

MAPA GEOTECNICO GENERAL

00291

SEGOVIA



**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

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

**SEGOVIA**

**HOJA 5-5/38**

El presente estudio ha sido realizado por la División de Geotécnica del Instituto Geológico y Minero de España con la colaboración de Ibérica de Especialidades Geotécnicas, S.A. (IBERGESA).

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

Depósito Legal: M. 26105 - 1974

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

## **INDICE**

|  |           |
|--|-----------|
| <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  | 6         |
| 2.3. Criterios de división. Características generales de las Areas | 9         |
| 2.4. Formaciones superficiales y sustrato                          | 17        |
| 2.5. Características geomorfológicas                               | 25        |
| 2.6. Características hidrológicas                                  | 29        |
| 2.7. Características geotécnicas                                   | 33        |
| <b>3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS</b>                | <b>37</b> |
| 3.1. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables          | 37        |
| 3.2. Terrenos con condiciones constructivas aceptables             | 38        |
| 3.3. Terrenos con condiciones constructivas favorables             | 41        |
| <b>BIBLIOGRAFIA</b>  | <b>43</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 la situación geográfica, el relieve y la red fluvial.

La Hoja estudiada corresponde a la designada con la numeración 5-5 del Mapa Topográfico Nacional a E.1:200.000, y se sitúa prácticamente sobre el centro de la cuadrícula de Hojas que tapizan la Península Ibérica. Su demarcación geográfica viene definida por:

Longitud:  $4^{\circ} 31' 10''$  7 -  $3^{\circ} 11' 10''$  6

referida al meridiano de Greenwich dato Europeo, y

Latitud:  $40^{\circ} 40' 04''$  8 -  $41^{\circ} 20' 04''$  7

Administrativamente, se forma por retazos más o menos amplios de las provincias de Segovia, Madrid, Guadalajara, Ávila, Soria y Valladolid, pero mientras las tres primeras cubren la casi totalidad de la Hoja, las restantes únicamente aparecen por los ángulos NO, SO y NE, y su representación es muy reducida.

Por consiguiente, se puede, a efectos demográficos e industriales, centrar toda la atención del estudio en las tres primeras provincias, pues las restantes no influyen en la evaluación global de la Hoja.

Los terrenos pertenecientes a la provincia de Segovia se extienden por toda la mitad NO, incluyendo como núcleos de población más importantes Segovia capital, Sepúlveda, Villacastín, Nava de la Asunción, Turégano y Riaza; los de la provincia de Guadalajara aparecen por el borde E, no incluyendo ningún núcleo de población importante, y finalmente los que ocupan el centro E y el borde S pertenecen a Madrid, destacándose como

núcleos importantes: Guadarrama, Miraflores de la Sierra, Bustarviejo, Guadalix de la Sierra, El Molar y Torrelaguna.

La densidad demográfica es muy irregular, y así, en toda la mitad NO alcanza valores que oscilan entre el 25 y 30 hab/km<sup>2</sup>, en la franja SO-NO, y en el borde E estos valores descienden sensiblemente a 15 hab/km<sup>2</sup>; y por último, en todo el centro E y S se elevan considerablemente, a causa de absorber, total o intermitentemente, parte de la población radicada en Madrid capital, dándose valores del orden de 350-400 hab/km<sup>2</sup>.

El desarrollo industrial de esta Hoja puede situarse casi exclusivamente en su mitad Noroccidental, o sea lo que es la provincia de Segovia, pues al S de la Sierra de Guadarrama el desarrollo es únicamente de tipo urbanístico. Dentro de la producción nacional, Segovia ocupa el puesto 47 con una producción de 8.673 millones de pesetas, de los cuales el 35,7 por ciento proviene del sector agrario, y el 21,5 por ciento del sector industrial y minero, manteniéndose el resto de los sectores por debajo del 5 por ciento, a excepción de los correspondientes a comercio y administración pública, que oscilan entre el 10 y el 11 por ciento.

La morfología presenta dos tipos diferentes de relieves. Uno de formas llanas, que se extiende por los ángulos NO y SE, y otro de formas acusadas y abruptas, que corta a la Hoja en dirección SO-NE. En este último, se incluyen las Sierras de Guadarrama y de Ayllón, con dirección SO-NE, las de Cuerda Larga y la de Cabrera, con dirección O-E, y las de Lobosillo y Robledal, con dirección N-S; las alturas superan en casi todas ellas los 2.000 m.

Su red hidrográfica, si bien poco marcada y sin ríos de gran caudal, se incluye en la de la parte NO, en la cuenca del río Duero, y la de la parte SE, en la del Tajo, ríos que sin aparecer en la Hoja, son el punto de confluencia de todos los aportes hídricos que inciden en ella.

## 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 pluviométricas de Cercedilla y Riosequillo.

La elección de estas estaciones fue condicionada al hecho de que los datos en ellas recogidos cubren un amplio período de tiempo y por consiguiente las series estadísticas confeccionadas con ellos tienen un mayor grado de fiabilidad.

Los datos que a continuación se insertan hacen referencia a: Temperaturas, Precipitaciones, Índices climáticos y Vientos dominantes.

### **Temperaturas**

Las temperaturas medias anuales, en un período de 30 años (1931-60), variaron desde 6º C sobre el centro S de la Hoja a 12 y 11º C en los ángulos SE y NO. En este mismo período, las máximas absolutas pasaron de 35º C al S de la diagonal SO-NE a 38º C en los ángulos NO y SE y las mínimas absolutas fueron de -20º C en los ángulos NE y SO, y de -15º C en los del NO y SE, manteniéndose el centro de la Hoja con valores de -17, -19º C.

Las oscilaciones mensuales fueron muy acusadas, pasando desde valores medios de 2-3º C en los meses invernales a 19-20º C en los del estío. El estudio estadístico de estos valores da, para los dos observatorios consultados, oscilaciones medias mensuales que van de 5 a 15º C, con máximas que rebasan los 30º C en las zonas con morfología abrupta y se mantiene por debajo de este valor en las zonas llanas (15-25º C).

El número de horas de sol osciló anualmente desde 2.000 en la zona Sierra de la Cuerda Larga-Sierra de la Cabrera, a 2.700 en el ángulo NO y 2.300 en el SE, manteniéndose mensualmente sobre los 80-100 en los meses invernales y sobre los 300-350 en los estivales.

#### *Precipitaciones*

Las precipitaciones medias anuales, para un período de tiempo similar al anterior, oscilaron de 1.000 mm sobre la diagonal SO-NE a 400 y 500 mm sobre los ángulos NO y SE, repartiendo en 90 días en el ángulo NE y 80 en el resto de la Hoja.

Las medias mensuales supusieron grandes diferencias, pues si bien desde septiembre a mayo alcanzaron valores de 80 a 120 mm/mes, en los restantes no rebasaron los 40 mm/mes.

Las máximas en 24 horas fueron del orden de 60 a 100 mm en los observatorios de las sierras centrales, descendiendo a valores de 30 a 60 mm en los situados en las planicies del NO y SE.

Las precipitaciones níveas se extendieron, sobre la parte central, desde octubre a mayo, reduciéndose este período (noviembre-abril) en el resto de la Hoja.

#### *Indices climáticos*

Del análisis comparativo de los índices de evapotranspiración según Thornwaite y de la pluviometría media mensual se deduce que el período seco se va ampliando progresivamente a medida que nos desplazamos desde la diagonal SO-NE a los ángulos NO y SE de la Hoja, de tal forma que empieza abarcando los meses comprendidos entre junio y septiembre y termina abarcando los comprendidos entre abril y noviembre, siendo en la primera zona la evapotranspiración máxima de 100 mm/mes y en las restantes de 130-140 mm/mes.

Unido a este último punto, es interesante reseñar los coeficientes medios anuales de reducción climatológica para cada clase de obra. Para ello se ha supuesto que 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 | DCIEMBRE   | 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 de la provincia de Segovia, única que aquí se incluye, pues los de las restantes resultan erróneos y engañosos, por no representar los terrenos insertos en la Hoja la generalidad de la provincia.

***Coefficientes medios anuales para obtención del número de días útiles de trabajo a partir del número de días laborables***

**CLASE DE OBRA**

|         | Hormigón | Explanaciones | Aridos | Riegos y Tratamientos | Mezclas bituminosas |
|---------|----------|---------------|--------|-----------------------|---------------------|
| SEGOVIA | 0,821    | 0,745         | 0,963  | 0,381                 | 0,552               |

***Vientos dominantes***

Las direcciones predominantes se mantienen, para la parte NO de la Hoja (Observatorio de Segovia), dentro del tercer cuadrante (SO), para la zona central (Observatorio de Navacerrada) siguiendo la dirección N y NE, y para la parte S, dentro del primer cuadrante NE.

**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, distribución y naturaleza, y por otra a la tectónica sufrida, que dará razón de su situación relativa y su jerarquización dentro del conjunto total.

**ROCAS**

Estratigráficamente se observan aparte de una serie de amplios afloramientos de rocas ígneas y metamórficas, una extensa representación de materiales paleozoicos y mesozoicos, rodeados o recubiertos parcialmente por depósitos cuaternarios.

**A. Complejo cristalino**

Dentro de él pueden diferenciarse:

A1. Un extenso macizo granítico, que alcanza su mejor y más clara representación en el borde SO de la Hoja, apareciendo no obstante en forma de afloramientos aislados por el cuadrante NO de la misma.

A rasgos generales está formado por granitos, adamellitas y granodioritas, de grano grueso y textura granular.

Normalmente este macizo ha experimentado una serie de fenómenos de alteración secundaria (bien por agentes meteóricos, bien por agentes de acción endógena), lo que condiciona la aparición de áreas en las cuales se entremezclan rocas

sanas (redondeadas y compactas) con áreas sueltas y de escasa consistencia, procedentes de la alteración de las primeras.

A2. Un conjunto metamórfico que ocupa el centro de la Hoja y en el que es posible diferenciar áreas con predominio de gneises (a veces glandulares, o entremezclados con variedades migmatíticas), junto a otras en las cuales son las micacitas las rocas más representativas (casi siempre con la exfoliación muy marcada y dando sobre el terreno una morfología más suavizada).

A3. Una serie de rocas filonianas, por lo general incluidas en los dos grupos anteriores, entre la que se distinguen diques de pórfidos (por lo general de poca potencia), de pegmatitas, aplitas y cuarzo.

#### B. Paleozoico (P)

Si bien la diferenciación estratigráfica del mismo no se ha incluido en ninguno de los documentos gráficos que integran el dossier de este estudio, conviene, sin embargo, hacer un breve comentario de cada uno de sus pisos, dando las litologías predominantes y su situación aproximada sobre el mapa.

##### B1. Cámbrico

Se sitúa sobre el ángulo SO y por zonas aisladas del borde E de la Hoja, especialmente por su mitad N.

Está formado por la serie metamórfica que se inicia con micacitas de colores oscuros, que pasan progresivamente a filita y a pizarras arcillosas entre las que se observan pequeños bancos de cuarcitas.

##### B2. Ordovícico

Se sitúa exclusivamente por la parte NO del borde E de la Hoja, y está formado por una alternancia de cuarcitas y pizarras con una potencia total que oscila entre los 1.300 y 2.000 m.

##### B3. Silúrico

Se sitúa en la misma zona que el Cámbrico, y está formado por una serie de cuarcitas y pizarras, de tonalidad clara las primeras y oscuras las últimas, y con una potencia que si bien supera los 400 m no se ha podido determinar exactamente a causa del gran replegamiento de las pizarras.

##### B4. Carbonífero

Únicamente se ha datado al O de Valdesoto y al O y N de Retiende.

El primer afloramiento está formado por arcosas, pizarras arcillosas y conglomerados de pizarras entre los que se observan delgadas capitas de carbón.

El segundo se inicia con una brecha de trozos de pizarra sobre la que se observan conglomerados (con bolos de cuarzo y cuarcita), areniscas y pizarras carbonosas (estos dos grupos en forma de alternancia).

#### C. Mesozoico (S)

##### C1. Triásico

Aparece en forma de extensos afloramientos sobre el ángulo NE de la Hoja y de retazos aislados al N de Tamajón.

Está representado por un primer nivel de conglomerados poco cementados y de escasa potencia sobre el que descansa un potente banco (100 a 300 m) de areniscas de color violáceo rojizo, entre el que se alternan, sobre todo en el techo del mismo, niveles margosos y dolomíticos.

## C2. Cretácico

En general aparece rodeando los macizos graníticos y gneisíticos de la Hoja, pudiéndose distinguir:

- Un tramo de arenas silíceas, arcillas y margas abigarradas, con un espesor medio de unos 60 m y que corresponde al Cretáceo Inferior.
- La serie de calizas y margas en las que puede distinguirse un tramo inferior de calizas arenosas, sobre el que descansa otro de calizas, calizas margosas y margas blancas. En total la serie tiene una potencia aproximada de 250 m, y se ha datado como del Cretáceo Superior.

