

00253

MAPA GEOTECNICO GENERAL

CORDOBA



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

**CORDOBA**

**HOJA 4-10/76**

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

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

Depósito Legal: M. 3679 - 1975

Cordoba

## INDICE

<b>1. INTRODUCCION</b>	1
<b>2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA</b>	3
2.1. Características físico-geográficas	3
2.2. Bosquejo geológico	5
2.3. Criterios de división. Características generales de las Areas	9
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	16
2.5. Características geomorfológicas	25
2.6. Características hidrológicas	29
2.7. Características geotécnicas	33
<b>3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS</b>	37
3.1. Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	37
3.2. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	38
3.3. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	39
3.4. Terrenos con condiciones constructivas favorables	42
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	45

## 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 topográfica, el relieve y la red fluvial. La Hoja estudiada corresponde a la designada con la numeración 4-10 del Mapa Topográfico Nacional a E 1:200.000 y se sitúa sobre la parte S de la Península Ibérica. Su demarcación está definida por las coordenadas:

Longitud:  $5^{\circ} 51' 10''$  8 -  $4^{\circ} 31' 10''$  9  
referida al Meridiano de Greenwich dato Europeo, y  
Latitud:  $37^{\circ} 20' 04''$  9 -  $38^{\circ} 00' 04''$

Administrativamente incluye parte de las provincias de Córdoba y Sevilla, correspondiendo a la primera los terrenos del medio E, y a la segunda los restantes. Como centros de población más importantes se destacan, aparte de Córdoba capital, que da nombre a la Hoja, Palma del Río, Posadas, Montilla, Moriles, Fernán-Núñez, Aguilar y Puente Genil en la provincia de Córdoba, y Cazalla de la Sierra, Constantina, Villanueva del Río y Minas, Jara del Río, Ecija, Carmona, El Visor de Alcor y Alcalá de Guadaira, en la de Sevilla.

La densidad demográfica es prácticamente similar a la media nacional de 63,33 hab/km<sup>2</sup> (año 1969), pues si bien la provincia de Córdoba está algo por debajo de esta cifra (55,04 hab/km<sup>2</sup>), la de Sevilla la rebasa ampliamente (96,05 km<sup>2</sup>).

La industrialización de estas provincias es elevada, activándose de forma especial la de Córdoba a causa de las medidas tomadas por el Gobierno al declararla Polo de Desarrollo Económico. De cualquier forma, en 1969, esta provincia ocupaba el puesto número

20, dentro del total nacional, en cuanto a su producción bruta, con 28.936,1 millones de pesetas, de los cuales las mayores partidas correspondían a la producción industrial y minera (8.395,2 millones, el 29,0 por ciento) y a la producción agraria (6.917,9 millones, el 23,9 por ciento), Sevilla, en el mismo período, ocupaba el 6º puesto, con una producción de 59.779,2 millones de pesetas, de las cuales el 32,4 por ciento (19.339,6 millones) correspondía a la producción industrial y minera, siendo prácticamente el doble de la que le seguía en importancia (la agraria con el 16,7 por ciento y 9.968,3 millones de pesetas).

La morfología presenta una serie de zonas con distinta homogeneidad, y así toda la parte central es prácticamente llana con altitudes que oscilan entre los 70 y 250 m; el borde N montañoso, con cotas que oscilan de 600 a 900 m y el borde SE, alomado.

La red hidrográfica se incluye íntegramente en la cuenca del Guadalquivir, principal arteria hídrica de la Hoja, y que con dirección E-O recorre toda la zona estudiada, recogiendo todos los aportes de la misma.

## CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Para el estudio de las condiciones climáticas de la Hoja se han consultado, aparte de una serie de datos generales del Servicio Meteorológico Nacional y del Ministerio de Obras Públicas, los puntuales de las estaciones de Córdoba, Ecija, Las Navas de la Concepción, Carmona, Alcalá de Guadaira, Puente Genil, Posadas y Fernán-Núñez. La elección de estas estaciones ha estado condicionada, en parte, por poseer datos que cubren amplios períodos de tiempo, y en parte, por representar, entre ellas, todas las posibles variaciones climáticas existentes.

Los datos que a continuación se incluyen hacen referencia a: Temperaturas, Precipitaciones e Índices climáticos.

### *Temperaturas*

Las temperaturas medias anuales en un período de 30 años (1931-60) variaron desde 19º C en el centro de la Hoja, a 16º C en el ángulo NO, oscilando las máximas absolutas desde 46º C en el Centro y SO hasta 44 en los ángulos NO, SE; las mínimas absolutas fueron de -5º C en el borde SE y superiores a este valor en el resto.

Las medias mensuales fluctuaron entre 8 y 11º C en los meses invernales y entre 25 y 28º C en los estivales.

El número medio anual de horas de sol fue de 3.000 en la zona comprendida desde la diagonal NE-SO hacia el SE, descendiendo en la dirección NO hasta alcanzar valores de 2.600 h en la zona de Cazalla de la Sierra.

### *Precipitaciones*

Las precipitaciones medias anuales para el período 1931-60 oscilaron desde 500 mm en el centro y ángulo SO de la Hoja a 600 mm al NE, valores que sitúan a esta zona dentro de la España seca. Estas precipitaciones se repartieron en un período de tiempo que osciló entre los 70 y 80 días.

La repartición mensual sitúa en el período octubre-marzo la época lluviosa, con valores de 70-110 mm/mes, mientras que en el resto estos valores descienden acusadamente.

Las máximas en 24 h, para los observatorios del llano del Guadalquivir, oscilaron desde 30-40 mm/24 h en los meses más cálidos a 80-85 mm/24 h en los meses otoñales.

Por último, no se dan en la Hoja precipitaciones níveas, fluctuando la humedad relativa media entre el 50 y el 78 por ciento.

#### *Indices climáticos*

Del análisis comparativo de los índices de evapotranspiración, según Thornwaite, y la pluviometría media mensual se deduce que en la zona central (Córdoba, Ecija) los valores máximos de evapotranspiración alcanzaron los 180 mm/mes, descendiendo a 160 mm/mes al irse alejando en dirección NO y SE (Puente Genil, Posadas, Fernán-Núñez), y pasando a inferiores a 130 mm/mes en el ángulo NO (Las Navas de la Concepción).

Por último, es interesante reseñar los coeficientes medios anuales de reducción climatológica para cada clase de obra. Para ello cada obra se reparte uniformemente a lo largo de los 365 días del año y estos a su vez, en 12 meses con arreglo a la tabla siguiente en la que no se han tenido en cuenta los días festivos.

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

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

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

#### CLASE DE OBRA

	Hormigón	Explanaciones	Aridos	Riegos y Tratamientos	Mezclas Bituminosas
CORDOBA	0,913	0,857	0,927	0,606	0,754
SEVILLA	0,936	0,889	0,943	0,666	0,807

#### **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

Los materiales representados en la Hoja son esencialmente paleozoicos y terciarios, con pequeños asomos de triásico y secundario y amplios recubrimientos cuaternarios. Las rocas plutónicas están bien representadas, aflorando en grandes macizos graníticos, sobre todo por el borde O.

### A — Precámbrico

Se sitúa sobre el centro del borde N de la Hoja. Se trata de una serie pizarrosa en la que se intercalan episodios detríticos de tipo cuarcítico, que van aumentando a medida que se asciende hacia el techo de la serie, hasta constituir una alternancia de pizarras y cuarcitas que llega, en algunos puntos, a estar formada, exclusivamente, por materiales detríticos. La potencia de esta serie se estima en unos 6.000 m.

Sobre ella aparece un complejo nivel de transición en el que predominan materiales volcánicos básicos e intermedios, rocas piroclásticas, cineritas, pizarras y conglomerados polígenicos de matriz volcánica y cantos de naturaleza ígnea.

### B — Paleozoico

b<sub>1</sub>) Cámbrico. Aparece en forma de grandes afloramientos, en la parte N de Almodóvar del Río y Córdoba, y en el cuadrante NO de la Hoja.

En general se observa, en su base, una serie detrítica con grauwacas y cuarcitas sobre las que se sitúa un paquete de pizarras finas; sobre estas aparece una formación de rocas carbonatadas (calizas, dolomías, margocalizas y pizarras), recubierta por una formación detrítica (grauwacas y pizarras). La potencia total de este piso oscila entre los 1.500 y los 2.000 m.

Normalmente esta disposición litológica no es homogénea en toda la Hoja, observándose zonas en las que faltan algunos de los grupos rocosos antes enunciados.

b<sub>2</sub>) Silúrico. Está poco representado, observándose únicamente al NO de Puebla de los Infantes y en los alrededores de Villanueva del Río y Minas.

Está formado por una facies cuarcítica sobre la que descansan esquistos verdes con intercalaciones de calizas margosas; recubriendo a estos últimos, se observa un banco de calizas margo-arenosas de color gris-azulado, bastante continuo y con potencias que oscilan entre 1 y 5 m.

b<sub>3</sub>) Devónico. Los afloramientos existentes se sitúan sobre el ángulo NE de la Hoja y al NO de Villanueva del Río y Minas.

En líneas generales está representado por una serie detrítica cuarcítico-pizarrosa, en cuya base predominan las cuarcitas.

b<sub>4</sub>) Carbonífero. Aparece claramente representado al NO de Villafranca de Córdoba y al N de Cantillana.

