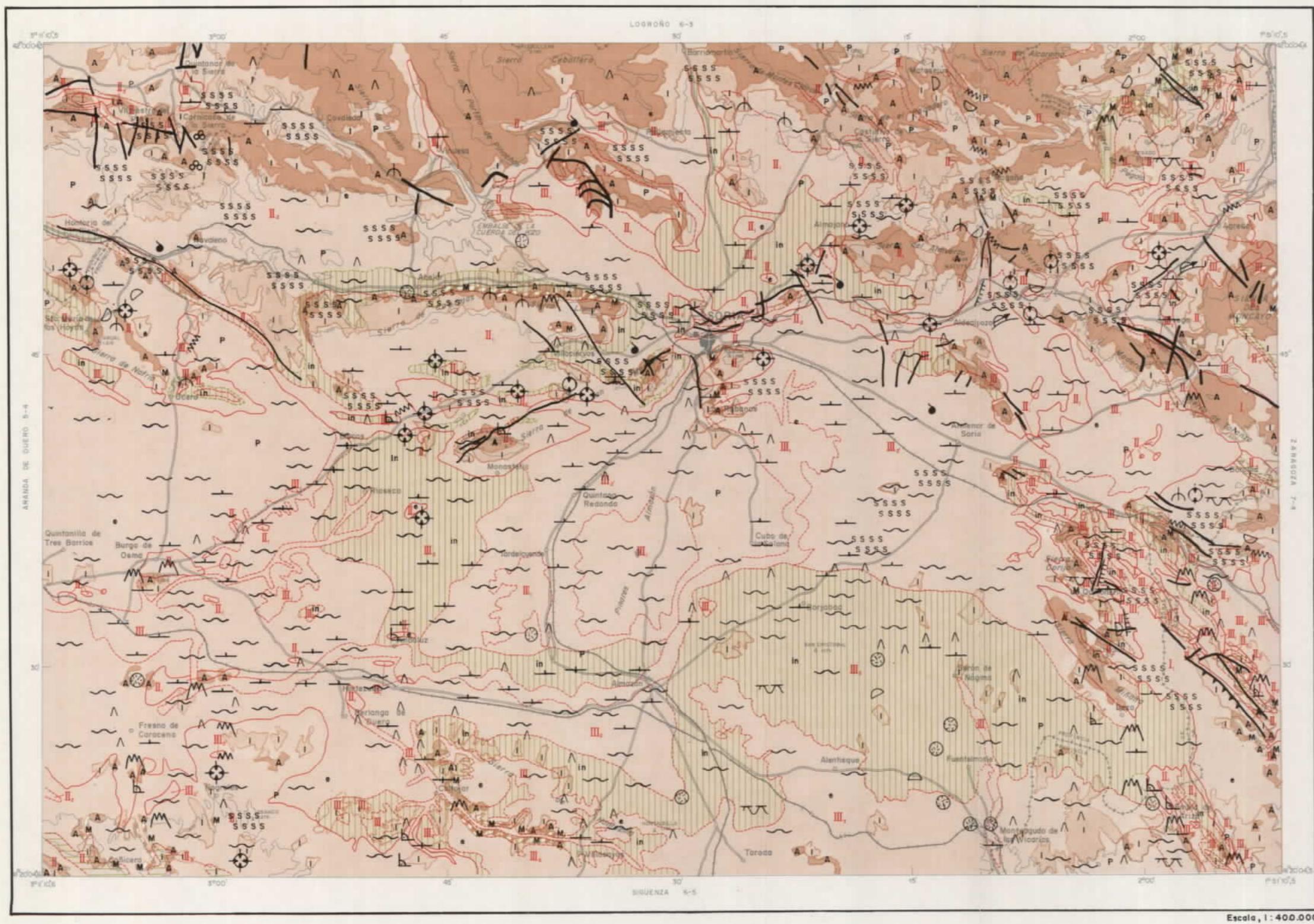
La estabilidad de estos terrenos es buena, tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre.

### **Área II<sub>3</sub>**

Esta Área presenta relieves variados, desde suaves a abruptos, predominando en conjunto estos últimos. En algunas zonas (Sierra del Moncayo), el relieve se hace muy acusado, con pendientes topográficas que superan en algunas zonas el 30 por ciento.

La estabilidad general es buena, excepto en las zonas muy fracturadas, en las que bajo la acción de agentes externos, la estabilidad se encuentra disminuida.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	<p>Presenta una morfología variada, desde zonas llanas a zonas con pendientes superiores al 30 por ciento.</p> <p>La estabilidad natural de estos terrenos es alta; de forma local pueden aparecer focos de inestabilidad, al actuar sobre el terreno fuerzas exteriores, debidos a la lajosidad o alteración de los materiales.</p>
II	II <sub>1</sub>	<p>Su relieve varía notablemente, desde formas llanas a muy abruptas, con aparición de profundos arroyos encajados de origen kárstico. En zonas llanas aparecen abundantes dolinas.</p> <p>Las zonas margosas se consideran inestables bajo la acción del hombre y las calizas estables, salvo en puntos con elevada fracturación.</p>
	II <sub>2</sub>	<p>Predominan los relieves abruptos e intermedios, sin excluir la presencia de amplias zonas llanas.</p> <p>La estabilidad de estos terrenos es buena en condiciones naturales y bajo la acción del hombre.</p>
	II <sub>3</sub>	<p>Presenta relieves variados, desde suaves a abruptos, con predominio, en conjunto, de éstos.</p> <p>Su estabilidad es buena, excepto en zonas muy fracturadas.</p>
III	II <sub>3'</sub>	<p>El relieve de esta Área varía de llano a acusado.</p> <p>Los terrenos que incluye presentan notables condiciones de inestabilidad tanto natural (en zonas con pendientes acusadas) como bajo la acción del hombre.</p>
	III <sub>1</sub>	<p>Su morfología general es llana y solamente en terrazas aparecen formas de relieve suaves. Son terrenos estables, si bien en la realización de desmontes y taludes debe tenerse en cuenta la escasa cohesión de sus materiales.</p>
	III <sub>1'</sub>	<p>Su morfología muestra relieves con pendientes naturales inferiores al 15 por ciento.</p> <p>Su estabilidad natural es buena y se ve disminuida en parte por la aplicación de cargas u otros agentes externos.</p>
	III <sub>2</sub>	<p>En conjunto, las pendientes son inferiores al 7 por ciento; sin embargo, aparecen abundantes laderas con pendientes acusadas.</p> <p>La estabilidad natural es buena, con posible aparición puntual de pequeños desmoronamientos y deslizamientos.</p>
	III <sub>2'</sub>	<p>Presenta formas de relieve llanas y alomadas, con presencia de laderas de pendiente acusada, y alguna zona con relieves abruptos.</p> <p>Su estabilidad natural es buena, apareciendo reducidos focos de inestabilidad debida a disgregación de los materiales.</p>
	III <sub>3</sub>	<p>Sus formas de relieve varían de llanas a acusadas.</p> <p>En general, su estabilidad natural es buena. En zonas con pendientes elevadas y bajo la acción de factores externos pueden producirse desmoronamientos y deslizamientos.</p>



### INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

- P Zonas planas, pendientes del 0 al 7 por ciento
- I Zonas intermedias, pendientes del 7 al 15 por ciento
- A Zonas abruptas, pendientes del 15 al 30 por ciento
- M Zonas montañosas, pendientes superiores al 30 por ciento
- Límite de separación de zonas

### SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

- \* Zonas estables bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre
- in Zonas estables bajo condiciones naturales e inestables bajo la acción del hombre
- I Zonas inestables bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre
- Límite de separación de Zonas

### SIMBOLOGIA

#### FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

- Falla o zona de falla
- ▲ Cabalgamiento

#### FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- Formas de relieve llanas
- Formas de relieve alomadas
- ^ Formas de relieve acusadas
- M Formas de relieve muy acusadas
- Taludes rocosos prácticamente verticales
- Altiplanicia
- Abarrancamientos
- Desprendimiento de bloques
- ▲ Forma de disyunción en bolos
- Acumulación de rocas sueltas
- Pizarrosidad acusada
- Recubrimiento de alteración
- Hundimiento
- Zona de hundimiento en potencia
- Deslizamientos en potencia a favor de las pendientes naturales
- Deslizamientos en potencia
- Área de erosión intensa

### DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- Límite de separación de Areas
- I Designación de un Area

### **Area II<sub>3</sub>**

Presenta una morfología con relieves suaves o bien, acusados.

Son terrenos con baja resistencia a la erosión, fácilmente meteorizables, físicamente en unas ocasiones y químicamente en otras (fenómenos de disolución de los yesos tanto cuando se encuentran diseminados en las margas como cuando aparecen en niveles cristalinos).

### **Area III<sub>1</sub>**

Los terrenos que constituyen esta Area presentan una morfología general llana y solamente en las terrazas, y debido a diferencias de resistencia a la erosión, aparecen formas de relieve muy suaves.

Su estabilidad natural es elevada; en la realización de taludes y desmontes debe tenerse en cuenta su escasa cohesión, que puede originar problemas en su ejecución.

### **Area III<sub>1</sub>**

Presenta una morfología suave, con pendientes topográficas comprendidas entre el 0 y el 15 por ciento.

La estabilidad natural de estos terrenos es buena; sin embargo, y dada la naturaleza arcillosa de los materiales, esta estabilidad disminuye al incidir sobre ellos cargas exteriores de agentes procedentes de la actividad humana.

### **Area III<sub>2</sub>**

Predominan, en conjunto, en esta Area las formas de relieve con pendientes inferiores al 7 por ciento; sin embargo, son frecuentes las laderas con taludes acusados.

Sus terrenos poseen, en general, baja resistencia a la erosión, presentándose zonas en que ésta es particularmente activa.

Existen, no obstante, niveles más resistentes a la erosión (areniscas y conglomerados) que destacan en superficie, apareciendo unas veces en forma de resaltes continuos y otras en bloques sueltos procedentes de la disgregación de esos niveles.

Su estabilidad bajo condiciones naturales es buena, si bien de forma local pueden aparecer deslizamientos reducidos y de escasa importancia.

Por la aplicación de fuerzas externas esta estabilidad disminuye.

### **Area III<sub>2</sub>**

La morfología de esta Area incluye formas de relieve llanas y alomadas en general, con presencia de laderas con pendientes acusadas.

En el ángulo NO de la Hoja aparecen amplias zonas de relieve acusado, con pendientes topográficas comprendidas entre el 15 y el 30 por ciento, alternando con otras en las que las pendientes varían entre el 7 y el 15 por ciento.

Respecto a su estabilidad, puede decirse lo aplicado a la Area precedente; es buena en condiciones naturales, apareciendo focos muy reducidos de inestabilidad por disgregación de los materiales.

### **Area III<sub>3</sub>**

Esta Area incluye formas de relieve que varían de llanas a acusadas; también aquí aparecen laderas de pendiente acusada y áreas de marcada erosión.

En general, la estabilidad de estos terrenos es buena, salvo en zonas con pendientes elevadas, en las que, bajo la acción de factores externos, pueden producirse desmoronamientos y deslizamientos, aunque de magnitud reducida.

#### **2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS**

En este apartado se analizarán las características que afectan de forma más o menos directa a las condiciones constructivas de los diferentes terrenos.

El análisis se basará en la distinta permeabilidad de los materiales y en sus condiciones de drenaje, concluyendo con el estudio de los problemas que de la conjunción de ambos aspectos pueden aparecer.

Se completará con un mapa y una ficha resumen en la que se hará constar las características hidrológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

### **Area I<sub>1</sub>**

Sus materiales se consideran, en pequeño, como impermeables, apareciendo en conjunto cierta permeabilidad debida a su lajosidad y fracturación.

Esta circunstancia, unida a las pendientes naturales del terreno, hace que el drenaje se considere como favorable en general. Sin embargo, aparecen encharcamientos que tienen un carácter restringido, tanto en extensión como en tiempo, y que afectan a las zonas llanas con recubrimientos arcillosos.

Por consiguiente, en esta Area no debe hablarse de problemas hidrológicos extendidos a toda ella y éstos solamente tienen un carácter muy local, y solamente en estas zonas pueden aparecer problemas de presencia de agua a profundidad escasa, pero, por lo general, ello no afecta a la realización de obras de cimentación o infraestructura.

### **Area II<sub>1</sub>**

Como en la Area anterior, sus materiales se consideran, en pequeño, impermeables, pero en conjunto aparece cierta permeabilidad ligada a la fracturación de esos materiales.

Desde el punto de vista de las condiciones de drenaje hay que tener en cuenta la presencia, por una parte, de zonas con relieve acusado y, por otra, la existencia de zonas absolutamente llanas en las que aparecen recubrimientos arcillosos que, en general, tienen poca potencia.