## D. Terciario (T)

Es posible diferenciar los sedimentos terciarios de la Cuenca del Tajo y los de la Cuenca del Duero.

### D1. Sedimentos de la Cuenca del Tajo

#### Paleógeno

Aparece claramente representado en la zona de Torrelaguna y al S y SE del Embalse de la Oliva.

En general está formado por un nivel inferior de arcillas y margas bien estratificadas con eventuales intercalaciones de niveles de conglomerados y lentejones de margas yesíferas y yesos blanquecinos, sobre el que descansa otro que se inicia con un nivel de conglomerados calcáreos que van pasando a ser de cuarzo, granitos y gneises a medida que se asciende en la formación.

#### Neógeno

Se distribuye por todo el ángulo Suroriental de la Hoja y está formado por una amplia facies detrítica en la que se observan graduales cambios litológicos, tanto en profundidad como lateralmente.

En general, las zonas más próximas a la Sierra presentan granulometrías más gruesas, que se van suavizando y homogeneizando a medida que nos desplazamos hacia el interior. Normalmente los límites de transición entre los dos tipos de fracciones son muy caprichosos y su representación en el mapa resulta problemática.

#### Plioceno

Se distribuye sobre las manchas de Neógeno, estando formado por depósitos de gravas cuarcíticas poco rodadas y de reducida potencia (3-4 m).

### D2. Sedimentos de la Cuenca del Duero

#### Paleógeno

A parte de la serie de pequeños afloramientos distribuidos irregularmente por toda la mitad NO, la mejor representación aparece al O y SO de Segovia.

Está constituido por un conjunto de sedimentos detríticos (arenas, gravas, conglomerados) en el que el tamaño de grano y estado de cementación varían en función de su distancia a los materiales cretácicos o metamórficos.

#### Neógeno

Se extiende másivamente por toda la mitad NO de la Hoja y está constituido por arcillas arenosas con intercalaciones de arenas y margas grises.

## E. Cuaternario (Q)

Dentro de él es posible distinguir, aparte de los aluviales que circundan a la totalidad de los ríos, y que están formados por arenas arcillosas con recubrimientos parciales de gravas muy redondeadas, los depósitos de terraza del río Jarama, formados por gravas

cuarcíticas con matriz arenosa que alternan con arcillas y arenas, más o menos arcósicas, y los depósitos fluviales antiguos situados sobre el ángulo NO de la Hoja y que están formados por arenas finas con pocos finos y con una potencia muy desigual, si bien por lo general no muy elevada.

## TECTONICA

Desde este punto de vista pueden diferenciarse dos unidades: el zócalo antiguo y las depresiones del Tajo y del Duero.

### ZOCALO ANTIGUO

En su constitución dominan los granitos y los gneises con sus correspondientes aureolas de contacto, en la Sierra de Guadarrama, y los materiales paleozoicos menos metamorfizados en la de Somosierra, efectuándose el paso de unos a otros a través de un conjunto de gneises granitoides, glandulares y pizarras cristalinas de varios miles de metros de espesor.

En general pueden apreciarse dos tectónicas superpuestas, una de edad hercínica y otra posterior de edad alpina.

La antigua afecta a los de tipo gneísico, que se formaron a partir de una serie de inyecciones magmáticas de esa edad, mientras que la segunda fracturó y cuarteteó los anteriores materiales ya cratonizados, apareciendo una serie de grandes fracturas longitudinales que originaron las depresiones transversales que dividen la cordillera en fragmentos separados por amplios corredores de paso.

En general esta red de fracturas orienta totalmente la actual red hidrográfica.

### DEPRESIONES DEL TAJO Y DUERO

En ellas se observan dos pisos estructurales:

- a) El basamento rígido antiguo
  - b) La cobertura sedimentaria de edad terciaria
- a) El basamento se encuentra cuarteado por diversos sistemas de fallas de direcciones coincidentes con las visibles a la Sierra de Guadarrama.
  - b) La tendencia a la subhorizontalidad de las capas miocenas parece demostrar una ausencia casi absoluta de movimientos postmiocénicos.

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

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

Para alcanzar este fin, el proceso operativo se inicia con la división zonal de la Hoja, se continúa con el análisis individual de una serie de características del terreno, observándolas en aquellos aspectos que pueden influir, favorable o desfavorablemente, a la hora de su aprovechamiento como base de sustentación de las diversas obras técnicas, y se finaliza

con el tratamiento conjunto de todos los datos anteriores para, partiendo de ellos, definir cualitativamente sus condiciones constructivas.

#### CRITERIOS DE DIVISION GEOTECNICA

Siguiendo los criterios prescritos para realizar las posibles divisiones zonales dentro de esta escala, así como las correspondientes subdivisiones, se han delimitado, dentro de la zona estudiada, dos Regiones y once Areas, seis en la primera Región y cinco en la segunda.

En la Región I se incluyen todos aquellos terrenos considerados como emergidos —corresponden a los relieves montañosos que forman los sistemas Central e Ibérico— y se sitúan sobre una gran banda que cruza la Hoja diagonalmente de SO al NE. La Región II engloba todos aquellos terrenos considerados como hundidos —corresponden a los relieves que forman las submesetas S y N— y ocupan el resto de la zona estudiada, ángulos SE y NO.

Para la delimitación de las unidades de segundo orden (Areas) dentro de las Regiones anteriormente señaladas nos apoyaremos en la diferente homogeneidad macrogeomorfológica de sus terrenos.

El proceso seguido para ello ha tenido como base el estudio de las diferentes formas de relieve, los tipos de rocas, su resistencia a la erosión y su comportamiento mecánico ante los distintos movimientos tectónicos que han actuado sobre ellos a través de su historia geológica.

Así, ha sido posible individualizar, dentro de la Región I, seis Areas: las I<sub>1</sub>, I<sub>1'</sub>, I<sub>2</sub>, I<sub>2'</sub>, y I<sub>21</sub> y I<sub>22</sub>, y dentro de la Región II, cinco, las II<sub>1</sub>, II<sub>1'</sub>, II<sub>2</sub>, II<sub>4</sub> y II<sub>5</sub>. Hay que indicar antes de proseguir la descripción de cada una de las Areas, que estas notaciones se han efectuado a partir de las habidas en la Hoja nº 5-6/45 de Madrid; por ello se ha saltado la numeración II<sub>3</sub>, pues aquí no aparece tal subdivisión; asimismo, y por incluirse en la Hoja parte del Sistema Central y del Sistema Ibérico, las denominaciones de este último, I<sub>2</sub>, I<sub>2'</sub>, I<sub>21</sub>, y I<sub>22</sub> no coinciden con las de la Hoja nº 6-5/39, pues allí al Sistema Ibérico se le dio la numeración I<sub>1</sub>, sin embargo la continuidad zonal, salvo esta diferencia de notación, se mantiene.

En la Area I<sub>1</sub> se incluyen aquellos terrenos formados por rocas de elevada resistencia a la erosión (granitos y gneises) con morfología acusada y altitudes inferiores a los 1.200 m. En I<sub>1'</sub> se incluyen aquellos terrenos, similares litológicamente a los anteriores, si bien su morfología pasa a ser muy acusada y sus altitudes se mantienen por encima de los 1.200 m. Dentro de la Area I<sub>2</sub> se incluyen el conjunto de terrenos paleozoicos formados por rocas del tipo de pizarras y cuarcitas, con morfología acusada y altitudes inferiores a los 1.200 m; mientras que I<sub>2'</sub>, similar litológicamente a I<sub>2</sub>, agrupa los conjuntos rocosos con altitudes superiores a los 1.200 m.

La Area I<sub>21</sub> agrupa el conjunto de terrenos triáxicos, formados por areniscas y margas de colores rojizos. En general presentan una litología alomada, en la que destacan los niveles de areniscas a causa de su mayor resistencia a la erosión.

La Area I<sub>22</sub> incluye el conjunto de terrenos cretácicos, formados, bien por una alternancia de bancos de caliza y margas, bien por horizontes de arenas y arcillas blanquecinas. En general presentan una morfología alomada en las primeras litologías y suave en las segundas, en donde, por su baja resistencia a la erosión, se observan abundantes fenómenos erosivos.

Dentro de la Area II<sub>1</sub> se incluyen aquellos depósitos conectados actualmente al cauce de los ríos. Están formados por una mezcla de materiales granulares (arenas y

gravas) ligados por una matriz arcillosa y presentando un relieve de formas totalmente llanas. En II<sub>1</sub> se incluyen un conjunto de depósitos arenosos conectados en épocas geológicas anteriores al cauce de los ríos, pero muy desconectados en la actualidad de ellos. Su morfología es llana y su resistencia a la erosión muy baja.

La Área II<sub>2</sub> incluye el conjunto de terrenos pertenecientes a la facies detrítica del Terciario. Están formados por una mezcla de arenas arcillosas con gravas y arcillas y presentan formas que oscilan de llanas a alomadas; debido a su fácil erosionabilidad muestran abundantes huellas de este fenómeno allí donde la topografía se acentúa.

Se incluyen, dentro de la Área II<sub>4</sub>, un conjunto de terrenos terciarios, en los que masiva, o diseminadamente, aparece el yeso como uno de los constituyentes esenciales. Su morfología oscila de llana a alomada, mostrando, debido a su fácil erosionabilidad y disolución por el agua, abundantes huellas de tales fenómenos.

Por último, dentro de la Área II<sub>5</sub> se incluyen una serie de depósitos granulares groseros de reducida potencia y morfología llana, que aparecen por el ángulo SE y NE de la Hoja y que se han datado geológicamente como pliocenos.

## CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

### Área I<sub>1</sub>

Se distribuye en forma de tres bandas longitudinales que con dirección SO-NE (prácticamente paralelas a esta diagonal) se sitúan, una a la altura de la línea Embalse de Santillana-Embalse de Puente Viejas, otra al SE de Segovia y la última sobre la localidad de Bernardos.

En general está formada por materiales muy competentes: granitos, gneises, etc., con una irregular cobertura de depósitos sueltos procedente de su alteración (arenas, cantos graníticos, etc.), lo que hace que en muchos puntos el aspecto masivo de la roca está desfigurado bajo estos eluviales.

Su morfología presenta relieves llanos con pequeñas alomaciones en las dos últimas zonas descritas, y entre alomados y abruptos en la primera; en consecuencia, la pendiente topográfica se mantiene siempre por debajo del 10 por ciento, oscilando normalmente entre el 4 y el 6 por ciento.

Los únicos problemas morfológicos que pueden aparecer están ligados a los materiales de alteración, que por aparecer en un estado suelto tienen una cierta predisposición a los desmoronamientos y a los deslizamientos a favor de las pendientes naturales en los macizos graníticos y a favor de la esquistosidad en los gneisíticos.

Sus materiales se consideran en pequeño como impermeables, admitiendo, en grande, una cierta permeabilidad, unida a su grado de tectonización y a la potencia de algunos de los recubrimientos. Las condiciones de drenaje están, por esto, y por el hecho de presentar la Área una morfología ligeramente alomada, definidas como favorables por escorrentía superficial activa, pudiendo no obstante aparecer zonas en las cuales este carácter se degrade (grandes recubrimientos y morfología llana), pasando entonces a ser aceptable o desfavorable.

La existencia de agua en profundidad está ligada a zonas de fracturación o de relleno.

Sus características mecánicas (capacidad de carga y magnitud de los posibles asentamientos) se consideran favorables (elevadas las primeras y nulos los segundos), estando los únicos problemas geotécnicos ligados a los recubrimientos (arcillosos para los gneises y

arenosos para los granitos), que presentan un comportamiento diametralmente opuesto al de la roca sana, por lo que hay que eliminarlos o analizarlos separadamente en el caso de alcanzar potencias elevadas.

### **Área I<sub>1</sub>**

Se distribuye sobre el centro de la Hoja, prácticamente sobre la diagonal SO-NE, y, tal como se dijo anteriormente agrupa los terrenos que se incluyen en I<sub>1</sub>, pero situados a altitudes superiores a los 1.200 m. De esto se deduce que su composición litológica será la ya indicada (granitos y gneises), pero ahora los recubrimientos sueltos procedentes de su alteración química serán muy reducidos, observándose no obstante los producidos por la erosión física (bolas, bloques, etc.) que tapizarán parcialmente algunas zonas.