Normalmente se presenta como una alternancia de pizarras y grauwacas en facies flysch. Las pizarras suelen ser algo micáceas y con colores que van del gris-verdoso al negro. Su potencia puede estimarse en unos 100 m.

b<sub>5</sub>) Pérmico. El único afloramiento se situa sobre el borde O de la Hoja, al N de Cantillana.

La serie comprende una alternancia de facies detríticas, en la que predominan los conglomerados y las areniscas rojas o gris-verdosas, con algunas intercalaciones de esquistos arenosos verdes.

## C — Mesozoico

c<sub>1</sub>) Trías

Buntsandstein. Este sistema únicamente aparece representado al N y E del Pantano de Retortillo.

Está formado por un potente paquete de conglomerados rojizos y areniscas rojo-amarillentas. Los conglomerados están formados por cantos cuarcíticos muy redondeados y con un desigual grado de cementación.

Keuper. Se distribuye en forma de afloramientos aislados por toda la mitad SE de la Hoja.

Está constituido por margas de coloraciones fuertes (rojas y verduzcas), con algunas areniscas y limonitas, así como frecuentes paquetes de yesos.

c<sub>2</sub>) Jurásico. Los únicos afloramientos se localizan en los alrededores de Puente Genil y en ellos es posible distinguir un nivel de base, de poca potencia, formado por calizas cristalinas que sobre él se disponen; una serie de margocalizas de colores grisáceos, otra de calizas rosadas, un conjunto de bancos gruesos de calizas blancas y un horizonte de calizas nodulosas rojas del tipo de falsas brechas.

c<sub>3</sub>) Cretácico. Está representado al SE de Puente Genil, al E de Montilla y Fernán-Núñez y al SE de Ecija.

Normalmente está formado por margas y margocalizas, de coloración blanquecina rosácea, soterradas por recubrimientos arcillo-arenosos procedentes de la alteración de las primeras.

## D — Terciario

Los dos subsistemas que integran este sistema (Paleógeno y Neógeno) aparecen irregularmente distribuidos por toda la mitad E de la Hoja. En general su estudio ofrece grandes dificultades en cuanto a datación estratigráfica, por lo que aquí, y de forma esquemática, se indicarán los grupos señalados por C. Felgueroso y J.E. Coma, para más adelante, pasar a estudiar con detalle cada uno de los grupos litológicos insertos en el sistema.

d<sub>1</sub>) Estampiense-Aquitaniense. Sus principales afloramientos se sitúan al S y SE de Ecija, al SE de Puente Genil, al O de Aguilar y al N y alrededores de Espejo.

En general está formado por margas, calizas arenosas y areniscas, con una marcada coloración blanquecino-rojiza.

d<sub>2</sub>) Aquitaniense-Burdigaliense. Aparece perfectamente representado sobre el ángulo SE de la Hoja en las zonas de Aguilar y Moriles.

Corresponde a una alternancia de finos bancos de calizas margosas y arenosas, con margas blanquecinas, muy limosas.

d<sub>3</sub>) Burdigaliense. Se observa, en forma de afloramientos aislados, por todo el borde S de la Hoja. Está constituido por una serie de niveles calizos de colores blanco-grisáceos sobre los que yacen una serie de formaciones margosas bastante arenosas.

d<sub>4</sub>) Helveciense-Tortoniense. Es, de todos los pisos que se incluyen en el Terciario, el de más amplia representación territorial, pues aparece por todo el borde E de la Hoja, en forma extendida, y por en Centro y S en forma de retazos aislados.

La formación se compone, en su parte inferior, de unas margas muy arcillosas, de colores azulados y grisáceos, que van pasando a ocres, con finas intercalaciones de areniscas arcillosas a medida que se asciende a la serie.

d<sub>5</sub>) Tortoniense Alto-Mioceno Superior. Corresponde a una serie detrítica, generalmente formada por areniscas bien estratificadas en bancos, a veces potentes, y con colores amarillo-grisáceos.

#### E — Cuaternario

e<sub>1</sub>) Aluvial. Aparece irregularmente representado por toda la Hoja, rodeando la actual red fluvial. Está constituido por limos y arcillas con niveles irregulares de cantos rodados y gravas.

Su potencia oscila entre 5 y 30 m.

e<sub>2</sub>) Terrazas. Litológicamente presenta un primer nivel de limos que descansa sobre areniscas, arenas y conglomerados.

Por lo general están bastante cementados y muestran una rubefacción típica.

Su potencia media es de unos 15 m, si bien puede variar entre 5 y 25.

e<sub>3</sub>) Fluvial antiguo.

Estas formaciones ocupan prácticamente el centro de la Hoja y están constituidas por limos y arcillas con niveles irregulares de cantos rodados y gravas, asociados a costras calcáreas, blancas y de poco espesor.

Su potencia oscila entre 10 y 20 m.

#### F — Rocas Igneas

f<sub>1</sub>) Rocas básicas. Aparecen, en forma de una gran masa discontinua, al N de Santa María de Tras Sierra. Las litologías predominantes son de gabros y dioritas, si bien también aparecen pequeñas intercalaciones de rocas ácidas e intermedias.

f<sub>2</sub>) Rocas ácidas. Dentro de este grupo se distinguen, por una parte, los granitos situados sobre el borde NE de la Hoja y, por otra, los que aparecen en el cuadrante NO.

Los primeros forman una masa ígnea compleja, que si bien en su parte central tiene composición granítica, su periferia muy fracturada está rellena de materiales volcánicos del tipo riolita.

Los segundos están constituidos por granodioritas oscuras con afloramientos aislados de aplitas blancas y enclaves de dioritas cuarcíferas.

f<sub>3</sub>) Rocas volcánicas. Estos materiales se distribuyen de forma irregular por toda la mitad N de la Hoja.

En general predominan en ellas los materiales básicos del tipo de microdioritas, basaltos y doleritas, con coloración oscura y abundante fracturación.

#### TECTONICA

Respecto a los movimientos orogénicos se puede confirmar que el conjunto de las fases orogénicas que afectaron a esta zona son anteriores al Estefaniense. No obstante es posterior la tectónica de fractura en grandes bloques, propia de un área ya cratonizada.

Los hechos observados abogan en favor de las siguientes fases de plegamiento:

- a) En el Precámbrico se desarrolla una esquistosidad de flujo quizás singenética con el metamorfismo regional; posteriormente esta esquistosidad fue plegada, y por último se desarrolló una esquistosidad de fractura.
- b) En los materiales del Devónico Inferior, después de una primera fase de plegamiento, que originó esquistosidades de plano axial, sobrevino otra, a consecuencia de la cual se originaron los pliegues de eje vertical y la esquistosidad de fractura.
- c) La serie Culm está afectada por una fase de plegamiento intensa que produce los pliegues isoclinales agudos y una esquistosidad de fractura, coincidente en dirección con la segunda que se observa en el Devónico.
- d) El Carbonífero Medio está plegado en pliegues isoclinales menos agudos y sin esquistosidad.

En definitiva, se puede considerar una fase hercínica principal anterior al Carbonífero Medio, basándose en la existencia de la laguna estratigráfica del Devónico Medio, y en el tránsito prácticamente imperceptible Devónico-Culm.

En el Cámbrico, por falta de datos, no se puede asegurar si existe una etapa orogénica anterior a la señalada en el Devónico Medio.

El plegamiento del Carbonífero Medio debe estar en relación con una fase tardía de escasa intensidad.

A parte de estos movimientos orogénicos importantes, se han debido producir, a lo largo de la historia geológica, una serie de pequeños movimientos epirogenéticos y basculaciones, como lo demuestra el hecho de la abundancia de niveles conglomeráticos en el seno de algunas formaciones.

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

Si bien en el capítulo 1 se enumeraron una serie de objetivos a cubrir con el presente mapa, resulta evidente que el fin primordial del mismo será definir, siempre con

las limitaciones que presenta la E 1:200.000, las condiciones constructivas de todos los terrenos.

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

#### CRITERIOS DE DIVISION GEOTECNICA

Siguiendo los criterios previstos para la realización de la división zonal en esta escala de trabajo, así como las posibles subdivisiones, hemos delimitado tres Regiones y nueve Áreas, dos en la primera Región, cuatro en la segunda y tres en la última.

La Región I, que incluye el conjunto de terrenos que forman la parte S de la Unidad Manchego Toledana, se distribuye por todo el N de la Hoja. La Región II agrupa el conjunto de los terrenos que forman la Depresión Bética, distribuyéndose por el centro de la zona estudiada. Finalmente los terrenos situados sobre el ángulo SE (pertenecientes a la Emersión Bética) se han agrupado dentro de la Región III. Para la delimitación de las unidades de segundo orden (Áreas) dentro de cada Región nos apoyamos en la homogeneidad macrogeomorfológica de los terrenos.

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

De esta forma se han individualizado, en la Región I, las Áreas I<sub>1</sub> y I<sub>2</sub>; en las Regiones II, las II<sub>1</sub>, II<sub>2</sub> y II<sub>3</sub>, y en la Región III, las III<sub>1</sub>, III<sub>2</sub> y III<sub>3</sub>.