En las primeras, el drenaje se efectúa principalmente por escorrentía superficial activa unida a una percolación a través de fracturas; el drenaje, en estas zonas, se considera como favorable.

En las segundas, la escorrentía es muy deficiente o nula, por lo que el drenaje se verifica por percolación a través de fisuras, a lo que se añade la disolución progresiva de la caliza. El drenaje en estas zonas se considera como aceptable, si bien puede empeorar localmente, circunstancia que depende de la potencia de los recubrimientos de arcillas.

A causa de la citada disolución de la caliza es posible la presencia de oquedades en profundidad y el establecimiento de corrientes de aguas subterráneas. Así mismo, y dado que la base de las formaciones calizas que integran esta Área está constituida por niveles margosos, no se descarta la posibilidad de existencia de bolsadas de agua. Aparte de éstas, no es probable la presencia de acuíferos.

### **Área II<sub>2</sub>**

Dentro de esta Área se distinguirá, por un lado, la formación de arenas y areniscas (S<sub>3-8</sub>) y, por otro, el resto de las litologías.

#### *Características hidrológicas de la formación S<sub>3-8</sub>*

Los materiales que constituyen esta formación se consideran en general como permeables, si bien localmente la presencia de zonas arcillosas disminuye esta permeabilidad o la elimina.

Su drenaje se efectúa por una mezcla de escorrentía superficial y percolación natural, por porosidad intergranular.

#### *Características hidrológicas de los restantes grupos litológicos*

Sus materiales se consideran impermeables; existe una pequeña permeabilidad por percolación a través de fracturas, pero claramente menor que la presente en las calizas de la Área II<sub>1</sub> y en los materiales paleozoicos.

En general el drenaje se efectúa por escorrentía superficial, considerándose favorable. En zonas llanas aparecen recubrimientos arenoso-arcillosos, semipermeables poco potentes y que dan lugar a encharcamientos poco extensos, tanto en superficie como en tiempo, sin que ello llegue a constituir problemas hidrológicos propiamente dichos.

### **Área II<sub>3</sub>**

Los materiales que incluye esta Área se consideran como impermeables. El drenaje de estas zonas se efectúa por escorrentía superficial, y, en conjunto, se considera favorable. De forma puntual aparecen encharcamientos ligados a recubrimientos arcillosos en zonas llanas.

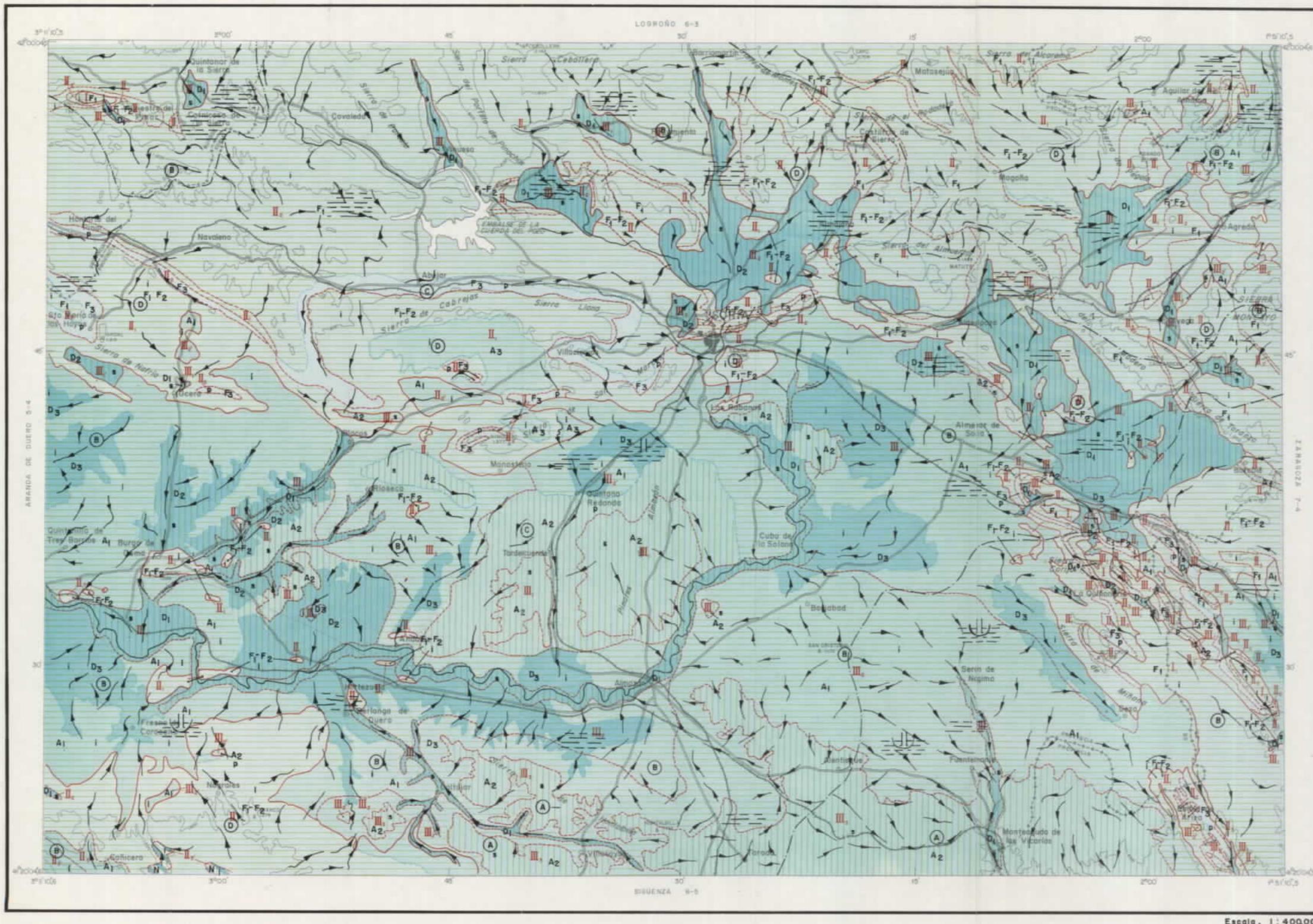
En menor extensión aparece en estos terrenos un drenaje por percolación a través de fisuras y fracturas. No es probable la presencia de acuíferos en profundidad.

### **Área II<sub>3'</sub>**

Sus materiales son impermeables y las condiciones de drenaje varían sensiblemente del extremo E de la Hoja al ángulo SO, zonas en las que se distribuye esta Área.