Su morfología presenta relieves que pasan de acusados a muy acusados, con pendientes topográficas que oscilan entre el 20 y el 30 por ciento, suavizándose un tanto en el contacto con I<sub>1</sub>. Esto, el alto grado de tectonización y las adversas condiciones climáticas, son factores que condicionan la fragmentación parcial de sus materiales, observándose algunas laderas cubiertas de materiales sueltos, con una elevada tendencia a deslizarse, fenómeno este, que si bien importante puntualmente, no tiene representación en el mapa.

Sus materiales se consideran, en pequeño, como impermeables, admitiendo, en grande, una cierta permeabilidad ligada a su grado de tectonización y a la potencia de algunos recubrimientos. Por esto, y por presentar toda ella una morfología muy acusada, el drenaje, por escorrentía superficial muy activa, se considera favorable, no observándose zonas en las que surgen problemas de este tipo.

La existencia de agua en profundidad está ligada a zonas de fracturación o de relleno.

Sus características mecánicas (capacidad de carga y magnitud de posibles asentamientos) se consideran favorables (elevada la primera y nulos los segundos), estando los únicos problemas geotécnicos ligados al elevado grado de tectonización y a la acusada morfología.

### **Área I<sub>2</sub>**

Se distribuye sobre el borde NE de la Hoja, apareciendo en forma de retazos aislados al NE de Riaza y en forma de una banda continua en la zona que se extiende desde el Embalse del Atazar hasta el del Pozo de los Ramos.

Está formada por materiales paleozoicos entre los que predominan las litologías cuarcíticas y pizarrosas. Normalmente estas rocas aparecen con acusada lajosidad, coloración oscuro rojiza y soterradas parcialmente por recubrimientos arcillosos.

Su morfología presenta diferentes formas de relieve, y así, mientras las zonas situadas al N son generalmente llanas con escasas alomaciones y pendientes topográficas que oscilan del 7 al 10 por ciento, las situadas al S son muy irregulares, con pendientes topográficas que oscilan desde el 7 al 30 por ciento. Los problemas geomorfológicos que puedan aparecer están ligados bien a los recubrimientos arcillosos, por lo general sueltos y con tendencia a deslizarse, bien a la esquistosidad existente, en algunas zonas muy fina, que pueden crear una cierta inestabilidad puntual al presentar superficies parcialmente menos competentes que el resto de la formación rocosa.

Sus materiales se consideran, en pequeño, impermeables, admitiendo en grande una cierta permeabilidad, favorecida por la lajosidad existente. Este hecho, unido a la morfología, condiciona un drenaje, por escorrentía superficial, favorable.

Dentro de la misma, la existencia de acuíferos en profundidad es nula, pudiendo ocasionalmente aparecer bolsadas de agua, ligadas a zonas de fracturación, si bien esta probabilidad es muy reducida.

Sus características mecánicas se consideran favorables, tanto bajo el aspecto de su capacidad de carga (normalmente alta), como en el de la magnitud de posibles asentamientos (casi siempre nulos o muy reducidos), estando únicamente afectadas por el hecho de la existencia, en ciertas zonas, de potentes recubrimientos arcillo-gravosos, que desfiguran parcialmente estos valores, disminuyendo, a veces considerablemente, los aspectos antes enumerados.

### **Área I<sub>2</sub>**

Se distribuye por todo el borde NE de la Hoja, incluyendo los terrenos que se sitúan al E y SO de Riaza, desde esta localidad hasta el Embalse de Matallana. En esencia es una continuación de la anterior y únicamente se ha diferenciado de aquella por el hecho de mostrar una morfología más acusada (altitudes superiores a los 1.200 m y pendientes topográficas superiores al 20 por ciento).

Por consiguiente tanto su litología como sus características hidrológicas y geotécnicas son idénticas a las de I<sub>2</sub>, aunque, y por lo anteriormente indicado, su evaluación constructiva se ha dado como desfavorable.

### **Área I<sub>2</sub><sub>1</sub>**

Se distribuye, en forma de dos grandes manchas, sobre el borde NE de la Hoja, y en forma de pequeños asomos al O del pantano del Pozo de los Ramos.

Está formada por una alternancia de margas, conglomerados y areniscas por lo general con una marcada tonalidad rojiza y una desigual resistencia a la erosión (baja en las margas y elevada en los conglomerados y areniscas), lo cual condiciona que las primeras aparezcan soterradas bajo una capa de arcillas de irregular potencia, y las dos siguientes se presenten prácticamente sin recubrimientos.

Presenta una morfología llana, allí donde predominan los materiales margosos (pendientes inferiores al 3 por ciento), y acusada en donde afloran los conglomerados y las areniscas (pendientes topográficas que oscilan del 7 al 20 por ciento).

Sus materiales se consideran, en general, como impermeables, si bien allí donde afloran los niveles de conglomerados, la permeabilidad aumentará sensiblemente. Esta dualidad litológica, unida al hecho de que los niveles margosos aparezcan, por lo general, en la base de la formación triásica, condiciona un drenaje irregular, pues aunque en el mapa de características hidrológicas se ha dado como desfavorable, puede pasar desde aceptable (por escorrentía algo activa) en los niveles granulares, a prácticamente nulo en los cohesivos.

Por consiguiente, es normal la existencia en todos los valles de problemas hidrológicos ligados a su deficiente drenaje.

La posibilidad de aparición de niveles acuíferos en estos materiales es prácticamente nula.

Sus características mecánicas están, al igual que las hidrológicas, condicionadas por la litología predominante, oscilando desde favorables (capacidades de carga alta y asientos despreciables) cuando aparezcan los niveles granulares, a aceptables o desfavorables (capacidades de carga medias y asentamientos de la misma magnitud) en los niveles cohesivos.

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

Aparece rebordeando, de manera discontinua, a las Areas I<sub>1</sub>, I<sub>1</sub>', I<sub>2</sub>, I<sub>2</sub>', con potencias elevadas en la mitad Noroccidental de la Hoja y muy reducidas en la Suroriental.

Litológicamente es una alternancia de calizas, arenas y margas, si bien son los dos primeros grupos los que marcan la tónica general, apareciendo las arenas en los niveles inferiores, y sobre ellas potentes niveles calizos, con interestratificaciones de margas y margo-calizas.

De coloración predominantemente clara (blanquecina amarillenta para las arenas y gris para las calizas), presenta una desigual resistencia a la erosión (baja para las arenas y elevada para las calizas) factor este último condicionante, como luego se verá, de una serie de problemas geomorfológicos.

En general toda ella presenta formas de relieve llanas con pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento. Sin embargo, se observan una serie de fenómenos exógenos que alteran puntualmente su estabilidad natural.

El escaso grado de cementación de las formaciones arenosas las hace muy sensibles a la erosión, observándose abundantes huellas de este fenómeno (abarrancamientos, entalladuras, etc.) que condicionan la aparición de pequeños deslizamientos y desmoronamientos de las partes no erosionadas hacia posiciones de mínima energía. Estos fenómenos repercuten parcialmente sobre los niveles calizos superiores, pues al eliminarse la base arenosa pueden desgajarse a lo largo de los planos de diaclasamiento, dando superficies lisas con accusados resaltos topográficos.

En general, los niveles calizos se consideran en pequeño impermeables, con una cierta permeabilidad ligada a su diaclasamiento y fisuración; y los arenosos, semipermeables, con una permeabilidad creciente en función del mayor o menor contenido en arenas.

Las condiciones de drenaje se admiten como aceptables, efectuándose en el primer caso por escorrentía poco activa y por percolación por fisuras, y en el segundo por percolación intergranular. Como consecuencia de esto, la probabilidad de que surjan problemas hidrológicos (encharcamientos, etc.) se centrará casi exclusivamente sobre las formaciones arenosas, en las cuales, por existir zonas con una abundante proporción de arcillas, su saneamiento será deficiente, efectuándose de manera muy lenta.

Es normal la existencia de acuíferos en profundidad, apareciendo conectados a niveles calizos muy fracturados.

Sus características mecánicas son variables según aparezcan formaciones calizas o arenosas. En el primer caso se consideran favorables (capacidades de carga elevadas y asentamientos despreciables), estando los únicos problemas mecánicos relacionados con los recubrimientos arcillosos (de irregular potencia y composición) que tapizan algunas zonas; mientras que en el segundo se dan como aceptables (capacidades de carga y magnitud de los posibles asentamientos de tipo medio), estando los problemas mecánicos ligados a la baja resistencia de la parte más superficial de los niveles arenosos (normalmente muy sueltos y meteorizados).

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

Se distribuye irregularmente por toda la Hoja, circundando el cauce actual de casi todos los ríos (especialmente los que discurren por formaciones sueltas o alteradas).

Su litología oscila desde arcillosa, con una elevada proporción de arenas, en los depósitos situados sobre la mitad Noroccidental de la Hoja, hasta arenosa, con grava y cantos, en los situados sobre el ángulo Suroriental.

Presenta una morfología de formas llanas, sin apenas resaltes y con pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento. En general los depósitos que la forman son fácilmente erosionables; sin embargo, a causa de su escaso relieve, la acción erosiva está poco reflejada, no observándose fenómenos exógenos importantes.

La permeabilidad de los materiales que la integran es muy variable, pasando desde totalmente permeables (los situados sobre el ángulo SE) a semipermeables, el resto de los depósitos; pese a esto, el drenaje se considera en toda ella desfavorable, pues si bien la eliminación de los aportes líquidos se efectúa rápidamente por percolación natural, el saneamiento posterior de los mismos no se realiza con la misma celeridad, pues el hecho de aparecer niveles freáticos a poca profundidad hace que los niveles superiores del terreno adquieran, cuando los aportes son máximos, una saturación elevada, acarreando problemas de encarcamientos.

La existencia en profundidad de niveles acuíferos es corriente, estando por lo general conectados con los cursos de agua existentes.

Sus capacidades de carga oscilan de medias a bajas, dándose las primeras en los depósitos del tipo terraza y las segundas en los de tipo aluvial; las magnitudes de los posibles asentamientos son por lo general de tipo medio. Los problemas geotécnicos estarán siempre relacionados con las rápidas e imprevistas variaciones litológicas en profundidad y por la existencia de un alto nivel freático.

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

Se distribuye exclusivamente sobre el ángulo Noroccidental de la Hoja.

Su composición litológica es exclusivamente de tipo arenoso, apareciendo esta fracción, bien totalmente limpia, sin finos, bien mezclada con limos y arcillas; normalmente presentan coloración blanquecino-grisácea, siendo su resistencia a la erosión despreciable, pues aparecen totalmente sueltas sin ningún tipo de cementación.

Su morfología totalmente llana presenta pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento. Como consecuencia de esto, la existencia de fenómenos geológicos exógenos es nula y la estabilidad de los terrenos elevada.

Sus materiales se consideran como permeables, pudiendo en ciertas zonas perder este carácter por el hecho de aparecer niveles arcillosos intercalados a distintas profundidades. Como consecuencia de esto, el drenaje por percolación natural, que en teoría debería ser muy favorable, se da como aceptable en general, pasando a desfavorable o muy desfavorable cuando a poca profundidad existen horizontes de arcilla.

Es normal la existencia en profundidad de niveles acuíferos.

Sus características mecánicas, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como en el de magnitud de los posibles asentamientos que aquellas produzcan, se consideran de tipo medio, estando los únicos problemas geotécnicos ligados a los ya mencionados niveles arcillosos, que por aparecer casi siempre en un estado de saturación total presentan unas características sensiblemente inferiores.

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

Aparece ampliamente representada al O y SE de la Hoja, distribuyéndose en dos amplias bandas paralelas a la diagonal SO-NE.

En su litología, predomina la fracción arenosa, aunque casi siempre se observa mezclada con arcillas, gravas y cantes, en función de su distinta situación geográfica. Así, sobre el ángulo NO son las arcillas las que se entremezclan con las arenas, y sobre el NE y SE son las gravas y cantes las fracciones accesorias.

En su morfología predominan relieves prácticamente llanos, con pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento.

Debido a que los materiales que la forman aparecen en estado suelto, la acción de los agentes meteóricos es sobre ellos muy intensa, observándose abundantes huellas de tales acciones (abarrancamientos, entalladuras, etc.), que dan como resultado la aparición de una serie de problemas de tipo geomorfológico (deslizamientos, hundimientos, desmoronamientos, etc.). Por tanto, y si en general la estabilidad de estos terrenos es elevada, puntualmente puede decrecer, al aparecer zonas parcialmente inestables.

Sus materiales se consideran en general semipermeables, con unas condiciones de drenaje, por percolación natural, aceptables.

Es normal la aparición en profundidad de niveles acuíferos definidos y continuos.

Sus características mecánicas, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como en el de magnitud de los posibles asentamientos que aquéllas ocasionen, se consideran de tipo medio, estando los únicos problemas mecánicos ligados a las irregularidades litológicas, que pueden hacer variar la competencia de los terrenos en distancias muy reducidas.