Dentro de la Área I<sub>1</sub> se incluyen el conjunto de rocas ígneas, metamórficas y volcánicas. De forma general se alternan granitos, gneises, granodioritas y doleritas, de elevada resistencia a la erosión y muy tectonizadas.

Dentro de la Área I<sub>2</sub> se incluye el conjunto de rocas que forman los terrenos datados como Paleozoicos. Litológicamente presenta grandes variaciones, observándose grupos de calizas, pizarras, cuarcitas, etc., de muy desigual comportamiento ante la erosión, debido en parte a sus diferentes texturas y en parte a su diferente grado de tectonización.

Dentro de la Área II<sub>1</sub> se incluye el conjunto de depósitos cuaternarios conectados al cauce actual de los ríos. Litológicamente están formados por una mezcla de arcillas, arenas y limos, con eventuales niveles de gravas ligeramente cementadas. Presenta relieves suaves sin apenas resaltes topográficos y son muy sensibles a la erosión.

Dentro de la Área II<sub>1</sub>, se incluye el conjunto de depósitos cuaternarios de origen fluvial, pero desconectados del cauce actual de los ríos. Litológicamente está formada por una mezcla de arenas y arcillas con abundantes niveles y recubrimientos de gravas y costras de caliche. En general presentan una morfología suave y son muy sensibles a la erosión.

Dentro de la Área II<sub>2</sub> se incluye el conjunto de terrenos formados por rocas datadas como del Terciario. Litológicamente es una mezcla de margas, arcillas y arenas, con niveles aislados de areniscas y gravas bastante cementadas. La resistencia a la erosión en general es muy baja.

Dentro de la Área II<sub>3</sub> se ha incluido el conjunto de terrenos datados como del Mesozoico en los cuales las litologías son predominantemente granulares (gravas redon-

deadas y de colores rojizos). Presenta una morfología ligeramente alomada y son muy sensibles a los agentes erosivos.

Dentro de la Área  $III_1$  se agrupa el conjunto de terrenos datados como terciarios pero pertenecientes a la Emersión Bética. La litología está formada por margas, arenas y arcillas, por lo general con una morfología poco acusada y muy sensible a la erosión.

Dentro de la Área  $III_2$  se incluye el conjunto de terrenos datados como pertenecientes al Jurásico y al Cretácico.

Finalmente, dentro de la Área  $III_3$ , se incluyen el conjunto de terrenos datados como pertenecientes al Keuper.

## CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

### **Área $I_1$**

Se distribuye irregularmente por el borde N y NO de la Hoja, apareciendo en afloramientos aislados de extensión muy variable. Su litología presenta acusadas variaciones, englobando los grupos litológicos de los granitos, gneises, doloritas, gabros y granodioritas. Normalmente todos ellos presentan una elevada resistencia a la erosión y una amplia gama de coloraciones, pues si bien, y de forma general, predominan los tonos oscuros, los granitos y granodioritas de borde NE presentan un ligero matiz rosáceo, mientras los de la parte O son prácticamente claros.

Los recubrimientos se distribuyen muy irregularmente, pues mientras las rocas graníticas y granodioríticas aparecen casi siempre recubiertas por suelos arenosos y depósitos de bolos procedentes de la alteración de aquéllos, los gneises y esquistos lo están por suelos arcillosos, y las doloritas y basaltos o bien aparecen sin recubrimiento o el recubrimiento está formado por monteras paleozoicas de potencia inferior a 10 m.

Su morfología presenta relieves que van desde prácticamente llanos, con pendientes inferiores al 5 por ciento en las zonas graníticas situadas al O, hasta montañosos, con pendientes superiores al 30 por ciento en el borde E.

La estabilidad de los taludes, en los materiales de esta subdivisión, es elevada, apareciendo únicamente asomos de inestabilidad ligados bien a fenómenos de fracturación, que producen zonas potencialmente inestables, bien a fenómenos de alteración, que crean resaltes de similares características.

Sus materiales se consideran, en pequeño, como impermeables, admitiendo, en grande, una cierta permeabilidad ligada a la fracturación existente. El drenaje, efectuado por escorrentía superficial, se considera favorable, no siendo normal la aparición de problemas de saneamiento en toda la Área.

La posible existencia de niveles acuíferos en profundidad no es normal, apareciendo bien en zonas de fractura, bien a grandes profundidades, por lo que su influencia en obras de cimentación es prácticamente nula.

Sus características mecánicas se consideran favorables tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como en el de magnitud de los posibles asentamientos, estando los únicos problemas de este tipo ligados a la inestabilidad y deficiente comportamiento de los recubrimientos arcillosos y arenosos existentes en ciertas zonas.

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

Se distribuye por toda la parte N de la Hoja, aumentando en extensión territorial según la dirección E-O.

Su litología muestra enormes variaciones, tanto en cuanto al número de rocas que la integran como al estado de las mismas, sin embargo, y de forma general, predominan las calizas, pizarras, cuarcitas, esquistos y conglomerados. Normalmente presentan lajosidad muy irregular, grado de tectonización elevado y recubrimientos de naturaleza arcillosa, de potencia media y errática distribución.

Dada la gran variedad litológica y su distinto comportamiento, así como la fuerte tectónica sufrida, las formas de relieve que en ella se observan no presentan ninguna regularidad, oscilando desde moderadamente llanas, con pendientes del 5 al 7 por ciento, hasta muy acusadas, con pendientes topográficas superiores al 30 por ciento. En principio se ha supuesto toda ella como estable: sin embargo esta aseveración está muy desvirtuada en muchos casos, pues debido a la lajosidad y a la fuerte tectonización se observan una serie de zonas inestables.

Sus materiales se consideran impermeables, con una cierta permeabilidad debida a su lajosidad y fracturación. Esto, unido a su desigual morfología, condiciona un drenaje, por escorrentía superficial, muy favorable; pese a lo dicho es normal la existencia, en muchas zonas, de problemas de drenaje (generalmente en zonas deprimidas o llanas, colmatadas por sedimentos arcillosos, de permeabilidad muy baja).

La existencia de agua en profundidad está ligada a la tectonización; sin embargo, y a excepción de las zonas antes indicadas, en las cuales puede aparecer a profundidades pequeñas (< 3,00 m), no debe afectar a la realización de obras de cimentación e infraestructura.

Sus características mecánicas se consideran favorables, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como en el de magnitud de posibles asentamientos. Los problemas mecánicos estarán relacionados bien por conjugarse las direcciones de lajosidad con las pendientes topográficas, bien por la existencia de valles colmatados por sedimentos arcillosos, plásticos, saturados y de características mecánicas muy inferiores a las de las zonas sanas.

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

Su distribución, dentro de la Hoja se ciñe al cauce actual de la red fluvial.

En general estos depósitos están formados por una mezcla de arcillas y arenas, con niveles aislados de gravas. Su extensión y potencia son muy irregulares, ajustándose la primera al cauce de los ríos y a su entorno, y la segunda, oscilando entre los 5 y los 15 m.

Su morfología es totalmente llana, no observándose resaltes ni desniveles topográficos. Su estabilidad natural es elevada; sin embargo la acción erosiva de la red fluvial, y el escaso grado de cementación de sus materiales, condicionan que en la ejecución de taludes y desmontes hayan de cuidarse las obras de realización para evitar la posible inestabilidad que las anteriores causas puedan occasionar.

Sus materiales se consideran, en general, como semipermeables; sin embargo, esta acepción tiene, debido a las acusadas variaciones litológicas, un amplio período de oscilación, por lo que no es anormal el que se observen niveles totalmente impermeables encima, debajo o alrededor de otros permeables. Esto, condiciona un drenaje, en principio aceptable, sin embargo, teniendo en cuenta la dificultad que plantea la eliminación de los aportes acuíferos, por existir un nivel freático alto, se ha asignado a toda la Area unas condiciones de drenaje desfavorables.

La capacidad de carga de estos depósitos oscila entre baja y media, que darán asentamientos de magnitud media.

Los problemas mecánicos estarán siempre relacionados con las grandes variaciones litológicas en profundidad, su desigual comportamiento al verse sometidos a cargas externas y la existencia de un nivel freático a cotas muy bajas, que planteará una serie de problemas bien mecánicos (arenas fluidas, etc.) bien hidrológicos (difícil saneamiento) en algunas zonas.

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

Se distribuye preferentemente por el Centro y SO de la Hoja.

Sus terrenos son depósitos cuaternarios formados por una mezcla irregular de arcillas y arenas; si bien ahora, y a diferencia de lo que se vio en la Area II<sub>1</sub>, aparecen nuevos elementos, las gravas y las costras de caliche. Las primeras en grandes proporciones, bien en lentejones aislados dentro de la masa total, bien en forma de recubrimientos sueltos, mientras que las segundas se observan en forma de niveles de 1 o 2 m de potencia en la parte alta de las formaciones.

Su morfología es totalmente llana, si bien, debido a la aparición de niveles de gravas muy cementadas, se observan ligeras alomaciones.

Como consecuencia de esto, la estabilidad natural puede verse afectada en los bordes de los macizos y en el límite de la Área.

Sus materiales se consideran, en general, como semipermeables con una marcada tendencia a la permeabilidad, lo que condiciona un drenaje por percolación y escorrentía, aceptable.