En la primera, la pendiente topográfica facilita la escorrentía superficial, considerándose el drenaje como favorable; aquí las zonas llanas son reducidas y en ellas el drenaje es nulo.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	<p>Sus materiales son impermeables, apareciendo en conjunto una cierta permeabilidad ligada a lajosidad y fracturación.</p> <p>El drenaje se considera, en general, favorable, efectuándose por escorrentía superficial. No es probable la aparición de agua en profundidad.</p>
II	II <sub>1</sub>	<p>Sus materiales son, en pequeño, impermeables y en conjunto poseen una permeabilidad debida a fracturación.</p> <p>El drenaje de esta Area se considera aceptable en zonas llanas y favorable en las restantes, verificándose por escorrentía y percolación a través de fisuras.</p> <p>No parece probable la presencia de acuíferos, salvo posibles bolsadas de agua.</p>
	II <sub>2</sub>	<p>Características hidrológicas de la formación arenas y areniscas: materiales permeables en general y drenaje favorable por escorrentía superficial y percolación.</p> <p>Características de las restantes formaciones: materiales impermeables y drenaje favorable por escorrentía superficial y en pequeño grado por percolación a través de fracturas.</p>
II	II <sub>3</sub>	<p>Se considera a sus materiales como impermeables. En conjunto, el drenaje se efectúa por escorrentía superficial, de forma favorable, apareciendo una pequeña percolación a través de fracturas.</p> <p>No es probable la existencia de acuíferos en profundidad.</p>
	II <sub>3'</sub>	<p>Sus materiales son impermeables. En zonas llanas el drenaje es nulo y en pendientes acusadas se efectúa una escorrentía superficial activa.</p> <p>Las aguas que atraviesan estos terrenos se cargan de iones sulfato, con el consiguiente poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.</p>
III	III <sub>1</sub>	<p>Sus materiales se consideran semipermeables, variando puntualmente esta condición.</p> <p>En general, el drenaje se considera deficiente en los aluviales y aceptable en las terrazas, donde se verifica por escorrentía y percolación.</p>
	III <sub>1'</sub>	<p>Sus materiales son semipermeables; el drenaje de estas zonas se considera como deficiente o aceptable, dependiendo de la pendiente topográfica del terreno.</p>
	III <sub>2</sub>	<p>Los materiales que la integran son impermeables o semipermeables. En general, su drenaje se considera aceptable, salvo en zonas con predominio de relieves llanos en las que resulta deficiente.</p>
	III <sub>2'</sub>	<p>Sus materiales son permeables o impermeables. En los materiales permeables, el drenaje es aceptable, efectuándose por escorrentía y percolación natural.</p> <p>En los segundos también se considera aceptable, verificándose por escorrentía superficial.</p>
	III <sub>3</sub>	<p>En conjunto, sus materiales se consideran como semipermeables y el drenaje global como aceptable, efectuándose por escorrentía superficial.</p>



## CONDICIONES DE DRENAJE

**N** Zonas con drenaje Nulo

**D<sub>1</sub> D<sub>2</sub> D<sub>3</sub>** Zonas con drenaje Deficiente

**D<sub>1</sub>** Drenaje por percolación natural

**D<sub>2</sub>** Drenaje por percolación y escorrentía poco activa.

**D<sub>3</sub>** Drenaje por escorrentía poco activa.

**A<sub>1</sub> A<sub>2</sub> A<sub>3</sub>** Zonas con drenaje Aceptable

**A<sub>1</sub>** Drenaje por escorrentía activa.

**A<sub>2</sub>** Drenaje por percolación y escorrentía.

**A<sub>3</sub>** Drenaje aceptable por percolación a través de fracturas.

**F<sub>1</sub> F<sub>2</sub> F<sub>3</sub>** Zonas con drenaje Favorable

**F<sub>1</sub>** Drenaje por escorrentía muy activa.

**F<sub>2</sub>** Drenaje por percolación a través de fisuras.

**F<sub>3</sub>** Drenaje por escorrentía y percolación natural.

Límite de separación de Zonas

## PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

**P** Materiales permeables

**S** Materiales semipermeables

**I** Materiales impermeables

Límite de separación de los distintos materiales.

## SIMBOLOGIA

## HIDROLOGIA SUPERFICIAL

— Límite de cuenca hidrográfica

— Límite de subcuenca hidrográfica

— Red de drenaje

## HIDROLOGIA SUBTERRANEA

**(A)** Zonas con acuíferos aislados

**(B)** Zonas sin acuíferos

**(C)** Zonas con acuíferos en formaciones permeables por porosidad intergranular

**(D)** Zonas con acuíferos por fisuración

## FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS

— Zonas propensas a encharcamientos

— Nivel freático a escasa profundidad

— Vaguadas con recubrimientos impermeables y drenaje deficiente.

## DIVISION ZONAL

— Límite de separación de Regiones

— Límite de separación de Areas

**I<sub>1</sub>** Designación de un Area

En el ángulo SO, predominan los relieves llanos de esta formación, presentándose en ellos claros problemas hidrológicos al ser el drenaje nulo; también en esta zona existen relieves acusados y en ellos la escorrentía superficial resulta activa.

Debe tenerse en cuenta que las aguas que atraviesan estos terrenos se cargan de iones sulfato, por lo cual esas aguas actúan de agentes corrosivos frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.

En estas zonas es nula la posibilidad de presencia de agua en profundidad.

### **Área III<sub>1</sub>**

Sus materiales se consideran, en conjunto, semipermeables. Esta condición varía puntualmente de forma amplia, dependiendo su grado de permeabilidad del mayor o menor contenido en fracciones finas.

En general el drenaje de los depósitos aluviales se considera como deficiente, efectuándose únicamente por percolación natural, de forma puntual y debido a las variaciones litológicas, el drenaje puede mejorar o empeorar.

En los depósitos de terraza se ha considerado el drenaje como aceptable en conjunto; este drenaje se realiza por escorrentía superficial, cuando la pendiente topográfica lo permite, y por percolación natural.

### **Área III<sub>1'</sub>**

Los materiales que la integran se consideran semipermeables. El drenaje de estas zonas es deficiente, o bien aceptable. El primer caso se circscribe a los terrenos de esta Área, que presentan una pendiente topográfica prácticamente nula, y se considera como aceptable cuando las pendientes naturales permiten una escorrentía superficial.