## **Area II<sub>4</sub>**

Se distribuye únicamente sobre el ángulo SE de la Hoja, rebordeando la localidad de Torrelaguna y al SE del Pantano de la Oliva.

Litológicamente es una mezcla de arcillas y arenas entre las que se intercalan afloramientos de yesos blanquecinos masivos. Normalmente estos últimos materiales no tienen continuidad en toda la Area, sin embargo, y debido a su importancia, hay que prever su aparición en toda ella.

Morfológicamente presenta relieves llanos con aplanaciones y pendientes topográficas que oscilan del 3 al 10 por ciento. Estas irregularidades, unidas a la fácil erosibilidad (tanto física como química) de sus materiales, son la causa de la aparición de múltiples fenómenos exógenos, que dan una cierta inestabilidad (deslizamientos, corrimientos, hundimientos) a todos los terrenos que la integran.

Sus materiales se consideran con unas condiciones de drenaje, por escorrentía poco activa, desfavorables. Si a esto se une el hecho de que los eventuales afloramientos yesíferos cargan las aguas que sobre ella discurren de iones sulfato, nos encontramos con que sus condiciones litológicas globales deben darse como desfavorables.

Sus características mecánicas, consideradas en principio de tipo medio, pueden sufrir grandes variaciones a causa de la fácil disolución del yeso, pues pueden aparecer oquedades en profundidad que al ser sometidas a cargas externas ceden de manera brusca.

## **Area II<sub>5</sub>**

Se distribuye sobre el borde E de la Hoja; al N, sobre los alrededores de Riaza, y al S, circundando las localidades de Viñuelas y el Casar de Talamanca.

Litológicamente está formada por un potente nivel de arenas arcillosas, recubierto de gravas y conglomerados, en general escasamente cementados.

Morfológicamente presenta formas llanas con desniveles en sus bordes ligados a los horizontes granulares más cementados, y con pendientes topográficas superiores al 3 por ciento.

Su estabilidad es elevada, estando poco afectada tanto por la actividad del hombre como por la acción meteórica.

Sus materiales se consideran, al menos en superficie, permeables con un drenaje, por percolación natural, aceptable. Puntualmente, y debido al hecho de que pueden aparecer niveles arcillosos a poca profundidad, pueden aparecer zonas encharcadas, siempre de escasa extensión y fácilmente saneables.

Sus características mecánicas, tanto en el aspecto de capacidad de carga como en el de magnitud de los posibles asentamientos que aquéllas produzcan, son de tipo medio, estando los únicos problemas mecánicos ligados al distinto comportamiento de las fracciones granulares gruesas y las fracciones arenosas y arcillosas.

#### 2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

En este apartado se incluirán los principales tipos de rocas encontradas en la Hoja, agrupándolos según sus características litológicas en el sentido más amplio, y evitando subdivisiones más finas, basadas en criterios petrográficos, situacionales o en diferenciaciones 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 todos los tipos 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 extensión y espesor variables, depositados desde el Villafranquense hasta la actualidad; y en la segunda el conjunto de rocas, más o menos consolidadas, depositadas en el resto de la historia geológica. Dicho mapa se acompaña de una ficha resumen en la que se exponen las características litológicas más destacables de cada unidad de clasificación de segundo orden (Areas).

En lo que sigue, se partirá de las once 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. Unicamente en el último capítulo se dejará este criterio para poder efectuar la interpretación geotécnica de los terrenos de forma más precisa.

#### Areas I<sub>1</sub> y I<sub>1'</sub>

En ellas se agrupan el conjunto de rocas ígneas y metamórficas aflorante en la Hoja.

#### Granitos - γ

Aparecen aflorando, en forma de potentes macizos, por todo el borde SO de la Hoja. Aparte de estas rocas, se observan, integrando este complejo granítico, adamellitas y granodioritas, normalmente de menor extensión.

En general son rocas compactas, y sin apenas recubrimientos, mostrando aisladamente zonas en las cuales, por fenómenos de alteración secundaria, se han formado pequeños lechos de productos secundarios, de cierta importancia puntual, pero despreciables cuando se analiza el macizo globalmente.

### ***Gneises - Σ***

Se distribuyen según la dirección SO-NE, prácticamente sobre la diagonal de la Hoja.

Si bien la variedad glandular es la más frecuente, se observan una serie de variedades migmatíticas.

En general son rocas compactas con una foliación notable en ciertas zonas y soterradas bajo recubrimientos arcillosos poco potentes.

### ***Rocas filonianas***

Intercalados entre los macizos graníticos y gneisíticos se observan una serie de diques porfídicos, pegmatíticos, aplíticos y de cuarzo, casi siempre de reducida potencia y no representados en el mapa.

### ***Áreas I<sub>2</sub> y I<sub>2'</sub>***

Se incluyen dentro de esta subdivisión, el conjunto de rocas paleozoicas aflorantes en la Hoja.

Debido a su difícil datación y división estratigráfica, y a su reducida extensión territorial, se ha incluido el conjunto de litologías existentes bajo un único grupo, indicando exclusivamente el grupo litológico más representativo.

### ***Pizarras arcillosas - P<sub>11/5</sub>***

Se sitúan bajo el ángulo SO y al E del Embalse del Atazar.

Están representadas por un primer nivel de cuarcitas sobre el que descansa una potente formación de pizarras negras de grano fino.

En general aparecen con un alto grado de lajosidad y muy replegadas, por lo cual superficialmente se presentan muy meteorizadas.

### ***Pizarras arcillosas y micacita - P<sub>11/5</sub> - Ω***

Se sitúan al SO de la Hoja y al E y O del Embalse de la Matallana.

Presentan coloraciones oscuras, alta lajosidad y un grado de tectonización acusado. Todo ello da al conjunto una deficiente compacidad superficial, que aumenta a medida que se gana en profundidad.

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

Estos afloramientos se sitúan predominantemente, y en forma aislada, sobre el lateral E de la Hoja.

Aparecen en alternancia pizarras y cuarcitas, a veces con intercalaciones esquistosas. En general dan una coloración oscura, gran competencia mecánica y una elevada resistencia a la erosión.

### **Cuarcitas – P<sub>103</sub>**

Se observan en forma de bandas longitudinales al E y O del Pantano de Matallana.

En general son cuarcitas masivas de colores claros, muy compactas y dispuestas en bancos muy potentes.

### **Areniscas, pizarras y conglomerados – P<sub>g.11-7</sub>**

Están escasamente representadas, observándose únicamente el O de Valdesotos y al O y N de Retiendas.

Normalmente aparece un primer nivel de conglomerados con cantos angulosos que van pasando a areniscas micáceas de color ceniza, para terminar con una alternancia con pizarras y un recubrimiento de pizarras carbonosas.

## **Área I<sub>21</sub>**

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

Aparecen únicamente representadas sobre el ángulo NE de la Hoja. La formación se inicia con un conglomerado poco cementado, de color vinoso, y cantos cuarcíticos, se continúa con unas areniscas micáceas violáceas-rojizas y termina con una serie de lechos margosos. En general su resistencia a la erosión es muy irregular, pues si bien los lechos margosos se disgregan rápidamente los niveles de areniscas resisten a la erosión, dando una serie de resaltes topográficos.

## **Área I<sub>22</sub>**

En ella se incluyen el total de materiales cretácicos aflorantes en la Hoja. Aunque en principio se han efectuado cinco divisiones litológicas, en realidad únicamente poseen valor representativo dos de ellas, la S<sub>12-105</sub> y la S<sub>3</sub>, siendo las tres restantes alternancias más o menos finas difícilmente individualizables a causa de su reducida extensión territorial.

### **Calizas y margas S<sub>12-105</sub>, Calizas y dolomías S<sub>12-13</sub>, Calizas, dolomías y arenas – S<sub>12-13-3</sub>**

Se han incluido en este grupo un conjunto de litologías datadas como del Cretácico Superior.

Geográficamente se extiende a modo de anillo, circundando las divisiones anteriores, sin alcanzar un gran desarrollo extensional.

Normalmente aparecen en alternancia calizas de grano fino, a veces brechoides, con pequeños niveles de margas e inclusiones aisladas de arenas.

Dan sobre el terreno una coloración ocre grisácea y poseen una resistencia a la erosión apreciable.

#### ***Arenas S<sub>3</sub>, Arenas y calizas S<sub>3-12</sub>***

Estas litologías forman la base del grupo anterior, observándose normalmente por debajo de él.

Aparecen como una alternancia de arenas y areniscas, con algunos minerales arcillosos y/o calizos. Normalmente dan coloración blanquecina, y son poco resistentes a la erosión, observándose sobre ellos abundantes huellas de estas acciones.

### **Área II<sub>1</sub>**

Se incluyen, en esta y en la siguiente subdivisión II<sub>1</sub>, el conjunto de Formaciones Superficiales aparecidas en la Hoja.

#### ***Arcillas arenosas, sedimentos sueltos ligados a los cauces de los ríos (Depósitos aluviales) – Qa***

Se agrupan en este apartado el conjunto de materiales poco o nada consolidados, conectados al cauce actual de los ríos.

Debido a la variedad litológica de la Hoja, estos tipos de depósitos muestran claras diferencias según se sitúen sobre el NO o el SE.

Los primeros están formados por una mezcla arcillo arenosa de color claro, con un elevado contenido de arenas. Su potencia es por lo general de tipo medio.

En los segundos, si bien la fracción predominante es también la arcillosa, ahora son gravas y cantos los elementos accesorios, apareciendo los depósitos recubiertos por delgados horizontes de materiales gruesos.

#### ***Arenas silíceas con cantos graníticos o gneisíticos (Depósitos eluviales) – Qe y Qe-γ***

Se incluyen aquí el conjunto de depósitos sueltos procedentes de la alteración de rocas ígneas y metamórficas y que las recubren parcialmente.

En su litología predomina la fracción arenosa, casi siempre mezclada con bloques y cantos de rocas sanas o muy ligeramente alteradas.

Su potencia es normalmente reducida y su coloración presenta una marcada tonalidad rojiza.

La inclusión en este apartado de dos grupos litológicos ha estado condicionada al hecho de que, si bien en campo es posible separarlos en función de la mayor o menor potencia de las alteraciones (mayor en Qe y muy escasa en Qe-γ), la litología de los dos grupos es prácticamente idéntica, y por tanto su separación aquí innecesaria.

### *Arcillas, arenas y cantos (Depósitos coluviales) – Qc*

Se incluyen aquí una serie de depósitos procedentes del arrastre y posterior deposición de los anteriores (Qe y Qe-γ).

Normalmente predominan en ellos las fracciones finas (arcillas y arenas); su distribución granulométrica es más homogénea y su potencia es algo más elevada.

### *Arenas y gravas ligeramente cementadas, a menudo mezcladas con arcillas y limos (Depósitos de terraza) – Qt*

Se incluyen aquí una serie de depósitos ligados al cauce de los ríos Jarama y Henares, pero desconectados actualmente del mismo.

Su composición abarca una amplia gama de granulometrías, que oscila desde gravas mal graduadas y mezclas de arenas y gravas sin finos, hasta arcillas de bastante plasticidad.

Su potencia es apreciable, aumentando el grado de cementación de los depósitos a medida que se gana en profundidad.

### *Arcilla, limos y arenas, normalmente cementadas y con lentejones de gravas (Depósitos fluviales antiguos) – Qf*

Se incluyen en este grupo un conjunto de formaciones arcilloarenosas de origen fluvial, pero en la actualidad desconectados de la red fluvial activa.

Su distribución dentro de la Hoja se centra sobre el borde S en su parte más occidental.

En general son depósitos de arenas, limos y arcillas, con lentejones de gravas mal graduadas y bolsadas aisladas de arcillas plásticas. Su potencia es muy irregular y su grado de cementación crece a medida que se gana en profundidad.

## **Área II<sub>1</sub>**

### *Arenas limpias con pocos finos (Depósitos fluviales) – Qf/3*

Se incluye aquí un conjunto de depósitos granulares situados sobre el ángulo NO de la Hoja.

Su litología es eminentemente arenosa (arenas limpias con pocos finos) y presenta una coloración muy clara. Normalmente aparecen intercalaciones aisladas de niveles arcillosos, si bien estos últimos únicamente influyen sobre las características hidrológicas.

Su grado de cementación es prácticamente nulo y apareciendo los depósitos en un estado totalmente suelto.

## **Área II<sub>2</sub>**

### *Arenas arcillosas, poco cementadas en superficie y presentando aisladamente lentejones de arcillas, arenas limpias y gravas redondeadas (Formaciones continentales miocénicas) – T<sub>3/5</sub>*

Estas formaciones se sitúan preferencialmente sobre los ángulos NO y SE de la Hoja, variando sus características litológicas según nos encontremos en una u otra zona.