La existencia de agua en profundidad es normal, siendo probable la aparición en la base de la formación (de 5 a 20 m) de un nivel acuífero, que si bien no afecta a la base de las cimentaciones, en algunos puntos puede que sí pueda alcanzarla, ocasionando entonces una serie de problemas hidrológicos y geotécnicos.

Sus características mecánicas son de tipo medio, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como en el de magnitud de posibles asentamientos. Los problemas mecánicos surgirán, bien por la variación litológica existente, bien por la aparición del anteriormente mencionado nivel, a cotas altas. Sin embargo, las características constructivas de la Área se consideran globalmente como favorables.

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

Se distribuye, de forma masiva, por toda la mitad oriental de la Hoja, en forma de una banda alargada por la margen derecha del Guadalquivir, y en forma de retazos aislados en casi todos los cauces que por la margen izquierda, desembocan en la parte baja del Guadalquivir.

En su litología predominan, de manera muy acusada, las margas arcillosas (en algunas zonas soterradas bajo recubrimientos arcillosos), alternándose con areniscas, margas calcáreas y arcillas arenosas. Por lo general presentan una coloración ocre verdosa o blanquecina, poca cementación y escasa resistencia a la erosión.

Su morfología es, en esencia, llana, si bien se observan abundantes alomaciones, algunas de las cuales presentan pendientes topográficas que oscilan del 7 al 15 por ciento, manteniéndose el resto de la Área por debajo de la primera cifra, pero por encima del 3 por ciento.

Aparte de este aspecto, sus condiciones geomorfológicas se consideran desfavorables, pues los fenómenos exógenos observados son importantes y a veces peligrosos a causa de los riesgos que comportan. Todos o casi todos sus terrenos muestran una tendencia a deslizar a favor de las pendientes, a veces bajo estímulos naturales, pero siempre al ser sometidos a cargas no naturales; aparte de esto son muy sensibles a la erosión, que produce abundantes abarrancamientos, siempre inestables. Como consecuencia de todo ello deberán estudiarse con "mucho" detalle tanto la ubicación como el mantenimiento de las obras que se realizan en esta Área, en evitación de problemas, que si bien a veces no podrán evitarse, sí al menos se podrán prevenir y en parte aminorar.

Sus terrenos son impermeables, con drenaje, por escorrentía superficial poco activa, desfavorable. En general toda la Área presenta problemas hidrológicos a causa de sus malas condiciones de saneamiento. La posibilidad de aparición de niveles areníferos en profundidad es muy escasa y siempre a cotas que no afectan al nivel de base de cualquier tipo de cimentación.

Sus características mecánicas, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como en el de magnitud de los posibles asentamientos, se consideran de tipo medio, estando los únicos problemas ligados a las repercusiones que las desfavorables características morfológicas tienen sobre las estructuras técnicas que se ubiquen en ellos, pues tenderán a deslizarse, hundirse o ser arrastrados por los continuos movimientos del sustrato margoso.

### **Área II<sub>3</sub>**

Se distribuye al N del Pantano del Retortillo.

Litológicamente, a excepción de una serie de afloramientos situados al NE de Córdoba, eminentemente arcillosos, está formada por una serie de niveles de gravas de tamaño medio (de 25 a 10 cm de diámetro), con arenas y algunos bolos cuarcíticos.

Su morfología es prácticamente llana, con ligeras alomaciones en el centro de la formación y pendientes que oscilan entre el 7 y el 15 por ciento en el borde de la misma. En general su estabilidad es elevada, pudiendo no obstante aparecer pequeños fenómenos geomorfológicos (desmoronamientos, caídas de piedras sueltas, etc.) en el borde de la subdivisión.

Sus materiales se consideran como semipermeables, con un drenaje, efectuado por percolación natural, aceptable.

Sus terrenos admitirán cargas de magnitud media a elevada, dándose para ellas asentamientos de tipo bajo medio, que se producirán siempre en las primeras fases de carga. Normalmente los problemas que pueden surgir estarán relacionados con la falta de cementación y con la desigual granulometría que se observa en algunas zonas y que puede comportar, bien desmoronamientos puntuales, bien diferentes comportamientos mecánicos al someterlos a cargas similares.

### **Área III<sub>1</sub>**

Se distribuye aisladamente por el borde S y de forma masiva por todo el ángulo SE y borde E.

Su litología presenta acusadas variaciones, pues incluye grupos margosos, calcáreos y detriticos, todos ellos tapizados por un recubrimiento arcillo-arenoso de poca potencia. Normalmente dan coloraciones ocres blanquecinas y son poco resistentes a la acción de los agentes erosivos.

Su morfología presenta relieves llanos (con múltiples alomaciones ligadas a los distintos grupos litológicos) en algunos puntos de la zona SE. En general la estabilidad es elevada, pudiendo descender puntualmente allí donde predominen las litologías margosas.

Sus materiales se consideran semipermeables, aclarando, no obstante, el hecho de que esta clasificación presenta grandes oscilaciones, pues prácticamente todas las zonas situadas al O son impermeables. El drenaje oscila entre aceptable y desfavorable y se efectúa siempre por escorrentía superficial poco activa.

La posibilidad de aparición de agua en profundidad es escasa y su influencia sobre las posibles obras a realizar prácticamente nula.

Sus características mecánicas se consideran, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como en el de magnitud de los posibles asentamientos que aquéllos produzcan, como de tipo medio, estando los únicos problemas mecánicos ligados al distinto comportamiento que experimentan las diferentes litologías al verse sometidas a cargas externas de iguales características.

### **Área III<sub>2</sub>**

Se distribuye exclusivamente sobre la zona SE de la Hoja, alcanzando una representación muy reducida.

Está formada por margas, margocalizas y calizas, con colores blanquecinos, recubrimientos escasos y moderada resistencia a los agentes de erosión externa.

Su morfología presenta relieves alomados, por lo general con pendientes que oscilan entre el 5 y el 10 por ciento, pero que en algunos casos pueden alcanzar valores superiores ( $> 15$  por ciento). La estabilidad natural de los taludes es elevada, viéndose poco afectada por la actividad del hombre al realizar obras.

Sus terrenos se consideran impermeables, con unas condiciones de drenaje favorables por infiltración por fisuras. La existencia de agua a profundidad es escasa, apareciendo siempre por debajo de las cotas naturales de cimentación.

Sus características mecánicas se consideran como favorables (elevada capacidad de carga y asentamientos inexistentes o muy reducidos); sin embargo pueden empeorar en algunos niveles margosos. Los problemas geotécnicos propiamente dichos estarán siempre relacionados con la alternancia litológica que puede influir sobre el uniforme comportamiento del terreno.

### **Área III<sub>3</sub>**

Se distribuye en forma de afloramientos aislados, a veces de gran extensión, por todo el ángulo SE de la Hoja.

Su litología está formada por una mezcla de margas arcillosas, de coloraciones rojizas y verdosas, areniscas, limonitas y frecuentes niveles de yesos, todo ello recubierto por una capa arcillosa procedente de la alteración de los anteriores grupos.

Su morfología muestra una serie de relieves llanos y alomados, con pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento en casi todas las zonas.

La fácil erosionabilidad de sus materiales, y el hecho de que algunos de ellos (yesos) se disuelvan fácilmente por el agua, condiciona la aparición de una serie de fenómenos geomorfológicos (abarrancamientos, entalladuras, etc.) que provocan una serie de problemas (hundimientos, deslizamientos, etc.) geomorfológicos que confieren al Área un marcado carácter de desfavorabilidad.

Sus materiales se consideran impermeables, con un drenaje, por escorrentía poco activa, desfavorable. A esto hay que añadir el hecho de la posible existencia de yesos, con lo cual el agua que discurre por ellos disuelve dicha litología, cargándose de iones sulfatos, aumentando su agresividad frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios de manera peligrosa.

La posible aparición de agua en profundidad es nula o muy escasa.

Sus características mecánicas se consideran de tipo medio, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como en el de magnitud de los posibles asentamientos; sin embargo esto último, debido a la existencia de yesos, puede producirse de manera brusca, fenómeno este, no por inusual, despreciable, y que obliga a considerar la Área como desfavorable geotécnicamente ante la posibilidad de que ocurran los hechos antes apuntados.

## 2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

En este apartado se incluirán los principales tipos de rocas encontrados 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 de rocas aparecidos en dos grandes unidades de clasificación. Las formaciones superficiales y el sustrato rocoso. En la primera se incluyen aquellos depósitos, poco o nada coherentes, de espesor y extensión variables, depositados desde el 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 de cada unidad de clasificación de segundo orden (Areas).

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

### Área I<sub>1</sub>

Se incluyen en ella el conjunto de las rocas ígneas aflorantes en la Hoja. La individualización de las mismas ha llevado a la siguiente separación por grupos.

#### *Granitos – γ*

De todos los macizos delimitados, los situados sobre el borde NE (al NO de Córdoba capital) están formados por granitos potásicos con frecuentes cavidades microlíticas. En general son de color rosado y presentan recubrimientos arenosos muy escasos, siendo normal, no obstante, la existencia de bolos y cantos de tamaño apreciable procedentes de la alteración del sustrato. Los situados sobre el canto y borde O son granitos más leucocráticos, y con recubrimientos arenosos muy generalizados y a veces de gran potencia.