### **Área III<sub>2</sub>**

Sus materiales son impermeables y sus características de drenaje se han dividido en dos grupos (aceptables y deficientes) atendiendo al predominio de zonas llanas o alomadas y abruptas.

En los terrenos en que predominan estas dos últimas se considera el drenaje global como aceptable, efectuándose por escorrentía activa; ello no excluye la aparición de encharcamientos locales, como así sucede, de forma particular, en vaguadas donde se concentran depósitos arcillosos y en zonas llanas de extensión reducida que quedan incluidas en este grupo.

En aquéllas áreas con predominio de relieves llanos, el drenaje se considera como deficiente.

También en esta Área aparece un grupo litológico (T<sub>5-2</sub>) cuyos materiales son semipermeables y su drenaje se efectúa, de forma aceptable, por percolación y escorrentía superficial.

Prácticamente, y salvo en la formación T<sub>3-7-5</sub>, no existen acuíferos.

### **Area III<sub>2</sub>**

Las condiciones de permeabilidad de los materiales que incluye esta Area responden a dos extremos: la formación T<sub>3-7-5</sub> se considera permeable en conjunto y el resto de las formaciones impermeables.

En la primera, el drenaje, que se efectúa por escorrentía y percolación, es aceptable; sin embargo, existen zonas llanas arcillosas en las que aquél se hace deficiente. En las restantes formaciones, y al igual que sucedía en la Area III<sub>2</sub>, se aprecian zonas llanas o prácticamente llanas, con drenaje deficiente y otras en que éste se efectúa aceptablemente por escorrentía superficial.

Prácticamente, y salvo en la formación T<sub>3-7-5</sub>, no existen acuíferos.

### **Area III<sub>3</sub>**

Sus materiales son, en conjunto, semipermeables. Globalmente, su drenaje se considera aceptable, efectuándose por escorrentía superficial. También aparece una pequeña percolación natural a través de fisuras de las calizas.

## **2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS**

En este apartado se analizarán las principales características geotécnicas de la Hoja, entendiendo bajo esta acepción todas aquellas que estén implicadas con la mecánica del suelo y su posterior comportamiento al verse solicitado por la actividad técnica del hombre.

Este análisis se centrará de modo especial en los aspectos de capacidad de carga y posibles asentamientos, indicando asímismo todos aquellos factores que de forma directa o indirecta influyan sobre su óptima utilización como base de sustentación de edificaciones urbanas o industriales. Se completará con un mapa y una ficha resumen en la que se incluirán las características geotécnicas propiamente dichas de cada unidad de clasificación de segundo orden.

A fin de no perder homogeneidad con lo hasta ahora expuesto, seguiremos en la primera parte de este punto refiriéndonos a cada una de las Areas de forma individualizada, para luego, y de forma global, exponer las características sismorresistentes de la Hoja, indicando qué tipos de fenómenos pueden ocurrir y qué zonas tendrán más propensión a ellos.

### **Area I<sub>1</sub>**

La capacidad de carga de los materiales que incluye esta Area es alta y los asentamientos inexistentes. Estas características mecánicas se ven disminuidas en las zonas con recubrimientos arcillosos, que se aconseja eliminar en obras de cimentación.

Los únicos problemas de tipo mecánico pueden aparecer al incidir cargas exteriores en la misma dirección que la lajosidad de los materiales, lo que presupone una cierta inestabilidad del terreno en esas condiciones.

### **Area II<sub>1</sub>**

Las características mecánicas de los materiales que incluye esta Área son dispares.

La formación de margas, limolitas y calizas se ha considerado que posee, en conjunto, una capacidad de carga media, experimentando bajo estas cargas asientos de magnitud media; estas características mejoran puntualmente por la presencia de niveles más resistentes.

Las calizas poseen una capacidad de carga alta e inexistencia de asientos, excepto en zonas con margas, cuyas características coinciden con las citadas al principio del párrago. Interesa destacar la posibilidad de asentamientos súbitos por disolución de calizas.

Por consiguiente, los problemas geotécnicos de esta Área son de capacidad de carga y asientos para la primera formación y los ligados a recubrimientos arcillosos en las calizas.

### **Area II<sub>2</sub>**

Las características mecánicas de los materiales que integran esta Área responden a dos tipos. Para las arenas y areniscas y de la formación S<sub>3-8</sub> se ha supuesto una capacidad de carga media y los asientos que experimentan bajo esas cargas son de magnitud media. Las restantes formaciones se considera que poseen una capacidad de carga alta e inexistencia de asientos; estas buenas condiciones mecánicas disminuyen en zonas con recubrimientos arenos-arcillosos o con margas.

Los problemas geotécnicos que aparecen en esta Área se encuentran ligados, por un lado, a capacidad de carga media, y por otro, a la presencia de recubrimientos con características mecánicas inferiores al sustrato y de zonas margosas o arcillosas.

### **Area II<sub>3</sub>**

Los materiales que integran esta Área poseen una capacidad de carga alta y asentamientos nulos.

Bajo la acción de cargas externas pueden aparecer focos de inestabilidad en zonas muy fracturadas o de materiales con fuerte lajosidad.

Los problemas geotécnicos de la Área, conjuntamente, se centran en los recubrimientos arcillosos existentes y, de forma puntual, en los focos de inestabilidad enunciados anteriormente.