En general están formadas por una mezcla de arenas, arcillas, limos y gravas en la que predominan las primeras. Son de granulometría muy variable, con una cementación escasa en los horizontes altos y apreciable en profundidad.

Su distribución es poco homogénea, apareciendo muchas veces los materiales que la forman completamente individualizados.

#### ***Arcillas, arenas y gravas con eventuales niveles de areniscas – T<sub>5-3-2</sub>***

Estas formaciones se distribuyen ampliamente sobre el borde NO de la Sierra de Guadarrama y en forma de pequeños retazos por el resto de la Hoja.

Están formadas por una mezcla de arcillas y arenas con una marcada tonalidad blanquecino-grisácea y una escasa resistencia a la erosión. Eventualmente pueden aparecer niveles de areniscas y conglomerados de reducida potencia y extensión.

#### ***Arenas arcósicas, arcillas, gravas y bolos, normalmente sueltos, poco cementados y con abundantes cantos – T<sub>3-2-5</sub>***

Estos depósitos se sitúan sobre el borde SE de la Hoja.

Están compuestos por una mezcla de arenas, arcillas, limos y gravas, descendiendo un tanto en ellos la proporción de elementos finos (arcillas y limos) y apareciendo bolos y cantos (normalmente de materiales graníticos), así como corridas aisladas de conglomerados (siempre con potencias inferiores a 5 m).

Por lo general su grado de cementación es pequeño, siendo bastante sensibles a los agentes erosivos.

#### ***Arenas arcillosas con asomos y bolos graníticos – T<sub>3/5-2</sub>***

Estos depósitos se sitúan sobre el ángulo SO de la Hoja, circundando el cauce del río Voltaya.

Están formados por una mezcla de arenas y arcillas de escaso espesor entre las que aparecen asomos graníticos del subsuelo rocoso.

Su resistencia a la erosión es baja.

#### ***Arcillas arenosas con niveles de conglomerados – T<sub>5/3-7</sub>***

Estos depósitos se sitúan sobre el ángulo NE de la Hoja. Están formados por arcillas arenosas con niveles de areniscas, conglomerados y recubrimientos aislados de gravas.

Presentan una potencia de magnitud media y una coloración ocre rojiza. Su resistencia a la erosión es baja.

### **Área II<sub>4</sub>**

#### ***Arcillas arenosas con afloramientos aislados de yesos cristalizados – T<sub>5/3-14</sub>***

Se distribuyen exclusivamente sobre el cuadrante SE de la Hoja, apareciendo ampliamente representados al O y alrededor de Torrelaguna y al S y SE del Embalse de la Oliva.

Se observa en ellos una mezcla arcillo-arenosa poco cementada con algunos nivelllos de gravas y afloramientos aislados de yesos blancos, masivos y cristalizados.

En general dan sobre el terreno una coloración ocre, blanquecina o rojiza, y su resistencia a la erosión es muy baja.

#### ***Margas yesíferas con intercalaciones de niveles de areniscas – T<sub>105/8-8</sub>***

Los únicos asomos de esta formación se observan sobre el borde E de la Hoja, enmarcando el cauce del río Sorbe.

Se presentan como una alternancia de margas arcillosas y areniscas de grano intermedio, normalmente en disposición tabular y con una marcada tonalidad blanquecina.

Su resistencia a la erosión es muy desigual, por lo que aparecen abundantes resaltos erosivos ligados al diferente comportamiento de las margas y las areniscas.

#### ***Margas yesíferas con intercalaciones de niveles calizos – T<sub>105/8-12</sub>***

Aparecen sobre la misma zona anterior, y la única diferencia con aquel grupo radica en el hecho de ser ahora la litología caliza la que se alterna en las margas yesíferas.

La coloración se mantiene sensiblemente blanquecina, observándose los mismos fenómenos que los ya descritos en T<sub>105/8-8</sub>.

### **Área II<sub>5</sub>**

#### ***Arenas arcillosas con cantos subredondeados y nivelllos de areniscas – T<sub>3/5-8</sub>***

Se distribuyen preferencialmente por la parte S del cuadrante Suroriental de la Hoja.

Normalmente son depósitos horizontales, sin estratificación definida y formados por cantos redondeados de diversas procedencias.

Los cantos de 3 a 10 cm son los más abundantes, observándose entremezclados con tierras arenosas de color rojizo. Por lo general aparecen poco cementados en superficie, siendo por consiguiente su resistencia a la erosión bastante baja.

#### ***Arcillas arenosas con cantos planos de naturaleza pizarrosa o esquistosa – T<sub>5/3-2</sub>***

Estos depósitos se distribuyen al E y O de la localidad de Riaza.

Normalmente aparecen en forma de una mezcla irregular de arcillas, arenas y cantos, con una coloración rojiza y unos espesores apreciables.

Su grado de cementación es muy escaso, por lo que la erosión crea en ellos profundas huellas (este fenómeno, sin embargo, no debe generalizarse más que en los bordes de la formación).

| REGION | AREA                            | FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS  |
|--------|---------------------------------|---|
| I      | I <sub>1</sub> -I <sub>1'</sub> | <p>Se incluyen en ellas el conjunto de rocas ígneas y metamórficas que entran a formar parte del Complejo Cristalino. En síntesis se observan:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Granitos: aparecen con intercalaciones de adamellitas y granodioritas. En general son rocas compactas y sin apenas recubrimientos.</li> <li>- Gneises: aparecen entremezcladas las variedades glandulares y migmatíticas. En general son rocas compactas con una foliación notable y abundantes recubrimientos arcillosos.</li> </ul> |
|        | I <sub>2</sub> -I <sub>2'</sub> | <p>Se incluyen en ellas el conjunto de rocas datadas como paleozoicas. En general se presentan en alternancia: pizarras, cuarcitas, pizarras arcillosas y micacitas. Normalmente son compactas, fácilmente exfoliables, de coloración oscura y con escasos recubrimientos, por lo general arcillosos.</p>   |
|        | I <sub>2</sub> <sub>1</sub>     | <p>Se incluye aquí una formación que se inicia con un conglomerado poco cementado y de color vinoso, se continúa con areniscas micáceas violáceas rojizas y termina con una serie de lechos margosos. Su resistencia a la erosión es muy desigual.</p>  |
|        | I <sub>2</sub> <sub>2</sub>     | <p>Se incluyen en ella el conjunto de rocas cretácicas. En síntesis aparecen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rocas calizas: bien individualizadas, bien en alternancia con margas, dolomías y arenas. Presentan coloraciones blanquecinas, pequeños recubrimientos arcillosos y una resistencia a la erosión elevada.</li> <li>- Rocas arenosas: aparecen en alternancia con arcillas y pequeños lechos de caliza. Son de colores (blancos), poco resistentes a la erosión y escasamente cementadas.</li> </ul>     |
| II     | II <sub>1</sub>                 | <p>Los depósitos aquí incluidos están formados por una mezcla irregular de arcillas, arenas, gravas y cantos; por lo general presentan coloraciones oscuras, y reducida extensión y potencia. En los que rodean a los ríos Henares y Jarama, estas características varían, pues su potencia es elevada.</p>   |
|        | II <sub>1'</sub>                | <p>Sus depósitos son eminentemente arenosos, mostrando eventuales niveles de arcilla por lo general de reducida potencia. Dan una coloración clara, siendo su grado de cementación prácticamente nulo.</p>  |
|        | II <sub>2</sub>                 | <p>En toda ella las fracciones litológicas predominantes son las arenas y las arcillas, en proporciones bastante similares, y con una coloración rojiza. Intercalados o recubriendolas, aparecen niveles de areniscas, calizas y conglomerados, con una desigual resistencia a la erosión.</p>  |
|        | II <sub>4</sub>                 | <p>Está formada por arcillas arenosas entre las que se intercalan afloramientos aislados de yesos y niveles de calizas y areniscas. En general su coloración es muy variada, pasando desde rojiza hasta gris blanquecina, y su resistencia a la erosión muy desigual, elevada para los niveles de areniscas y calizas, y muy baja para el resto.</p>  |
|        | II <sub>5</sub>                 | <p>Está formada por una mezcla irregular de arenas, arcillas y gravas, con una coloración rojiza y unos espesores de tipo medio. Normalmente aparece recubierta de niveles de grava gruesa que van desapareciendo a medida que se gana en profundidad.</p>  |

### ***Mezcla de arenas, gravas y arcillas – T<sub>3-2-5</sub>***

En general este tipo de depósitos aparecen recubriendo algunas de las zonas depresivas existentes en aquellas áreas en las que afloran materiales de edad paleozoica (borde E de la Hoja).

Normalmente se observa una mezcla de materiales granulares ligeramente cementados con cemento arcilloso. La coloración de los mismos presenta un tinte rojizo amarillento, siendo escasa su resistencia a la erosión y reducida su potencia.

## **2.5. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS**

En este apartado se analizarán los principales rasgos morfológicos, viendo qué 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 incluirán las características geomorfológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

### **Área I<sub>1</sub>**

Presenta una morfología bastante variada, en la que se alternan todos los tipos de formas de relieves, si bien predominan las llanas o ligeramente alomadas; sin embargo, y sobre todo en las zonas situadas más al S aparecen una serie de áreas abruptas y montañosas. Las pendientes topográficas se mantienen casi siempre por debajo del 7 por ciento, observándose, no obstante, un incremento de estos valores, hasta alcanzar otros del 15 al 25 por ciento.

En general toda ella se considera estable, tanto bajo condiciones naturales como al actuar fuerzas provocadas por la actividad del hombre; sin embargo, es posible la aparición, en áreas aisladas, de pequeños fenómenos de inestabilidad ligados siempre a recubrimientos y zonas de alteración.

Normalmente los fenómenos geológicos exógenos son de escasa importancia, estando siempre conectados con las formas que la alteración química provoca sobre las rocas que la integran (acumulaciones de bolos, depósitos de materiales sueltos, etc.); los problemas que tales fenómenos pueden ocasionar son pequeños y siempre puntuales.

### **Área I<sub>1'</sub>**

Presenta una morfología con relieves que oscilan de acusados a muy acusados, pendientes topográficas que rebasan en casi todos los puntos el 20 por ciento, y altitudes que varían desde 1.200 a 2.500 m.

En general, la estabilidad de sus terrenos es elevada, viéndose únicamente afectada por acciones climáticas (heladas), que provocan el cuarteamiento y ruptura de los macizos, ocasionando el desprendimiento de bloques de irregular tamaño.

A esta serie de aspectos se une el hecho de la aparición, bien de zonas recubiertas de materiales sueltos (rocosos y bastante heterométricos), bien de zonas muy tectonizadas,

que influye desfavorablemente sobre su comportamiento global, pues enmascara el resto de sus características geotécnicas.

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

Presenta una morfología de formas alomadas con pendientes topográficas que oscilan entre el 5 y el 15 por ciento.

Normalmente sus materiales son de naturaleza laminar, lo que favorece la aparición, en zonas en donde la lajosidad es alta, de recubrimientos (cantos planos y con bordes astillosos) de cierta potencia y por lo general bastante inestables.

Salvo en estos casos su estabilidad es elevada.

### **Area I<sub>2'</sub>**

Presenta una morfología con relieves que oscilan de acusados a muy acusados, pendientes topográficas que rebasan en casi todos los puntos el 20 por ciento y altitudes que varían desde 1.200 a 2.400 m.

En general, los problemas geomorfológicos están ligados a la intersección de las adversas condiciones climáticas (alto grado de heladidad) con el carácter lajoso de los materiales que la forman. De ello surgen abundantes zonas recubiertas de depósitos, normalmente sueltos y heterométricos. Es en ellos en donde pueden aparecer pequeños deslizamientos que no afectan la normal estabilidad natural de toda la Area.

### **Area I<sub>21</sub>**

Presenta una morfología con relieves alomados (que van suavizándose a medida que se alcanzan zonas de cotas reducidas) y pendientes topográficas que oscilan del 7 al 20 por ciento.

La alternancia litológica existente (margas, areniscas y conglomerados) condiciona las anteriores desigualdades topográficas a la vez que influye sobre el desfavorable comportamiento geomorfológico de algunas zonas de la Area. Así, en la parte baja de la formación (margas), se observan una serie de fenómenos exógenos (pequeños abarrancamientos y entalladuras, etc.) que pueden provocar deslizamientos de escasa importancia.

A excepción de estos fenómenos, que pueden alterar parcialmente su estabilidad natural, esta debe considerarse favorable.

### **Area I<sub>22</sub>**

En ella es conveniente, a fin de evitar falsas interpretaciones, hacer un pequeño desdoblamiento en función de la litología predominante, y referirnos por separado, bien a las zonas arenosas bien a las zonas calcáreas.