### *Granitos y granodiorita – $\gamma$ - $\eta$*

El único afloramiento inserto en este punto se sitúa al SE del Pantano del Retortillo. Está constituido por granodioritas oscuras con enclaves de clorita y granitos blanquecinos.

### *Gabros y granodioritas – $\Theta$ - $\eta$*

Este grupo se sitúa al N de Santa María de Tras Sierra y está formado por una asociación de rocas correspondientes a episodios del tránsito básico-ácido. En general se observan cambios graduales desde gabros de grano grueso y colores ocres a dioritas de grano fino y tonalidades blanquecinas.

### *Gabros – $\Theta$*

Sus afloramientos se sitúan sobre el borde O al NO de la localidad de Cantillana.

Están formados por rocas de colores oscuros verdosos muy resistentes a la erosión y con escasos recubrimientos.

### *Esquistos y gneises – $\xi$ - $\zeta$*

Aparecen en forma de una gran banda discontinua, desde el NE de Villanueva del Río y Minas hasta el S de Puebla de los Infantes.

En general son rocas con marcada esquistosidad, fácilmente alteradas en superficie, con enclaves aislados de niveles muy competentes y con recubrimientos arcillosos, a veces de potencia apreciable. Este último aspecto condiciona que la aparición masiva de estas rocas se dé con poca frecuencia, observándose únicamente allí donde ha sido eliminada la capa de alteración superficial.

### *Basaltos, riolita y doleritas – $\beta$ - $\rho$ - $\epsilon$ Doleritas – $\epsilon$ Basaltos y brechas piroclásticas – $\beta$ - 6 Rocas de facies básica microcristalina – $\varphi$*

Se incluye en este apartado el conjunto de rocas volcánicas existentes en la Hoja. Su distribución geográfica se ciñe exclusivamente a la mitad NO, apareciendo casi siempre en forma de afloramientos aislados y de gran heterogeneidad litológica; por esta razón, y pese a haberse delimitado en el mapa una serie de zonas en las cuales predominan, de una forma casi absoluta, ciertos grupos de rocas, para la descripción de los mismos se han agrupado por presentar todos ellos unas características muy similares.

En general son rocas de colores oscuros, bastante fisuración, muy competentes, resistentes a la erosión y recubiertas irregularmente por monteras de materiales paleozóicos.

Normalmente el aprovechamiento industrial de estos materiales está muy extendido.

## **Área I<sub>2</sub>**

Se agrupa aquí el conjunto de las rocas datadas como pertenecientes al Paleozoico. En lo que sigue se han desecharo los criterios estratigráficos y únicamente se han mantenido los exclusivamente litológicos.

### ***Calizas – P<sub>12</sub>***

Pese a aparecer en otros muchos puntos en alternancia con esquistos, pizarras y cuarcitas, se han incluido aquí una serie de afloramientos en los cuales las calizas son el material exclusivo.

Normalmente aparecen con pequeñas intercalaciones margosas, que se alternan con bandas calizas claras, dando al conjunto una marcada tonalidad gris azulada.

Estas rocas aparecen en algunos puntos recubiertas por arcillas procedentes de su alteración, si bien dichos depósitos son de reducida potencia. Asimismo es usual la aparición de delgados lechos de calizas cristalinas blancas y de aspecto marmóreo.

### ***Pizarras – P<sub>11</sub>***

En este grupo, al igual que en el anterior, se han agrupado aquellas zonas en las cuales son las pizarras las litologías predominantes, pese a que en otras entran, como luego se verá, a formar parte en mayor o menor proporción.

Las zonas mencionadas se sitúan preferentemente sobre el centro N de la Hoja, y en ellas se observan series pizarrosas con alta lajosidad y coloración oscura (negras, grisáceas, ocres parduzcas) y eventuales niveles cuarcíticos de reducida potencia.

Su resistencia a la erosión es moderada, apareciendo recubiertas por un suelo arcilloso, en el que se incluyen abundantes lajas de reducido tamaño.

### ***Cuarcitas – P<sub>103</sub>***

Los afloramientos de este grupo individualizado se han señalado al O de Villanueva del Río y Minas. En ellos aparecen una serie de niveles cuarcíticos muy competentes de colores oscuros y elevada resistencia a la erosión. Normalmente aparecen sin apenas recubrimientos.

### ***Pizarras, cuarcitas y calizas – P<sub>11-103-12</sub> Pizarras y cuarcitas – P<sub>11-103</sub> Calizas y esquistos – P<sub>12 - 5</sub>***

Se incluyen en este grupo una serie de zonas en las que se alternan pizarras, cuarcitas, calizas y esquistos. Por lo general forman series alternantes de mucha potencia en las que eventualmente pueden acuñarse y desaparecer algunas de las anteriores litologías.

Normalmente se observa siempre una marcada lajosidad que favorece la alteración superficial, por lo cual todos estos afloramientos están soterrados por una cubierta de suelo arcilloso, de colores parduzcos, poca potencia e incluyendo cantos y pequeñas lajas.

La distribución geográfica de este grupo se centra por todo el N y NO de la Hoja.

*Pizarras y grauwacas – P<sub>11-101</sub> Pizarras y serie detrítica – P<sub>11-2</sub> Calizas, conglomerados y pizarras – P<sub>12-7-11</sub>*

Este grupo, podría en principio incluirse dentro del anterior, pues prácticamente agrupa las mismas o similares litologías, y únicamente se ha separado a causa de la existencia de una serie de niveles detríticos, a veces muy cementados (cuarcita) y a veces sueltos (conglomerados, areniscas, etc.).

En esencia se observa una alternancia de pizarras, calizas y series detríticas, de colores oscuros las primeras y rojizas las últimas.

La resistencia a la erosión es muy desigual, por lo cual aparecen acusados resaltes topográficos y recubrimientos arcillo-arenosos de potencia media (estos últimos tapizando casi todos los valles interiores).

El aprovechamiento industrial de estos grupos está poco extendido.

*Conglomerados y areniscas rojas – P<sub>7-8</sub>*

Este grupo se sitúa sobre el centro del borde O de la Hoja, en la vertical al N de Cantillana.

Es una alternancia de facies detríticas entre las que predominan los conglomerados y las areniscas rojas o grises verdosas, con algunas intercalaciones de esquistos arenosos verdes.

Por lo general las litologías detríticas aparecen muy cementadas; dando una serie de resaltes topográficos. Los sedimentos procedentes de la alteración y disagregación se acumulan en vaguadas, dando depósitos de gravas y cantes gruesos poco cementados y de espesores medios.

*Arenas y conglomerados – P<sub>3-7</sub>*

Los únicos depósitos de este tipo se sitúan sobre el borde N de la Hoja, en la vertical de Córdoba.

En general, y dentro de la zona estudiada, abarcan extensiones reducidas y están formados por una mezcla de arenas, más o menos arcillosas y de colores claros y ocre rojizos, entre las que se intercalan niveles de areniscas y conglomerados, normalmente bastante cementados.

## **Área II<sub>1</sub>**

Entre esta subdivisión y la siguiente se agrupa el conjunto de Formaciones Superficiales existente en la Hoja.

*Arcillas arenosas, con niveles aislados de arenas limpias, gravas y limos (Depósitos aluviales) – Qa*

Los depósitos aquí indicados aparecen ciñéndose a todos los cauces fluviales de casi toda la Hoja, adquiriendo su mayor representación, tanto en extensión como en potencia, en la zona que circunda al río Guadalquivir.

Normalmente están constituidos por un nivel de arcillas arenosas de color ocre rojizo, recubiertas por una capa de limos más o menos arcillosos e incluyendo lentejones aislados de arenas, gravas y arcillas, bastante limpias.

En general su potencia varía mucho de unos puntos a otros, pero de forma global puede estimarse entre unos 5 y 30 m.

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

### ***Arcillas arenosas con niveles de arenas, conglomerados y areniscas (Depósitos de terraza) – Qt***

Aparecen por lo general lindando con los depósitos descritos en el punto anterior.

Al igual que en ellos la fracción litológica predominante está formada por arcillas arenosas, con algunos recubrimientos aislados de limos; sin embargo, aparecen ahora abundantes niveles de gravas, a veces muy cementados, pero casi siempre sueltos y formando un tapiz sobre los depósitos arcillosos.

Su resistencia a la erosión es muy baja y su potencia media fluctúa sobre los 15 m.

### ***Arcillas arenosas con niveles de arenas y conglomerados, recubiertas superficialmente por cortes calcáreos (Depósitos fluviales antiguos) – Qf***

Se encuentra ampliamente representada por toda la Hoja, alcanzando su mayor amplitud, tanto en extensión como en potencia, en toda la parte central de la zona (sobre la margen izquierda del Guadalquivir).

Sus depósitos están constituidos por arcillas arenosas con recubrimientos superficiales de limos y niveles irregulares de cantes rodados y gravas, asociados a costras calcáreas blancas de pequeño espesor.

Normalmente presentan coloraciones ocreas rojizas y grandes acumulaciones superficiales de gravas sueltas de pequeño tamaño (de 2 a 7 cm de diámetro). Su potencia media es del orden de 10 m, no alcanzando casi nunca los 25 m.

Salvo puntos aislados en donde aparecen niveles cementados, su resistencia a la erosión es baja.