### **Area II<sub>3'</sub>**

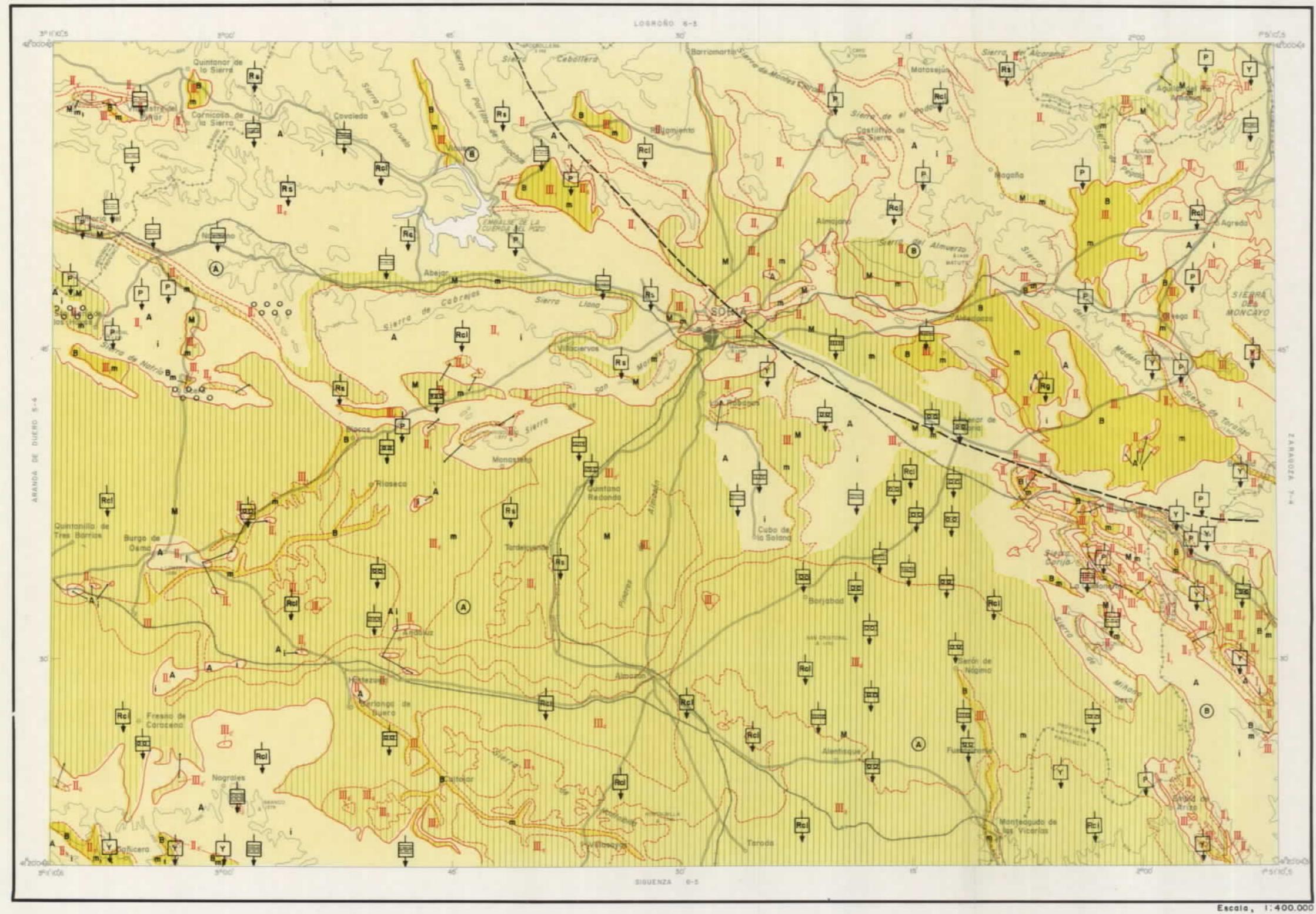
Las características mecánicas de los materiales que constituyen esta Área responden a una capacidad de carga baja y los asentamientos se consideran medios o elevados.

La presencia de yesos, ya sea diseminados o en niveles cristalinos, se suma a las desfavorables características mecánicas de estos terrenos por condicionar la posible aparición de asentamientos bruscos por disolución de aquéllos.

Los problemas geotécnicos de esta Área se centran en los siguientes puntos:

- Capacidad de carga baja
- Asentamientos medios o elevados, con posible aparición de asientos súbitos.
- Presencia de yesos, fuente de agresividad a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I <sub>1</sub>	<p>La capacidad de carga de sus materiales es alta y los asentamientos nulos. Los problemas geotécnicos que pueden aparecer están ligados a recubrimientos arcillosos y a la aplicación de cargas que coincidan con la dirección de lajosidad, lo que puede dar lugar a deslizamientos.</p>
II	II <sub>1</sub>	<p>La capacidad de carga es media en zonas de margas o limolitas y los asientos también de magnitud media. Las calizas poseen capacidad de carga alta y asientos nulos. Pueden producirse asientos bruscos por disolución de calizas. Sus problemas geotécnicos están condicionados por los recubrimientos arcillosos.</p>
	II <sub>2</sub>	<p>Su capacidad de carga es media o alta y los asentamientos son de magnitud media en el primer caso y nulos en el segundo. Los problemas mecánicos se relacionan con las capacidades de carga y la presencia y potencia de recubrimientos de alteración.</p>
	II <sub>3</sub>	<p>La capacidad de carga de sus materiales es alta y los asentamientos nulos. Puede aparecer una cierta inestabilidad por aplicación de cargas externas en zonas fracturadas o con fuerte lajosidad. Sus problemas mecánicos están relacionados con los recubrimientos.</p>
	II <sub>3'</sub>	<p>La capacidad de carga de los materiales incluidos es baja y los asientos medios o elevados. Destaca la presencia de yesos que condiciona, por un lado, la posibilidad de aparición de asientos bruscos y, por otro, el ataque de los aglomerantes hidráulicos ordinarios.</p>
III	III <sub>1</sub>	<p>La capacidad de carga de sus materiales es media y los asientos medios, pero con posibilidad de variación puntual, y baja en algunos depósitos aluviales. Es probable la aparición de asentamientos diferenciales.</p>
	III <sub>1'</sub>	<p>La capacidad de carga de los materiales que la constituyen se considera como baja y los asientos que experimentan bajo estas cargas, de magnitud media. Los problemas geotécnicos que aparecen aquí se relacionan con la capacidad de carga.</p>
	III <sub>2</sub>	<p>En general, sus materiales poseen capacidad de carga media, pudiendo ser alta puntualmente y los asentamientos medios. Sus problemas geotécnicos se relacionan con estas condiciones mecánicas.</p>
	III <sub>2'</sub>	<p>Sus terrenos poseen capacidades de carga medias o altas, según las formaciones, y los asentamientos medios o nulos respectivamente. Los problemas geotécnicos se refieren a las características mecánicas y la existencia de recubrimientos.</p>
	III <sub>3</sub>	<p>Las características mecánicas de sus materiales se consideran en conjunto, de tipo medio, pudiendo mejorar según la potencia de los paquetes calizos. Debe tenerse en cuenta la presencia esporádica de yesos.</p>



## CAPACIDAD DE CARGA

- A** Zonas con capacidad de carga Alta
- M** Zonas con capacidad de carga Media
- B** Zonas con capacidad de carga Baja
- MB** Zonas con capacidad de carga Muy Baja

Límite de separación de zonas

## ASIENTOS PREVISIBLES

- I** Zonas con inexistencia de asientos
- m** Zonas con asientos de magnitud media
- m<sub>1</sub>** Asientos de magnitud media  
Asientos bruscos por disolucion de yesos.
- s** Zonas con asientos de magnitud elevada