#### ***Zonas arenosas***

Presentan una morfología con relieves alomados y pendientes topográficas que oscilan del 5 al 7 por ciento.

A causa de la poca resistencia a la erosión de los materiales que las integran, presentan muy acusados signos de tales acciones (abarrancamientos, entalladuras, etc.) que favorecen la aparición de una serie de problemas morfológicos (deslizamientos activos y en potencia, desmoronamientos, etc.), lo que imprime un cierto carácter desfavorable a la estabilidad natural de estos terrenos. Sin embargo, debido a que tales problemas no tienen una continuidad en todas las zonas arenosas, sino que únicamente se dan allí donde la morfología se acentúa, no se han considerado determinantes en la estabilidad global, dándola por consiguiente como aceptable.

#### ***Zonas calizas***

Presenta en general una morfología con relieves llanos y pendientes topográficas por debajo del 5 por ciento. Hay que indicar, no obstante, la existencia de ciertas zonas en las que la acción erosiva del agua ha tallado los paquetes calizos (alrededores de Sepúlveda) y en donde los relieves se hacen más acusados (grandes cortes) y las pendientes topográficas alcanzan valores superiores al 20 por ciento.

Salvo estos problemas puntuales, y los ocasionados por eventuales recubrimientos arcillo-arenosos ligeramente inestables, la estabilidad natural de estas zonas calizas es elevada y sus características geomorfológicas favorables.

#### **Área II<sub>1</sub> y II<sub>1'</sub>**

Presentan una morfología con relieves llanos y pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento.

Pese a estar constituidas por materiales sueltos, fácilmente erosionables, la inexistencia de formas acusadas hace que la acción de los agentes erosivos esté poco marcada, observándose únicamente pequeños fenómenos lineales (abarrancamientos) en el contacto con las Áreas que la circundan.

Su grado de estabilidad natural es elevado, mayor en II<sub>1</sub> que en II<sub>1'</sub>, y únicamente se ve afectado por las eventuales acciones de los cursos de agua que las atraviesan y que pueden crear zonas puntualmente inestables.

#### **Área II<sub>2</sub>**

Presenta una morfología, en general, de formas llanas, entre las que se observan una serie de alomaciones, sobre todo en el contacto con otras Áreas. Sus pendientes topográficas oscilan entre el 5 y el 15 por ciento, dándose estos últimos valores por la parte SE de la Hoja.

Al unirse a esta irregular morfología una litología formada por materiales sueltos, la proliferación de fenómenos erosivos es elevada (abarrancamientos, zonas de erosión muy intensa, etc.), lo que favorece la aparición de una serie de problemas geomorfológicos (deslizamientos, hundimientos, desmoronamientos), algunos en potencia y otros activos, que dan a la Área una cierta inestabilidad puntual. Sin embargo su estabilidad global es elevada.

| REGION | AREA                            | FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS  |
|--------|---------------------------------|---|
| I      | I <sub>1</sub> -I <sub>1'</sub> | <p>Presenta una morfología variada en la que se observan relieves que van desde alomados a montañosos, y pendientes topográficas que si en general están por debajo del 7 por ciento en muchos puntos llegan al 15 y 30 por ciento.</p> <p>Toda ella se considera estable, apareciendo únicamente zonas inestables ligadas a recubrimientos y acumulaciones rocosas, por lo general de extensión reducida.</p>  |
|        | I <sub>2</sub> -I <sub>2'</sub> | <p>Presenta una morfología que oscila de acusada a muy acusada, con pendientes topográficas que oscilan entre el 15 y el 30 por ciento.</p> <p>En general la estabilidad de los terrenos es elevada, estando afectados puntualmente por las acciones climáticas (heladidad) que disagregan los macizos rocosos y provocan desprendimientos de bloques y formación de canchales sueltos.</p>   |
|        | I <sub>2</sub> <sub>1</sub>     | <p>Presenta una morfología de formas alomadas con pendientes topográficas que oscilan entre el 5 y el 15 por ciento.</p> <p>Salvo en puntos en donde por la alteración de alguna de las litologías lajosas pueden aparecer depósitos arcillosos sueltos y ligeramente inestables, la estabilidad es elevada.</p>  |
|        | I <sub>2</sub> <sub>2</sub>     | <p>Presenta una morfología con formas que oscilan de acusadas a muy acusadas y muy acusadas y pendientes topográficas que rebasan en casi todos los puntos superiores al 15 por ciento.</p> <p>La estabilidad natural se ve afectada puntualmente por una serie de depósitos sueltos, con cierta tendencia a los deslizamientos.</p>  |
| II     | II <sub>1</sub>                 | <p>Presenta una morfología de formas alomadas, que van reduciéndose a medida que se pierde altitud, y pendientes topográficas que oscilan del 7 al 30 por ciento.</p> <p>La alternancia litológica es la causa de la aparición de una serie de desigualdades morfológicas que, al provocar la aparición de una serie de problemas geomorfológicos, crean una cierta inestabilidad puntual. Salvo en estos casos la estabilidad es elevada.</p>  |
|        | II <sub>1'</sub>                | <p>Las zonas arenosas presentan formas alomadas con pendientes topográficas que oscilan del 5 al 7 por ciento. A causa de su escasa resistencia a la erosión presentan abundantes huellas de tales fenómenos, que provocan ciertos fenómenos de inestabilidad.</p> <p>Las zonas calcáreas presentan por lo general formas llanas con pendientes topográficas inferiores al 5 por ciento (se han de exceptuar ciertas áreas en los alrededores de Sepúlveda). Su estabilidad es elevada.</p> |
|        | II <sub>2</sub>                 | <p>Ambas presentan formas de relieve llanas con pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento.</p> <p>Pese a estar constituidas por materiales sueltos, su grado de estabilidad es elevado, pues los posibles problemas que pueden aparecer a causa de los fenómenos erosivos no adquieren grandes proporciones.</p>   |
|        | II <sub>4</sub>                 | <p>Ambas presentan, en general, formas llanas con algunas alomaciones, oscilando las pendientes topográficas entre el 5 y el 15 por ciento.</p>   |
|        | II <sub>5</sub>                 | <p>Presenta una morfología de formas alomadas con amplias zonas llanas. Sus pendientes topográficas oscilan entre el 5 y el 15 por ciento.</p> <p>En general toda ella presenta una serie de problemas geomorfológicos ligados al estado suelto de sus materiales y a la fácil disolución de alguna de sus litologías. Esto provoca una inestabilidad natural en ciertas zonas, manteniéndose el resto estable en condiciones naturales e inestable al actuar cargas externas sobre él.</p> |

## **Area II<sub>4</sub>**

Presenta una morfología de formas ligeramente alomadas, entre las que se observan amplias zonas llanas, oscilando sus pendientes topográficas entre el 5 y el 15 por ciento.

En general toda ella plantea, debido a la fácil erosionabilidad y disolución de sus materiales, una serie de problemas geomorfológicos (deslizamientos activos y en potencia) que le dan una inestabilidad global bastante acusada.

Esta inestabilidad puede producirse bien por causas artificiales al incidir sobre los terrenos cargas no naturales, bien por causas exclusivamente naturales.

Hay que advertir que esta inestabilidad puede desaparecer en algunos puntos, sobre todo allí donde la morfología se suaviza y no aparezcan afloramientos yesíferos.

## **Area II<sub>5</sub>**

Presenta una morfología de formas llanas, en toda la parte SE de la Hoja, y alomadas en el resto, oscilando sus pendientes topográficas entre el 5 y el 10 por ciento.

En general, los depósitos del SE muestran un alto grado de estabilidad, apareciendo los problemas geomorfológicos (deslizamientos) en el contacto con II<sub>2</sub>.

Los situados al N y Centro E, de reducido espesor, son bastante inestables, sobre todo al incidir sobre ellos cargas externas.

## **2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS**

En este apartado se analizarán las características hidrológicas que afectan de manera 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 en la que se harán constar las características hidrológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

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

En ambas, sus materiales se consideran impermeables, con una cierta permeabilidad ligada a su mayor o menor grado de tectonización.

Esto, unido a una morfología que oscila de acusada a muy acusada, determina unas condiciones de drenaje, por escorrentía superficial muy activa, muy favorables.

Estos aspectos dificultan la aparición de zonas en las que se presenten problemas hidrológicos importantes, observándose estos únicamente en áreas de relleno (al N del Embalse de Río Sequillo, al S de Villacastín, etc.) en donde la acumulación de sedimentos sueltos en zonas llanas dificulta su saneamiento natural, apareciendo encarcamientos de reducida importancia.

No es normal la aparición en profundidad de acuíferos definidos y continuos, estando la aparición de agua ligada a zonas de fracturación de relleno.

## **Areas I<sub>2</sub> y I<sub>2'</sub>**

Sus materiales se consideran, en general, como impermeables, con una cierta permeabilidad ligada a su mayor o menor grado de tectonización.

Esto, unido a la morfología acusada y al carácter lajoso de parte de sus litologías (aspecto por el cual el tallado de la red de drenaje se efectúa a lo largo de los planos de esquistosidad, siempre de menor resistencia), condiciona un drenaje, por escorrentía superficial, favorable.

En profundidad no aparecen niveles acuíferos definidos y continuos, estando la eventual aparición de agua en profundidad ligada a zonas tectonizadas o de relleno.

### **Área I<sub>2</sub><sub>1</sub>**

Sus materiales se consideran, globalmente, como impermeables, si bien en ciertas zonas, en donde predominan las litologías granulares, pueden darse como semipermeables.

Esto, unido a la desigual morfología existente, acusada cuando predominan las areniscas y conglomerados y sensiblemente llana cuando predominan las margas, condiciona un drenaje aceptable por escorrentía y percolación en los grupos granulares (areniscas y conglomerados) y deficiente en los margosos.

Los problemas hidrológicos se darán en estas últimas litologías, apareciendo abundantes zonas de encarcamiento.

La posibilidad de aparición de niveles acuíferos en profundidad es nula.

### **Área I<sub>2</sub><sub>2</sub>**

En ella, al igual que se hizo al describir sus características geomorfológicas, es preciso separar las zonas con litología arenosa de aquellas otras en las que predominan las formaciones calcáreas.

#### ***Zonas arenosas***

Sus materiales se consideran semipermeables con un drenaje, por percolación natural y escorrentía activa, aceptable. En este último aspecto, el drenaje por escorrentía, si bien no plantea problemas de tipo hidrológico, sí los plantea morfológicos, pues la acción erosiva del agua disgrega rápidamente las laderas arenosas, dejándolas parcialmente inestables.

No es rara la aparición en profundidad de niveles acuíferos definidos o de bolsadas aisladas de agua.

#### ***Zonas calizas***

Sus materiales se consideran, en pequeño, como impermeables, admitiendo, en grande, una cierta permeabilidad ligada al grado de fisuración de las rocas.

El drenaje, a excepción de las zonas (alrededor de Sepúlveda) en donde la morfología se acentúa, se considera aceptable, efectuándose por infiltración por fisuras. Esto plantea en ciertos lugares la aparición de una serie de problemas hidrológicos al no poderse eliminar los aportes acuíferos, a causa de existir recubrimientos impermeables sobre los niveles calizos.

No es extraña la aparición en profundidad de niveles acuíferos ligados a horizontes fisurados.

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

Normalmente los materiales que integran esta división zonal presentan unas características hidrológicas diferentes según los situemos en una u otra posición dentro del contorno de la Hoja. De tal forma que los situados sobre la mitad occidental, en los que predominan las formaciones arcillo-arenosas, se consideran semipermeables, con un drenaje, por percolación natural, desfavorable a causa de la existencia de un nivel acuífero, a muy escasa profundidad, que impide el saneamiento de los mismos. Sin embargo, los situados sobre el ángulo SE son eminentemente granulares, con lo cual su permeabilidad aumenta, manteniéndose, sin embargo, el drenaje deficiente, por las razones antes apuntadas.

Los posibles niveles acuíferos que aparecen en esta división están en general ligados a la red fluvial que los atraviesa.

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

Sus materiales se consideran, en general y superficialmente, permeables con un drenaje por percolación natural aceptable.

Sin embargo, el hecho de aparecer interestratificados pequeños niveles arcillosos, dentro de la gran masa de arena, provoca en ciertos puntos la aparición de ciertas zonas de encarcamiento (algunas llegan a ser pantanosas) que acarrean una serie de problemas hidrológicos de gran importancia. Generalmente la extensión de estas zonas es reducida.

No es extraña la aparición de niveles acuíferos en profundidad, bien en forma de bolsadas discontinuas, bien con una amplia continuidad.