## **Area II<sub>2</sub> y III<sub>1</sub>**

En este punto se han agrupado dos de las subdivisiones efectuadas en el punto 2.3. La razón de ello estribó en el hecho de presentar unas características litológicas muy similares en cuanto a las fracciones que las integran, pese a corresponder a unidades taxonómicas distintas.

### ***Margas arcillosas – T<sub>105/5</sub>***

Este grupo, de muy amplia representación dentro de la Hoja, se distribuye principalmente por todo el borde E, observándose asimismo en forma de bandas alargadas por la mitad S.

En esencia está formado por margas arcillosas de color ocre grisáceo a verde azulado recubiertas parcialmente por una delgada capa de alteración arcillosa.

En general presenta poca resistencia a la erosión, y su posible aprovechamiento industrial es muy reducido.

#### ***Margas y calizas – T<sub>105-12</sub>***

Este grupo se distribuye por el S del cuadrante SO de la Hoja.

En él, y de manera muy clara, se alternan una serie de niveles margosos con horizontes de calizas, por lo general de pequeño espesor.

Su color es predominantemente blanquecino, con ligeras tinciones rojizas ligadas a puntos de alteración arcillosa de los grupos calizos.

Su resistencia a la erosión se considera moderada, actuando ésta selectivamente en función de la litología predominante, aspecto que condiciona ligeras aplanaciones en los terrenos insertos a este grupo.

#### ***Margas y calizas arenosas – T<sub>105-12/3</sub>***

Estos terrenos se distribuyen sobre el borde E (en su parte S) y sobre el SE de la Hoja.

En general están formados por una alternancia de niveles margosos y calizos, con intercalaciones arenosas.

Normalmente presenta una coloración ocre rojiza, una moderada resistencia a la erosión y un escaso aprovechamiento industrial.

#### ***Margas y areniscas – T<sub>105-8</sub>***

Se incluyen en este grupo una serie de terrenos distribuidos sobre el borde O del cuadrante SE de la Hoja.

Están formados por una serie de niveles margosos y arcillosos, con marcada tonalidad ocre rojiza sobre los que se intercalan horizontes de areniscas ocres.

La resistencia a la erosión está en función directa de la litología, por lo que se observan acusados resalte topográficos ligados a los horizontes detríticos mucho más competentes.

#### ***Calizas – T<sub>12</sub>***

Las mejores y más amplias representaciones se sitúan al O de Cantillana y en los alrededores de Hornachuelos.

Normalmente aparecen potentes niveles de calizas compactas, de color ocre grisáceo, alta resistencia a la erosión y con escasos recubrimientos arcillosos.

Su aprovechamiento industrial, si bien posible, está poco extendido.

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

Se incluye en este grupo la serie de terrenos que rodean al Guadalquivir por su margen derecha.

En esencia son depósitos complejos, formados por una mezcla de materiales granulares y cohesivos (arenas, gravas y arcillas) y dispuestos sin ninguna ordenación predominante.

Normalmente se observan aisladamente niveles de calizas y conglomerados muy cementados.

Generalmente presentan coloraciones ocres y son bastante sensibles a la erosión.

#### *Arenas, arcillas y areniscas – $T_{3/5-8}$*

Se incluyen aquí una serie de niveles, por lo general de pequeña potencia, situados al techo de la formación  $T_{105/5}$

En general están formados por arenas arcillosas algo cementadas, alternándose con delgados lechos de areniscas.

Presentan coloración ocre blanquecina y moderada resistencia a la erosión, siendo su aprovechamiento industrial prácticamente nulo.

#### *Arenas y areniscas – $T_{3-8}$*

Se incluye en este grupo una serie de afloramientos situados sobre el borde S del cuadrante SO de la Hoja.

Están formados por un potente nivel de rocas de color ocre, ligeramente cementadas, sin apenas recubrimientos y con alguna intercalación de areniscas.

En general este grupo es poco resistente a la acción meteórica, apareciendo abundante acumulación de materiales sueltos, disgregados de la formación inicial.

Su aprovechamiento industrial está bastante extendido.

#### *Arenas y margas limosas – $T_{3-105/4}$*

En este grupo se incluye una serie de terrenos situados sobre el ángulo SE de la Hoja.

En esencia están formados por un potente nivel de arenas arcillosas, de color ocre claro, con intercalaciones de margas arenosas y limosas de colores blanquecinos. Esencialmente aparecen soterrados bajo una capa arcillosa rojiza de alteración de las margas.

Estas litologías son poco resistentes a la erosión y su posible aprovechamiento industrial es muy reducido.

#### *Arcillas arenosas y margas – $T_{5/3-105}$*

Se incluye aquí una serie de depósitos situados al E de Fernán-Núñez.

En esencia están formados por una serie de niveles arcillo-arenosos de color oscuro rojizo, con intercalaciones aisladas de margas arenosas blanquecinas.

En general son muy poco resistentes a la erosión, y su aprovechamiento industrial, muy reducido, se centra exclusivamente sobre los grupos margosos.

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

Los depósitos aquí incluidos son muy similares a los descritos en Qf. Se distribuyen exclusivamente sobre el borde S de la Hoja, al SE de Puente Genil.

Están formados por una mezcla de arcillas, arenas y gravas, en donde predominan la primera y última de las litologías.

En general aparece una gran masa arcillo-arenosa de color rojizo recubierta por mantos de gravas, de granulometría media (de 2 a 10 cm de diámetro).

Normalmente su potencia oscila entre los 10 y los 30 m y su resistencia a la erosión fluctúa entre baja y moderada. (Siempre en función de los niveles de gravas y su grado de cementación).

### ***Área II<sub>3</sub>***

#### ***Arenas y conglomerados – S<sub>7-8</sub>***

Los depósitos que aquí se incluyen se sitúan exclusivamente al N y NE del Pantano del Retortillo.

En esencia están formados por potentes niveles de conglomerados rojizos, con un grado de cementación y un tamaño de grano muy variable, que se alternan niveles de arenas y gravas de diámetro medio superior a los 10 cm.

En general su resistencia a la erosión es desigual, estando su aprovechamiento industrial, si bien posible y con grandes reservas, poco explotado.

### ***Área III<sub>2</sub>***

#### ***Margas verdosas – S<sub>105</sub>***

Los únicos terrenos incluidos en este grupo se sitúan al SE de Ecija.

En general están formados por potentes niveles de margas verdes blanquecinas muy trituradas, con escasos recubrimientos y con una moderada resistencia a la erosión.

#### ***Calizas – S<sub>12</sub>***

Los afloramientos incluidos en este grupo aparecen en forma de pequeños asomos por el cuadrante SE de la Hoja, centrándose al S de Puente Genil y al NO y SE de El Rubio.

En general están formados por una alternancia de niveles calizos de coloración diversa, pero casi siempre con tonalidades claras y elevada resistencia a la erosión.

#### ***Margas y margocalizas – S<sub>105-105/6</sub>***

Los afloramientos de este tipo se sitúan al SE de Puente Genil y al E de Montilla.

En general aparece una alternancia de margas, margocalizas y calizas, normalmente con colores ocres y blanquecinos, moderada resistencia a la erosión y amplio aprovechamiento industrial, sobre todo en la zona de Puente Genil.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	<p>Se incluyen en ella el conjunto de rocas ígneas, metamórficas y volcánicas, destacando de modo relevante los grupos de los granitos, gneises, gabros, granodioritas, basaltos, riolitas y doleritas.</p> <p>En general son rocas de colores oscuros, de elevada resistencia a la erosión y atravesadas por abundantes planos de tectonización. Aparecen algunas veces soterradas bajo sedimentos arenosos o formaciones paleozoicas.</p>
	I <sub>2</sub>	<p>Se incluyen en ella el conjunto de rocas paleozoicas, destacándose los grupos de las pizarras, cuarcitas, calizas, esquistos, grauwacas y conglomerados.</p> <p>Aparecen con una clara disposición tabular, alta lajosidad y recubiertas por sedimentos de naturaleza arcillosa.</p> <p>Su resistencia a la erosión es elevada.</p>
II	II <sub>1</sub>	<p>Sus depósitos están formados por una mezcla de arcillas y arenas, recubierta por una delgada capa de limos.</p> <p>Presentan marcada tonalidad oscura, cierta plasticidad y escasa resistencia a la erosión.</p>
	II <sub>1</sub>	<p>Sus depósitos están formados por una mezcla de arcillas, arenas y gravas, recubierta por limos y mantos de gravas sueltas, e incluyendo niveles de conglomerados y costras de caliche.</p> <p>Presentan una tonalidad ocre rojiza, poca cementación y escasa resistencia a la erosión.</p>
II	II <sub>2</sub>	<p>Se incluyen en ella un conjunto de rocas de naturaleza margosa y detrítica entre las que destacan las margas arcillosas, con intercalaciones de areniscas y arcillas.</p> <p>En general son formaciones de color ocre amarillento, ligeramente cementadas, plásticas y poco resistentes a la acción de los agentes erosivos.</p>
	II <sub>3</sub>	<p>Sus depósitos están formados por potentes niveles de conglomerados, gravas, arenas y bolos, normalmente dispuestos en forma irregular.</p> <p>Presentan clara tonalidad rojiza, bastante cementación y acusada resistencia frente a la acción de los agentes erosivos.</p>
III	III <sub>1</sub>	<p>Se incluyen en ella un amplio conjunto de rocas de naturaleza calcárea, detrítica y margosa.</p> <p>En general muestra irregular distribución coloraciones ocre amarillentas, poca cementación y escasa resistencia a la erosión.</p>
	III <sub>2</sub>	<p>Se incluyen en ella el conjunto de formaciones margosas y calizas aflorantes en la zona.</p> <p>En general son rocas compactas, bastante cementadas, de coloración blanquecina, recubiertas por depósitos arcillosos y bastante resistentes a la erosión.</p>
	III <sub>3</sub>	<p>Se incluyen en ella el conjunto de rocas pertenecientes al Keuper. Están constituidas por margas arcillosas, con niveles de yesos cristalizados, dando en conjunto una coloración ocre con tintes rojizos y verdosos.</p> <p>En general estas formaciones son muy sensibles a la acción de los agentes erosivos tanto de naturaleza física como química.</p>



## MAPA GEOTECNICO GENERAL

FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

CORDOBA

4-10

76

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



## FORMACIONES SUPERFICIALES



Qa  
Arcillas arenosas con niveles aislados de arenas limpias, gravas y limos (Depósitos aluviales).