Límite de separación de Zonas

## SIMBOLOGIA

## GRADO DE SISMICIDAD

- A** Bajo  $G \leq VI$
- B** Medio  $VI < G \leq VIII$
- C** Alto  $G > VIII$

Límite de separación de Zonas

## FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- Rcl** Recubrimientos arcillosos
- Rs** Recubrimientos arenosos
- Rg** Recubrimientos de gravas
- P** Recubrimientos potentes
- Niveles de arcillas**
- Niveles de margas**
- Niveles de areniscas**
- Niveles de conglomerados**
- Y** Yesos masivos o diseminados
- Materia orgánica

## DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- - - Límite de separación de Areas
- I** Designación de un Area

### **Area III<sub>1</sub>**

Las características mecánicas de sus materiales son variables. La capacidad de carga se ha considerado como media y los asentamientos también medios en las terrazas y aluviales bastante consolidados (aluvial del río Duero) y capacidad de carga baja y asentamientos medios en los restantes aluviales.

De forma especial en las terrazas debe tenerse en cuenta la posibilidad de aparición de asentamientos diferenciales ligados a variaciones litológicas.

### **Area III<sub>1</sub>**

La capacidad de carga de los materiales que la constituyen es baja y los asentamientos que experimentan bajo la aplicación de estas cargas son de magnitud media.

### **Area III<sub>2</sub>**

La capacidad de carga de los terrenos que constituyen esta Área se ha considerado como media o alta.

Las formaciones T<sub>3-7-5</sub>, T<sub>5-2</sub>, T<sub>7-5-8</sub> se consideran que poseen una capacidad de carga media y asientos medios; y las restantes formaciones una capacidad de carga alta y asientos nulos.

Debe considerarse que estas características son generales para la Área y que puntualmente pueden mejorar o empeorar, en este último caso por la presencia de arcillas, margas o recubrimientos de alteración. Al igual que en la Área anterior, los problemas geotécnicos se centran en capacidades de carga, asientos y presencia de recubrimientos con características mecánicas inferiores a las del sustrato.

### **Area III<sub>2</sub>**

La capacidad de carga de los terrenos que constituyen esta Área se ha considerado como media o alta.

Las formaciones T<sub>3-7-5</sub>, T<sub>5-2</sub>, T<sub>7-5-8</sub> se consideran que poseen una capacidad de carga media y asentamientos medios y las restantes formaciones, una capacidad de carga alta y asientos nulos.

Debe considerarse que estas características son generales para la Área y que puntualmente pueden mejorar o empeorar, en este último caso por la presencia de arcillas, margas o recubrimientos de alteración.

Al igual que en la Área anterior, los problemas geotécnicos se centran en capacidades de carga, asientos y presencia de recubrimientos con características mecánicas o inferiores a las del sustrato.

### **Area III<sub>3</sub>**

En conjunto, las características mecánicas de sus materiales se consideran de tipo medio, tanto de capacidad de carga como de magnitud de asientos. En los lugares en que los niveles calizos poseen una potencia apreciable, la capacidad de carga aumenta y los asientos se hacen nulos.

Los problemas geotécnicos en esta Área se refieren a capacidad de carga y asientos y, de forma muy esporádica, a la presencia de yesos en la formación que constituye la Área.

En este último párrafo se analizará, someramente, las características sismorresistentes de la Hoja.

De acuerdo con el "Mapa de zonas sísmicas generalizado de la Península Ibérica", se observan tres zonas distintas en la Hoja. En el ángulo NE se encuentra una zona en que  $VI \leq G \leq VIII$  y se considera con grado de sismicidad medio; en el ángulo SO aparece una zona en que  $G \leq V$  y entre ambas una tercera zona en la que  $V \leq G \leq VI$ . Estas dos últimas, por consiguiente, poseen un grado de sismicidad bajo.

En la primera zona pueden producirse en las construcciones de tipo A ("construcciones rurales") grandes y profundas grietas en los muros u otros efectos que no provocan ruina grave; en las construcciones de tipo B ("construcciones ordinarias") se producen pequeñas grietas en las paredes, caída de trozos de revoco y derrumbamiento de pretils y en las construcciones de tipo C ("construcciones reforzadas"), fisuras en los revestimientos y caída de pequeños trozos de revoco.

En las restantes zonas no tienden a producirse por acciones sísmicas efectos dañinos en las construcciones, o bien pueden ser daños ligeros.

Por consiguiente, en la primera zona, que comprende el ángulo NE de la Hoja, deberá preverse en las edificaciones o construcciones la posible aparición de fenómenos sísmicos y se tendrá en cuenta las especificaciones marcadas por el Gobierno en la "Norma Sismorresistente P.G. S-1 (1968), parte A".

### **3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS**

La serie de características analizadas en los apartados anteriores sirven de base para dar las condiciones constructivas de los terrenos.

Estas condiciones se presentan de forma cualitativa, indicando los tipos de problemas que pueden aparecer con mayor frecuencia y los aspectos que han sido determinantes en la evaluación.

En síntesis, las condiciones constructivas de los terrenos que incluye la Hoja se han clasificado en: Muy Desfavorables, Desfavorables, Aceptables y Favorables.

#### **3.1. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES**

Este grupo incluye los terrenos en los que los problemas más destacados son los de tipo geomorfológico, hidrológico y geotécnico (p.d.) propiamente dichos.

##### *Problemas de tipo geomorfológico*

Se ha asignado esta característica a pequeños retazos de terrenos paleozoicos y calizas en las cuales la morfología es muy acusada. Esta circunstancia marca el carácter "muy desfavorable", aunque las restantes condiciones, mecánicas e hidrológicas, sean buenas y no aporteñproblemas constructivos.

#### *Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d.)*

Estos tipos de problemas se han asignado a zonas de la formación de margas, limolitas y calizas, situadas en el ángulo NE de la Hoja, y a la formación S<sub>5</sub>-105-14 en el E de la misma.

En la primera, los problemas de tipo geomorfológico los constituyen las pendientes naturales del terreno, que superan valores superiores al 30 por ciento; los problemas geotécnicos se relacionan con la capacidad de carga y los asentamientos.

En la segunda, las pendientes topográficas no son muy acusadas, pero el carácter "muy desfavorable" viene determinado por la capacidad de carga baja de estos terrenos, sus asentamientos medios, elevados o súbitos, y la presencia de yesos.