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

En general, sus materiales se consideran como semipermeables, aunque debido a la gran extensión que ocupan y a sus variaciones litológicas, esta acepción puede sufrir grandes cambios, tanto en superficie como en profundidad. El drenaje efectuado por percolación y escorrentía superficial poco activa es aceptable globalmente, pudiendo, sin embargo, puntualmente y con bastante profusión (sobre todo en el cuadrante Noroccidental) aparecer zonas con grandes problemas de saneamiento, debidos, en parte, a la aparición de niveles arcillosos a poca profundidad y, en parte, a la aparición, a cotas relativamente bajas, de niveles acuíferos.

## **Area II<sub>4</sub>**

Sus materiales se consideran en general como impermeables, con un drenaje que oscila de aceptable a desfavorable en función de la morfología dominante, pues aquí se presentan unas características similares a las del Area I<sub>2</sub>; y por consiguiente en las zonas deprimidas aquel será desfavorable, y aceptable en el resto.

Si a estos aspectos se une el hecho de que aquí es normal la aparición de afloramientos yesíferos, de fácil disolución por el agua, a la que cargan de iones sulfato haciéndola altamente corrosiva frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios, se llega a la conclusión de que las condiciones hidrológicas de esta subdivisión zonal son netamente desfavorables.

| REGION | AREA                           | FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS  |
|--------|--------------------------------|--|
| I      | I <sub>1</sub> -I <sub>1</sub> | En ambas sus materiales se consideran impermeables con una cierta permeabilidad ligada a su mayor o menor grado de tectonización. Esto, unido a la morfología acusada condiciona un drenaje muy favorable, con lo cual, se eliminan los problemas hidrológicos superficiales. La aparición de agua en profundidad está ligada a zonas de fracturación o de relleno.  |
|        | I <sub>2</sub> -I <sub>2</sub> | En ambas, sus materiales se consideran impermeables con una cierta permeabilidad ligada al mayor o menor grado de tectonización.<br>Esto unido a su morfología y al carácter lajoso de algunas de sus litologías, condiciona un drenaje por escorrentía superficial, muy favorable. No es normal la aparición de niveles acuíferos en profundidad.   |
|        | I <sub>2</sub> <sub>1</sub>    | Sus materiales se consideran globalmente como impermeables, si bien en ciertas zonas pueden pasar a semipermeables. Esto, unido a la desigual morfología existente condiciona un drenaje, en general aceptable, que pasa a desfavorable cuando aparecen las litologías margosas o arcillosas.<br>En estas últimas aparecerán abundantes problemas hidrológicos relacionados con su natural saneamiento.<br>La posibilidad de aparición de niveles acuíferos en profundidad es nula.  |
|        | I <sub>2</sub> <sub>2</sub>    | Zonas arenosas. Sus materiales se consideran semipermeables con un drenaje, mezcla de percolación y escorrentía, aceptable. No es rara la aparición en profundidad de niveles acuíferos definidos o de bolsadas de agua.<br>Zonas calizas. Sus materiales se consideran impermeables con una cierta permeabilidad ligada al grado de fisuración de las rocas. El drenaje, por percolación por fisuras se considera aceptable, apareciendo sin embargo ciertas zonas en donde aparecen problemas hidrológicos superficiales.<br>No es extraña la aparición de niveles acuíferos en profundidad, ligados a horizontes fracturados. |
|        | II <sub>1</sub>                | Sus materiales presentan grandes variaciones en cuanto a su permeabilidad, y si las zonas orientales son permeables y las occidentales, impermeables o semipermeables. El drenaje, por percolación natural, se considera deficiente, a causa de la dificultad existente en los niveles inferiores para eliminar los aportes hídricos que a ella llegan. Esta dificultad está condicionada por la existencia de un alto nivel freático conectado a la red fluvial existente.  |
| II     | II <sub>1</sub>                | Sus materiales se consideran en general permeables con un drenaje por percolación natural aceptable.<br>Sin embargo, por aparecer niveles de arcillas interestratificadas con las arenas a escasa profundidad, se observan ciertas zonas de encarcamiento con acusados problemas en su saneamiento.  |
|        | II <sub>2</sub>                | Sus materiales se consideran semipermeables, si bien con grandes oscilaciones tanto en superficie como en profundidad.<br>Su drenaje, efectuado por percolación y escorrentía superficial, es aceptable, pudiendo en ciertas zonas pasar a desfavorable por aparecer niveles arcillosos a escasa profundidad.  |
|        | II <sub>4</sub>                | Sus materiales se consideran impermeables con un drenaje que oscila de aceptable a desfavorable en función de la morfología dominante.<br>Debido a la aparición de niveles acuíferos, es normal que las aguas que discurren por ella, se carguen de iones sulfato, con lo cual su poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios será muy elevado.   |
|        | II <sub>5</sub>                | En superficie, sus materiales se consideran permeables, con un drenaje por percolación natural, aceptable. En capas profundas al volverse la litología arcillosa, estas características empeoran.<br>Es normal la aparición en profundidad de niveles acuíferos definidos y continuos.   |

La posibilidad de aparición de niveles acuíferos, en las formaciones que la integran, es nula.

### **Area II<sub>5</sub>**

Sus materiales se consideran, al menos en la capa más superficial, como permeables, con un drenaje, por percolación, aceptable.

En capas más profundas, estas características varían un tanto al ir volviéndose la litología más cohesiva a medida que se alcanzan cotas más profundas.

Es normal la aparición de agua en profundidad, bien en bolsadas aisladas, cerradas por niveles arcillosos, bien por niveles granulares perfectamente definidos y continuos.

## **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 de suelo y rocas y el posterior comportamiento del terreno 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 asimismo todos aquellos factores que de forma directa o indirecta influyen 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 refiriéndolas a cada una de las Areas, de forma individualizada, para luego, y de forma global, exponer las características sismorresistentes de la Hoja, indicando qué tipo de fenómenos pueden ocurrir y qué zonas tienen más propensión a ellos.

### **Areas I<sub>1</sub> y I<sub>1'</sub>**

En general los terrenos que las integran admiten capacidades de carga altas sin que se produzcan asentamientos de ningún tipo.

Sin embargo, esta aseveración se ve desfigurada en muchas zonas (vertientes Noroeste y Suroeste de la Sierra de Guadarrama) a causa de los recubrimientos arcillosos y arenosos, a veces, de apreciable potencia y con unas características mecánicas muy inferiores a las de la roca sana.

Los problemas geotécnicos están ligados siempre a los recubrimientos, bien por el hecho de tener que eliminarlos, bien por enmascarar las condiciones constructivas de la roca sana.

### **Areas I<sub>2</sub> y I<sub>2'</sub>**

En general los terrenos que las integran admiten capacidades de carga alta sin que se produzcan asentamientos de ningún tipo.

| REGION | AREA                             | FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS  |
|--------|----------------------------------|---|
| I      | I <sub>1</sub> -I <sub>1'</sub>  | Sus terrenos admiten capacidades de carga altas, sin que se produzcan asentamientos de ningún tipo.<br>Los problemas mecánicos están ligados siempre a los recubrimientos, a veces inestables, potentes y heterométricos.   |
|        | I <sub>2</sub> -I <sub>2'</sub>  | Sus terrenos admiten capacidades de carga altas, sin que se produzcan asentamientos de ningún tipo.<br>Los problemas mecánicos están ligados, bien a los recubrimientos, bien al grado de tectonización y esquistosidad de las rocas existentes.  |
|        | I <sub>2</sub> <sub>1</sub>      | Sus terrenos admiten capacidades de carga media, dándose para ellas asentamientos del mismo orden. Sin embargo, por coexistir niveles granulares cementados y margas, las capacidades de carga crecen en los primeros y decrecen en las últimas.<br>Los problemas mecánicos están ligados al distinto comportamiento de los dos grupos litológicos predominantes.   |
|        | I <sub>2</sub> <sub>2</sub>      | Sus terrenos admiten capacidades de carga de tipo medio, dándose para ellas asentamientos del mismo orden.<br>Los problemas mecánicos están relacionados, en parte por los recubrimientos arcillosos procedentes de la alteración de las calizas, y en parte por la inestabilidad puntual de ciertos niveles arenosos.  |
| II     | II <sub>1</sub>                  | En general, sus terrenos admiten capacidades de carga bajas, que ocasionan asentamientos de magnitud media.<br>Los problemas mecánicos están relacionados con la variación litológica y con el alto nivel freático existente.   |
|        | II <sub>1'</sub>                 | En general sus terrenos admiten capacidades de carga bajas que ocasionan asentamientos de magnitud media.<br>Los problemas mecánicos están ligados a la ya mencionada aparición de niveles arcillosos en profundidad, por lo general saturados y de muy bajas características geotécnicas.  |
|        | II <sub>2</sub> -II <sub>5</sub> | Sus terrenos admiten capacidades de carga medias, que producen asentamientos del mismo orden.<br>Los problemas mecánicos están siempre relacionados con las grandes variaciones litológicas, que repercuten sobre el comportamiento geotécnico global.  |
|        | II <sub>4</sub>                  | Si bien tanto las capacidades de carga como la magnitud de los asentamientos son similares a las de II <sub>2</sub> y II <sub>5</sub> , la eventual aparición de afloramientos de yesos, de fácil disolución por el agua, puede dar origen, por una parte a la formación de oquedades en profundidad, que pueden ceder al ser sometidas a cargas exteriores, y por otra a que las aguas se carguen de iones sulfato, con lo cual su poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios sea elevado, dando en conjunto unas desfavorables características geotécnicas para toda la Área. |

Los problemas mecánicos que pueden surgir están relacionados, bien con los recubrimientos (de naturaleza arcillosa y con abundantes cantos planos) que desvirtúan las características de la roca, bien con el alto grado de tectonización y esquistosidad existente en ciertas zonas y que influye muy desfavorablemente sobre la competencia mecánica de los macizos.

### **Área I<sub>2</sub><sub>1</sub>**

En general sus terrenos admiten capacidades de carga de magnitud media, dándose para ellas asentamientos del mismo orden.

Esto, sin embargo, debe matizarse, pues el hecho de coexistir niveles granulares cementados y margas con recubrimientos arcillosos condiciona su separación mecánica.

Mientras el primer grupo presenta mejoradas las anteriores características, el segundo es bastante distinto, pues los niveles arcillosos superficiales muestran baja capacidad de carga y asentamientos que pueden llegar a ser elevados.

En estas zonas margo-arcillosas y en el contacto con las granulares es donde surgen los mayores problemas geotécnicos.

### **Área I<sub>2</sub><sub>2</sub>**

Al igual que en los dos apartados anteriores se analizarán por separado las zonas arenosas y las calcáreas.

#### **Zonas arenosas**

Sus terrenos admiten capacidades de carga de tipo medio, produciendo dichas cargas asentamientos del mismo orden de magnitudes.

Los problemas mecánicos están relacionados en parte con la posible alternancia arenó-caliza, que hace que las características mecánicas del conjunto presenten grandes variaciones en distancias cortas, y en parte por la inestabilidad que puntualmente presentan los niveles arenosos al haber sido profundamente erosionados.

#### **Zonas calcáreas**

Sus terrenos admiten capacidades de carga elevadas, sin que se produzcan asentamientos de ningún tipo.

### **Área II<sub>1</sub>**

En general, y a excepción de ciertas zonas (Qt) que circundan los ríos Henares y Jarama, sus terrenos admiten capacidades de carga baja, que ocasionan asentamientos de magnitud media.

En zonas antes excluidas las capacidades de carga pueden aumentarse, sin que tal aumento influya sobre la magnitud de los posibles asentamientos.

Los problemas mecánicos están relacionados, en parte por las acusadas variaciones litológicas observadas en profundidad, y en parte por la existencia de un alto nivel acuífero que mantiene en un estado de saturación a casi todas las fracciones litológicas existentes.

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

Sus terrenos admiten capacidades de cargas de magnitud media, que producen asentamientos del mismo orden.

Los problemas mecánicos están influenciados por los ya indicados niveles arcillosos, que desvirtúan las anteriores características en sentido negativo, y por coexistir en dichas zonas un alto nivel acuífero que mantiene al suelo en un estado de saturación total.

### **Areas II<sub>2</sub> y II<sub>5</sub>**

En general sus terrenos admiten capacidades de carga de magnitud media, que producen asentamientos del mismo orden.

Los problemas mecánicos están conectados siempre a la alternancia litológica (gravas, arenas y arcillas), por lo que hay que analizar cuidadosamente estas variaciones, al influir decisivamente en el comportamiento del suelo.

### **Area II<sub>4</sub>**

Si bien tanto las capacidades de carga como las magnitudes de los posibles asentamientos son similares a las de II<sub>2</sub> y II<sub>5</sub>, el hecho de aparecer aquí afloramientos aislados de yesos masivos enmascara las anteriores características, pues debido a su fácil disolución por el agua pueden formarse oquedades en profundidad, y al ser sometidas a cargas externas ceder de manera brusca.