Qf  
Arcillas arenosas con niveles de arenas, conglomerados y areniscas (Depósitos de terraza).



Qf  
Arcillas arenosas con niveles de arenas y conglomerados, recubiertas superficialmente por costras calcáreas (Depósitos fluviales antiguos).

## SUSTRATO

γ	Granitos
γ-η	Granitos y granodioritas
θ-η	Gabros y granodioritas
θ	Gabros
ξ-ξ	Esquistos y gneises
β-p-e	Basaltos, riolitas y doleritas
ε	Doleritas
β-6	Basaltos y brechas piroclásticas
φ	Rocas de facies básicas
P 12	Calizas
P 11	Pizarras
P 103	Cuarcitas
P 11-103-12	Pizarras, cuarcitas y calizas
P 11-103	Pizarras y cuarcitas
P 12-5	Calizas y esquistos
P 11-101	Pizarras y grauwacas
P 11-2	Pizarras y series detriticas
P 12-7-11	Calizas, conglomerados y pizarras
P 7-8	Conglomerados y areniscas rojas
P 3-7	Arenas y conglomerados
T 105/5	Margas arcillosas
T 105-12	Margas y calizas
T 105-8	Margas y areniscas
T 12	Calizas
T 3-5-2	Arenas, arcillas y gravas.
T 3/5-8	Arenas arcillosas y areniscas
T 3-8	Arenas y areniscas
T 3-105/4	Arenas y margas limosas
T 5/3-105	Arcillas arenosas y margas
T 5-2	Arcillas y gravas
S 7-8	Areniscas y conglomerados
S 105	Margas verdosas
S 12	Calizas
S 105-105/6	Margas y margocalizas
S 105/5-14	Margas arcillosas y yesos

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

#### ***Margas arcillosas y yesos – S<sub>105/5-14</sub>***

Los terrenos aquí incluidos se distribuyen de manera muy irregular por toda la parte SE de la Hoja.

En general están formados por una mezcla de margas arcillosas y arcillas, de colores diversos (rojizos y verdosos), soterrados, en muchos puntos, por una serie de depósitos arcillosos o arenosos de reciente deposición e incluyendo normalmente yesos cristalizados y diseminados.

La resistencia a la erosión baja en casi toda la zona, decrece en algunos puntos debido a la fácil disolución de las litologías yesíferas.

El aprovechamiento industrial se centraliza exclusivamente sobre los yesos, si bien debido a su anárquica aparición está poco extendido.

#### **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 más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

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

Sus terrenos presentan una morfología muy variable, con pendientes topográficas que oscilan entre el 5 y el 15 por ciento, si bien en algunos puntos, sobre todo los situados al N de Córdoba, alcanzan valores superiores al 25 por ciento.

La proliferación de fenómenos exógenos y endógenos es reducida, observándose únicamente recubrimientos arenosos o de bolos de irregular tamaño dentro de los primeros y abundantes líneas de fractura en los segundos.

Estos fenómenos, que puntualmente acumulan sedimentos sueltos, pueden provocar una cierta inestabilidad, aspecto nada generalizado y que no influye sobre la gran estabilidad de los terrenos que integran esta subdivisión.

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

Presentan una morfología con acusadas variaciones en cuanto a su relieve, que oscila desde prácticamente llano, o ligeramente alomado, a muy montañoso. Las pendientes topográficas fluctuarán entre amplios límites, siendo del 7 al 15 por ciento en las zonas situadas hacia el S y superiores al 20 por ciento en el resto.

En esta subdivisión la proliferación de fenómenos geomorfológicos exógenos y endógenos es muy acusada, destacándose al O una serie de zonas muy afectadas por procesos de tectonización que producen áreas fracturadas y llenas, potencialmente ines-

tables; sobre el Centro y el E las litologías muestran una fuerte lajosidad, lo cual, unido a los grandes repliegues existentes, favorece su disgregación superficial y la formación de depósitos sueltos de acusada inestabilidad.

Salvo en algunos de los puntos antes apuntados, todos los terrenos que la integran se consideran estables; sin embargo, deben analizarse en cada caso las direcciones de pizarrosidad existente, por ver si coinciden o no con las pendientes topográficas.

### **Área II<sub>1</sub>**

Presenta una morfología prácticamente ausente de relieve, con superficies totalmente llanas y pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento.

La aparición de fenómenos geomorfológicos es muy reducida, siendo nula en cuanto se refiere a los de tipo endógeno y muy reducida en cuanto a los exógenos. Estos últimos sólo se observan bien en el contacto con las Áreas, que la circundan, bien en el cauce del río, y se reducen a pequeños hundimientos y deslizamientos.

La estabilidad de sus terrenos es elevada y únicamente se puede ver afectada, en las márgenes de la red fluvial y en obras que tiendan a producir taludes importantes, que la poca cementación de sus materiales los predisponen al deslizamiento o desmoronamiento.

### **Área II<sub>1'</sub>**

Presenta una morfología con relieves que oscilan entre llanos y ligeramente alomados y pendientes topográficas que fluctúan del 3 al 7 por ciento.

Al igual que en la subdivisión anterior, los fenómenos geomorfológicos son muy escasos y se observan únicamente en el contacto con II<sub>2</sub>. Por lo general se presentarán en forma de pequeños deslizamientos, casi siempre conectados con otros que pueden, y que de hecho se producen, en II<sub>2</sub>.

Salvo estos asomos de inestabilidad puntual toda la Área se considera estable.

### **Área II<sub>2</sub>**

Presenta una morfología con relieves que oscilan de llanos a alomados, con pendientes topográficas que oscilan del 3 al 7 por ciento.

Las características geomorfológicas presentan un marcado carácter de desfavorabilidad. En general la estabilidad de sus terrenos es muy precaria; factor este que se acentúa en cuanto se realizan obras sobre los mismos. A grandes rasgos se observan en casi todas las laderas deslizamientos (activos en muchos puntos) y pequeños hundimientos a lo largo de las superficies llanas.

Por estas razones es necesario en cuantas obras se efectúa en la Área realizar una serie de estudios encaminados a determinar el comportamiento del lecho margoso, y así poder prever, y prevenir en parte, su posterior comportamiento.

### **Área II<sub>3</sub>**

Presenta una morfología, en general, con relieves llanos y pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento, si bien en los bordes este carácter varía bastante, observándose pendientes que alcanzan en algunos puntos el 20 y el 25 por ciento.

En general la aparición de problemas geomorfológicos está únicamente ligada a los bordes de la subdivisión es en estos puntos en donde, a causa de la falta de compactación de algunos niveles, pueden surgir pequeños desmoronamientos. Salvo esta inestabilidad puntual, toda la Área se considera estable.

### **Área III<sub>1</sub>**

Presenta una morfología con relieves que oscilan de llanos a alomados y pendientes topográficas inferiores en casi todos los puntos al 7 por ciento. En algunas zonas (alrededor de Puente Genil y ángulo SE de la Hoja) estas pueden pasar a valores del 15 por ciento.

Pese a estar formados por materiales muy sensibles a la erosión, no se observan excesivos problemas producidos por causa de fenómenos geomorfológicos, habiéndose únicamente detectado pequeñas áreas con tendencia a deslizar, casi siempre en el contacto con III<sub>3</sub>. La estabilidad por consiguiente se ha supuesto elevada, debiendo, no obstante, analizarse con cuidado en la realización de obras que pueden comportar la ejecución de taludes importantes, pues debido a la poca cementación existente pueden surgir problemas relacionados con el natural mantenimiento de los mismos.

### **Área III<sub>2</sub>**

En general presenta una morfología con relieves alomados y pendientes topográficas que oscilan entre el 5 y el 15 por ciento.

La proliferación de problemas relacionados con fenómenos geomorfológicos es muy reducida, observándose los únicos posibles en el contacto de las diferentes litologías que la forman (margas y calizas), pues su resistencia a la erosión es muy diferente.

Por consiguiente, y a excepción de algún pequeño signo de inestabilidad puntual (desmoronamientos, desgajamiento, etc.), el grado de estabilidad se considera elevado.