#### *Problemas de tipo hidrológico y geotécnico (p.d.)*

Con estos problemas aparecen dos manchas de la formación S<sub>5</sub>-105-14 situadas en el ángulo SO de la Hoja. El relieve llano o muy suave de estas zonas condiciona un drenaje muy deficiente o nulo y sus problemas geotécnicos propiamente dichos son los señalados en el párrafo precedente.

#### *Problemas de tipo geomorfológico, hidrológico y geotécnico (p.d.)*

Se asignan estos problemas a una zona de la formación S<sub>5</sub>-105-14 situada en el ángulo SO de la Hoja. La presencia en ella de relieves acusados y también llanos, y la inestabilidad de estos terrenos, implican la aparición de problemas geomorfológicos e hidrológicos y los problemas geotécnicos que se han indicado anteriormente.

### **3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES**

Los problemas más destacados de los terrenos que se incluyen en este apartado son de tipo geomorfológico, hidrológicos y geotécnico.

#### *Problemas de tipo geomorfológico*

Los terrenos con este tipo de problemas se distribuyen preferentemente por la mitad N de la Hoja y comprenden varios tipos de litología.

Los problemas geomorfológicos se relacionan principalmente con las pendientes naturales de estos terrenos, que quedan comprendidas entre el 15 y el 30 por ciento, circunstancia que marca el carácter desfavorable que se les ha asignado.

En las calizas, como problema geomorfológico se le añade la existencia de focos de inestabilidad debida a fracturación.

#### *Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d.)*

Los terrenos con estas características presentan pendientes topográficas superiores al 7 por ciento e inferiores al 30 por ciento. La capacidad de carga de sus materiales es

media, así como los asentamientos. Por la conjunción de estas dos circunstancias, se ha asignado el carácter desfavorable desde el punto de vista constructivo a estos terrenos.

#### *Problemas de tipo hidrológico y geotécnico (p.d.)*

Los terrenos con este tipo de problemas se extienden de forma más o menos amplia por toda la Hoja, sin concentrarse, en especial, en una zona determinada.

Los problemas hidrológicos se refieren al drenaje deficiente de estas zonas y los geotécnicos se relacionan con la capacidad de carga, que suele ser baja.

Los dos aspectos, unidos, son los condicionantes del carácter de desfavorabilidad constructiva.

### **3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES**

#### *Problemas de tipo geomorfológico*

Con este tipo de problemas se incluye zonas en un conjunto amplio de formaciones (paleozoico, calizas, dolomías, conglomerados y areniscas, entre otros materiales) cuyas características mecánicas e hidrológicas son buenas y cuyo único aspecto restrictivo de la favorabilidad de las condiciones constructivas lo constituye su morfología, que presenta pendientes topográficas comprendidas entre el 7 y el 15 por ciento.

#### *Problemas de tipo geotécnico (p.d.)*

Se incluye en este grupo un conjunto de zonas que se distribuyen ampliamente por el Centro y S de la Hoja. Los problemas de tipo geotécnico (p.d.) se relacionan unas veces con su capacidad de carga media y magnitud de asentamientos y otras con la existencia de recubrimientos o zonas arcillosas, cuyas características mecánicas son claramente inferiores a las del sustrato rocoso.

· Su carácter de aceptable desde el punto de vista constructivo viene determinado, por tanto, por las características apuntadas.

#### *Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d.)*

En este grupo se incluye parte de terrenos de la Área  $III_2$  y  $III_2'$ , y zonas de la formación  $S_{3-8}$ .

En los primeros, los problemas geomorfológicos proceden de la presencia de numerosas zonas con laderas de fuerte pendiente; y en la formación  $S_{3-8}$  son las pendientes topográficas, comprendidas entre el 7 y el 15 por ciento, las que dan origen a problemas de este tipo.

Los problemas geotécnicos se refieren a las características mecánicas, de tipo medio y a la existencia de recubrimientos de alteración o zonas arcillosas.

#### *Problemas de tipo hidrológico y geotécnico (p.d.)*

Se incluye en este grupo algunos depósitos aluviales y zonas de la Área III<sub>2</sub> en las que el drenaje es deficiente.

Sus problemas hidrológicos se refieren a su drenaje deficiente, que, sin embargo, no llega a constituir un problema grave.

Los problemas geotécnicos se encuentran ligados a las características mecánicas, de tipo medio, en unas ocasiones y, en otras, a la presencia de recubrimientos o zonas arcillosas.

### **3.4. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES**

#### *Problemas de tipo geotécnico (p.d.)*

En este grupo se incluye a un conjunto de terrenos que poseen capacidad de carga alta y no presenta problemas de otra naturaleza. Los problemas geotécnicos que se han asignado a estos terrenos se relacionan con la existencia de recubrimientos que en general son poco potentes, cuyas características mecánicas son netamente inferiores a las del material inalterado y que es recomendable eliminar en obras de cimentación.

## BIBLIOGRAFIA

- Banco de Bilbao. **Renta Nacional de España**
- Banco Español de Crédito. **Anuario del Mercado Español** (1972)
- Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación. **Atlas Industrial de España** (1964-1965)
- Excmo. Diputación Provincial y Organización Sindical de Soria. **Informe sobre las perspectivas y problemas de desarrollo económico-social de la provincia**. Abril 1974
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E: 1/200.000. Hoja 31 Soria**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E: 1/200.000. Hoja 21 Logroño**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E: 1/200.000. Hoja 39 Sigüenza**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E: 1/200.000. Hoja 30 Aranda de Duero**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E: 1/200.000. Hoja 32 Zaragoza**
- I.G.M.E. **Mapa de Síntesis de sistemas acuíferos de España Peninsular, Baleares y Canarias**
- I.N.E. **Nomenclátor de la provincia de Soria**
- I.N.E. **Nomenclátor de la provincia de Burgos**
- I.N.E. **Nomenclátor de la provincia de Logroño**
- I.N.E. **Nomenclátor de la provincia de Zaragoza**
- M.O.P. **Datos climáticos para Carreteras**
- M.O.P. **Balance Hídrico**
- Presidencia del Gobierno. **Norma Sismorresistente P.G., S-1 (1968). Parte A**
- Presidencia del Gobierno. **Selección de Cabeceras de Comarca y Núcleos de Expansión de las provincias españolas (1970)**
- Presidencia del Gobierno. **Doce años de planes provinciales (1970)**
- Servicio Cartográfico del Ejército. **Cartografía a E:1/200.000. Hoja 6-4**