Este fenómeno se agudizará en zonas depresivas donde el drenaje es deficiente, y pasa a casi inadvertido en las divisiones situadas sobre el borde E de la Hoja y que circundan al río Sorbe.

Como epílogo de este apartado, y tal como se indicó al empezarlo, se analizarán ahora las características sismorresistentes de la Hoja.

Siguiendo las especificaciones establecidas en la Nórm a Sismorresistente P.G, S-1 (1968) Parte A, toda la Hoja se encuentra dentro de la zona "A", poseyendo una intensidad macrosísmica, según la escala (MSK),  $G < V$ , y por consiguiente no deben esperarse en ella la aparición de fenómenos sísmicos que produzcan efectos perjudiciales para la construcción, por lo cual podrá realizarse la ejecución de cualquier tipo de edificación sin prever en ella las normas dictadas por el Gobierno en la publicación antes mencionada.

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

La serie de características analizadas a lo largo de los apartados que componen el punto 2 sirven de base para poder pasar a dar las condiciones constructivas de la Hoja.

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

Las condiciones constructivas de los terrenos existentes se engloban dentro de las acepciones "Desfavorables, Aceptables y Favorables".

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

Se incluyen bajo esta denominación aquellos terrenos en los cuales los problemas dominantes son: de tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d.), y de tipo geomorfológico.

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

Se agrupa aquí el conjunto de zonas incluidas dentro de la división geotécnica II<sub>4</sub>.

En general presentan una litología en la que se intercalan niveles de arenas, arcillas y gravas, con afloramientos aislados de yesos blancos en algunas zonas y niveles areniscos y margas en otras.

Esta variedad litológica influye sobre su comportamiento mecánico, pues cada uno de los grupos descritos presenta una característica distinta; este hecho condiciona el que la implantación de cargas sobre la zona se estudie cuidadosamente, pues si bien hay grupos muy competentes, hay otros, como el caso de los yesos, que se disuelven fácilmente por el agua, observándose oquedades en profundidad, de engañoso comportamiento, pues pueden ceder al ser cargados de manera brusca.

A este aspecto se une el estado suelto en que aparecen ciertas litologías (arcillas, arenas y yesos) y su tendencia a disolverse o desmoronarse. Finalmente, y en zonas aisladas (allí donde aparecen afloramientos de yesos), las aguas que discurren sobre ellas son altamente seleníticas, debiéndose emplear aglomerantes hidráulicos que no se alteran por las mismas.

La conjunción de todos estos factores ha sido el condicionante de la evaluación de desfavorabilidad constructiva de los terrenos incluidos en II<sub>4</sub>.

#### *Problemas de tipo geomorfológico*

Se incluyen en ella los terrenos que forman el conjunto de Sierras situadas sobre la diagonal SO-NE de la Hoja, en las que su altitud se mantiene por encima de los 1.200 m.

En general presentan una morfología muy acusada, con pendientes topográficas que rebasan el 20, y en muchos puntos, el 30 por ciento. A esto se une el alto grado de tectonización existente y las adversas condiciones climáticas (heladidad), factores que activan el disgregamiento de los macizos rocosos y la creación de extensos depósitos sueltos y con un alto grado de inestabilidad.

Pese a presentar unas características hidrológicas y geotécnicas favorables, las adversas características geomorfológicas son las que influyen en la evaluación de desfavorabilidad constructiva de estos terrenos.

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

Se incluyen bajo esta denominación el conjunto de terrenos en los cuales los problemas que pueden aparecer, con grado de aceptabilidad constructiva, son los siguientes: de tipo geomorfológico, hidrológico y geotécnico (p.d.), de tipo litológico, hidrológico y geotécnico (p.d.), de tipo hidrológico y geotécnico (p.d.), de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d.), de tipo litológico y geotécnico (p.d.), de tipo litológico y geomorfológico, de tipo geotécnico (p.d.), de tipo geomorfológico y de tipo litológico.

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

Se agrupan en este punto el conjunto de terrenos que forman el aluvial de los ríos Jarama y Guadalix.

En ellos la aceptabilidad constructiva ha estado condicionada por los problemas que el alto nivel freático puede producir, en parte sobre la estabilidad de los terrenos (pequeños desmoronamientos y arrastres naturales) y en parte por mantener un alto grado de saturación que repercute tanto sobre la capacidad de carga como sobre la magnitud de los posibles asentamientos.

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

Se agrupan en este punto una serie de depósitos cuaternarios que rodean los Embalses de Santillana y La Pinilla.

En ellos la aceptabilidad constructiva ha estado condicionada, en parte, por la gran heterogeneidad litológica, en la que se observan, tanto niveles cohesivos muy finos (limos, arcillas) como depósitos granulares gruesos (bloques, cantos, bolos). Esto, y el hecho de estar sujetos a una continua acción de lavado que trastoca continuamente el equilibrio interno de los terrenos, son los factores que influyen sobre la irregular distribución de la capacidad de carga y la magnitud de los posibles asentamientos, tanto en superficie como en profundidad.

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

Se agrupan en este punto el conjunto de terrenos incluidos en la subdivisión zonal I<sub>22</sub> y en los cuales el grupo litológico dominante es el de las arenas.

En ellos la aceptabilidad constructiva está condicionada por los problemas que la litología arenosa plantea. Por una parte son muy poco resistentes a la erosión, por lo que la zona aparece surcada por profundos abarrancamientos, que le dan una elevada inestabilidad (deslizamientos, desmoronamientos, etc.), y por otra, el estado suelto condiciona unas deficientes características mecánicas, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como en el de magnitud de los posibles asentamientos.

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

Se agrupan en este punto el conjunto de terrenos que forman los aluviales de todos los ríos de la Hoja (a excepción de los que circundan al Jarama y Guadalix ya tratados anteriormente).

En ellos la existencia de un alto nivel freático que mantiene en un estado de saturación total a distintos horizontes litológicos condiciona una disminución de sus características mecánicas, siendo este el factor primordial en su evaluación como terrenos constructivamente aceptables.

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

Se agrupan en este punto la casi totalidad de los terrenos que integran la subdivisión zonal II<sub>5</sub>.

Se han considerado constructivamente aceptables, debido en parte a su morfología desigual y a sus condiciones mecánicas de tipo medio (capacidades de carga y magnitud de los asentamientos), y en parte a su distribución en forma de retazos aislados y a su disposición en pendiente.

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

Se agrupan en este punto el conjunto de terrenos que colmatan el valle del río Voltoya, al SO de la Hoja.

En ellos el carácter de aceptabilidad constructiva está dado por variación litológica, tanto en el sentido de aparición de distintos grupos, como en el de distribución y potencia de los mismos. Esto condiciona una distribución geotécnica muy irregular, variando el comportamiento mecánico de los terrenos en distancias muy cortas (esta variación se efectuaría siempre en sentido positivo, mejorando las características de capacidad de carga y disminuyendo las magnitudes de los asentamientos).

#### ***Problemas de tipo litológico y geomorfológico***

Se agrupan en este punto el conjunto de terrenos pertenecientes a las subdivisiones geotécnicas  $I_1$  y  $I_2$ , en los cuales las rocas sanas (granitos, gneises y calizas) aparecen soterradas bajo un recubrimiento arcillo-arenoso.

En ellos el carácter de aceptabilidad constructiva viene dado por la irregular distribución (potencia y litología) de la cobertura suelta, a la vez que plantea una serie de problemas geomorfológicos (deslizamientos, abarrancamientos, etc.) en este primer nivel, y dificulta la obtención de buenas bases de cimentación, debido a la anárquica aparición de las zonas sanas alteradas o de relleno.

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

Se agrupan en este punto todos los terrenos que forman parte de la división zonal  $II_1$ .

En ellos el carácter de aceptabilidad constructiva viene dado por sus materiales. En general, aparecen arenas sueltas, con pequeños niveles de arcillas, en donde los problemas están relacionados con sus capacidades de carga de tipo medio, que pueden descender puntualmente al aparecer niveles plásticos y suturados, a la vez que aumentan sensiblemente la magnitud de los asentamientos que aquéllas producen.

#### ***Problemas de tipo geomorfológico***

Se agrupan en este punto los terrenos que integran las zonas de menor altitud en las subdivisiones zonales  $I_1$  y  $I_2$ .

En ellos los únicos problemas que pueden surgir están relacionados con la morfología, moderadamente acusada, con pendientes del orden del 7 al 15 por ciento, y la posible aparición de pequeños deslizamientos de materiales sueltos, o bien el desgajamiento de rocas o el desmoronamiento de depósitos rocosos.

Salvo este, que ha sido el factor de su evaluación constructiva, las características mecánicas e hidrológicas se consideran favorables.

#### ***Problemas de tipo litológico***

Se agrupan en este punto una serie de zonas de la subdivisión  $I_1$  situadas sobre el borde O de la Hoja, al O de Villacastín y en los alrededores de Bernardos.

En ellos el carácter de aceptabilidad constructiva está ligado a los recubrimientos arenosos que los tapizan y que superficialmente enmascaran sus auténticas características. Salvo esto, el resto de las características serán favorables.

### 3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

Se incluyen bajo esta denominación un conjunto de terrenos, que si bien se consideran en general favorables bajo el punto de vista constructivo, puntualmente pueden surgir en ellos algunos de los siguientes tipos de problemas: problemas de tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d.), problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d.); problemas de tipo litológico y geotécnico (p.d.) y problemas de tipo geotécnico (p.d.).

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

Bajo este epígrafe se agrupan una serie de terrenos situados al SE de la Hoja, al S de El Casar de Talamanca.

Por lo general predominan en ellos las fracciones granulométricas groseras, con algunas intercalaciones de arcillas y arenas, provocando esta irregularidad litológica una cierta desfavorabilidad en cuanto a sus características mecánicas (capacidad de carga y magnitud de los posibles asentamientos), al comportarse cada grupo litológico de forma diferente. Asimismo, los agentes erosivos actúan en ellos selectivamente, pudiendo ocasional, por arrastre de las fracciones finas, pequeños fenómenos geomorfológicos (deslizamientos, desmoronamientos) siempre puntuales y de reducidas magnitudes.

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

Se engloban en este grupo la casi totalidad de los terrenos incluidos dentro de la subdivisión zonal II<sub>2</sub>.

En general, no presentan grandes problemas constructivos, y sólo aisladamente pueden surgir en ellos pequeños desmoronamientos.

Sus características geotécnicas serán de tipo medio, tanto en cuanto nos refiramos a sus capacidades de carga como a la magnitud de los posibles asentamientos.

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

Se incluye aquí una amplia zona situada sobre la margen izquierda del río Henares. Por lo general, muestra una litología con una fracción granular gruesa cementada con matriz arcillosa, y que si bien en conjunto no presenta ningún tipo de problemas, puntualmente pueden aparecer irregularidades en cuanto a la distribución litológica, que traerán como consecuencia una cierta desfavorabilidad en cuanto a su capacidad de carga y magnitud de los posibles asentamientos.

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

Se incluyen en este punto el conjunto de terrenos insertos dentro de la subdivisión zonal I<sub>22</sub> en los que predomina la litología calcárea.

Por lo general no presenta problemas de tipo geomorfológico ni hidrológico, si bien en ciertas zonas interiores, y debido a la capa de alteración arcillosa, deberán efectuarse labores encaminadas a su eliminación, pues a la vez de presentar características hidrológicas deficientes, poseen, mecánicamente, bajas capacidades de carga y asentamientos de magnitud media o elevada.

## 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).
- Consejo Económico Sindical. **Perspectivas de desarrollo económico de la provincia de Segovia.**
- I.G.M.E. Plan Nacional de Minería P.N.I.M. **Mapa Geotécnico Nacional** (1972).
- 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 38. Segovia.**
- 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 45. Madrid.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000. Hoja 37. Salamanca.**
- I.G.M.E. **Mapa Geotécnico de España a E 1:200.000. Hoja Madrid 5/6 - 45.**
- I.G.M.E. **Mapa de síntesis de sistemas acuíferos de España Peninsular, Baleares y Canarias.**
- I.N.I. **Nomenclator de la provincia de Segovia** (1971).
- I.N.I. **Nomenclator de la provincia de Madrid** (1971).
- M.O.P. **Datos climáticos para carreteras** (1964).
- M.O.P. **Balance Hídrico.**
- M.O.P. **Estudios previos de terrenos.**
- 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** (1971).
- Presidencia del Gobierno. **Doce años de planes provinciales** (1970).
- Servicio Cartográfico del Ejército. **Cartografía a E 1:200.000. Hoja 5-5.**