### **Área III<sub>3</sub>**

Presenta una morfología con relieves que oscilan de llanos a alomados y pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento.

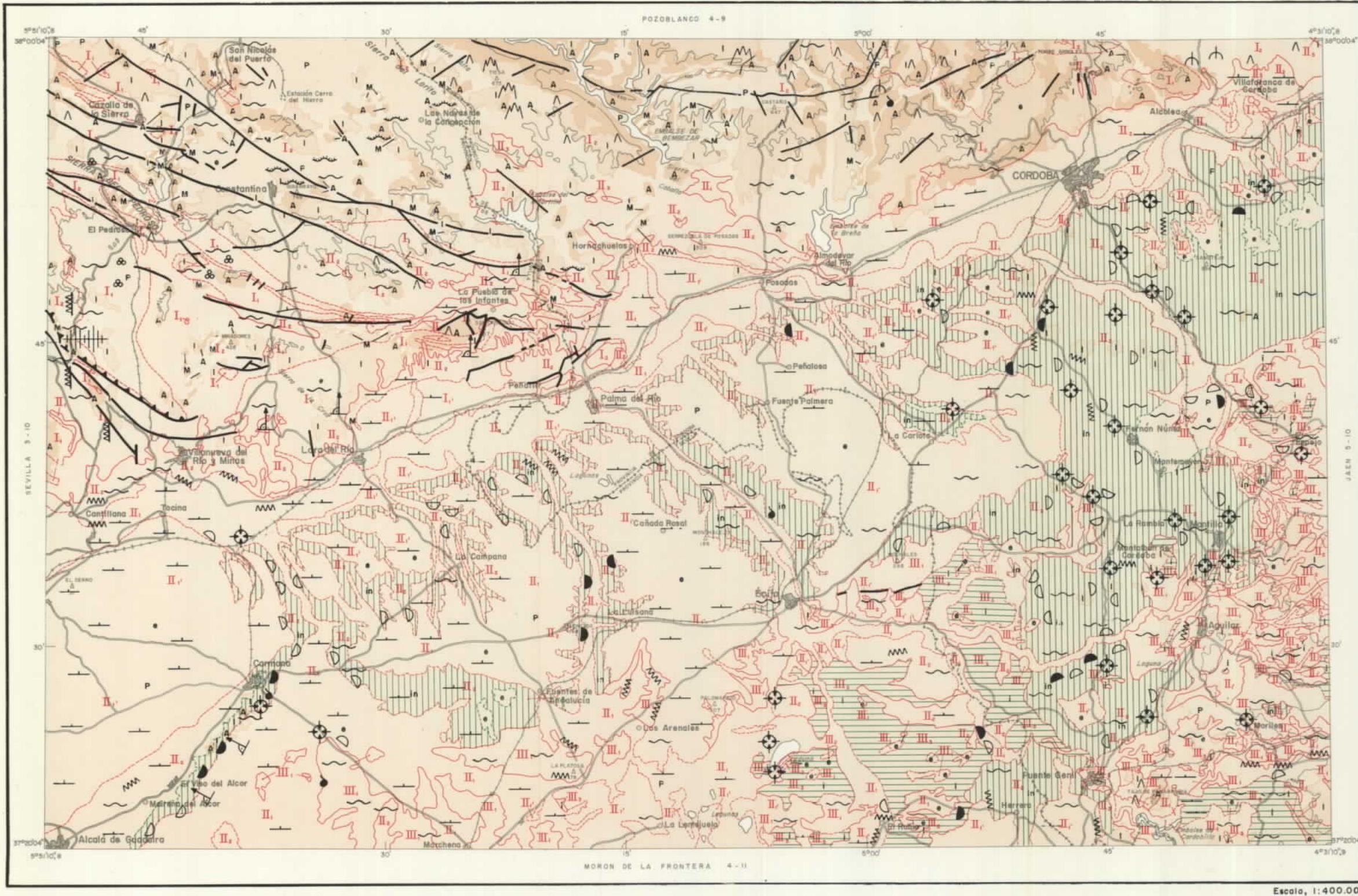
Si bien puntualmente las características que a continuación se enumeran pueden variar en sentido positivo, de forma general presentan un marcado carácter de desfavorabilidad. Algunos de los materiales que la integran son muy sensibles a la erosión física y otros a la erosión química; esto condiciona la aparición de una serie de fenómenos de inestabilidad, representados por deslizamientos, hundimientos, corrimientos, etc., problemas que si bien muchas veces sólo se ponen de manifiesto al incidir sobre ellos la acción del hombre, otras veces aparecen por causas puramente naturales (disolución del agua, saturación, etc.).

Todo lo anterior influye en la valoración de desfavorabilidad geomorfológica asignada a esta Área; designación que como al principio se dijo, puede mejorarse en algunos puntos, bien por inexistencia de yesos, bien por una morfología suave, y que precisa por tanto un análisis detallado para cada zona en función de la naturaleza de las obras allí a realizar.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	Presenta una morfología muy variable con pendientes topográficas que oscilan entre el 5 y el 15 por ciento, generalmente, pudiendo superar el 25 por ciento. En general no se observan acusados fenómenos geomorfológicos y el grado de estabilidad natural es elevado.
	I <sub>2</sub>	Presenta una morfología con grandes variaciones, oscilando los relieves desde totalmente llanos a montañosos y las pendientes topográficas desde el 7 a más del 20 por ciento. Los fenómenos geomorfológicos están ligados a la lajosidad y tectonización, que produce en algunos puntos una cierta inestabilidad. A excepción de esto, la estabilidad es elevada.
II	II <sub>1</sub>	Presenta una morfología totalmente llana con pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento. La posible aparición de fenómenos geomorfológicos es muy reducida, estando siempre relacionados con el cauce de agua al que circundan. La estabilidad natural es elevada y únicamente se pierde en algunos de los puntos antes mencionados.
	II <sub>2</sub>	Presenta una morfología con relieves que oscilan entre llanos y alomados y pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento. A excepción de algunas zonas en el borde de la subdivisión, en donde pueden aparecer una serie de problemas de falta de estabilidad, esta se considera elevada en toda la Area.
II	II <sub>3</sub>	Presenta una morfología con relieves que oscilan entre llanos y alomados y pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento. Debido a la gran proliferación de fenómenos geomorfológicos existentes, la estabilidad de la Area es muy precaria, debiendo analizarse este aspecto con anterioridad a cualquier realización de obras.
	II <sub>3</sub>	Presenta una morfología con relieves llanos y pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento; sin embargo estas características varían bastante en los bordes de la zona, pasando las pendientes a valores del 20 y 25 por ciento. La estabilidad es elevada y únicamente en los puntos limítrofes antes mencionados pueden surgir una serie de problemas ligados a la poca cementación de los materiales.
III	III <sub>1</sub>	Presenta una morfología con relieves que oscilan de llanos a alomados y pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento. La estabilidad natural es, en general, elevada, existiendo, no obstante, en una serie de zonas, donde la aparición de fenómenos exógenos es muy abundante, una cierta inestabilidad potencial de cierta importancia.
	III <sub>2</sub>	Presenta una morfología con relieves alomados y pendientes topográficas que oscilan entre el 5 y el 15 por ciento. A excepción de algunos problemas (desmoronamientos, desgajamientos, etc.) que pueden alterar, de forma puntual, la estabilidad, esta se considera elevada.
	III <sub>3</sub>	Presenta una morfología con relieves que oscilan de llanos a alomados y pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento. En general su estabilidad natural es muy precaria, debido a la abundancia de fenómenos exógenos y a la fácil disolución de los yesos, por lo que será conveniente analizar con detalle este punto con antelación a la realización de obras.



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



INTERPRETACION DEL MAPA  
TOPOGRAFICO

P Zonas planas, pendientes del 0 al 7 por ciento.

I Zonas intermedias, pendientes del 7 al 15 por ciento

A Zonas abruptas, pendientes del 15 al 30 por ciento.

M Zonas montañosas, pendientes superiores al 30 por ciento.

— Límite de separación de Zonas.

SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU  
GRADO DE ESTABILIDAD

\* Zonas estables bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre.

||| Zonas estables bajo condiciones naturales e inestables bajo la acción del hombre.

||| Zonas inestables bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre.

— Límite de separación de Zonas

SIMBOLOGIA

FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

- Falla o zona de falla.
- Cabalgamiento
- Zona influenciada por fracturas o falla.
- Materiales pizarrosos muy tectonizados

- Formas de relieve llanas
- Formas de relieve alomadas
- ^ Formas de relieve acusadas
- M Formas de relieve muy acusadas
- ▲ Taludes rocosos prácticamente verticales

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- Abarreadamientos
- Recubrimientos muy erosionados
- & Formas de disyunción en bolos
- Desprendimientos de bloques
- □ Taludes de materiales sueltos
- △ Hundimientos
- ▽ Deslizamientos en potencia
- ● Deslizamientos activos

DIVISION ZONAL

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

## 2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

En este apartado se analizarán las características hidrológicas que afecten, de manera más o menos directa, las condiciones constructivas de los diferentes terrenos.

El análisis se basará en la distinta permeabilidad de los materiales y en sus condiciones de drenaje, y concluirá con el estudio de los problemas que de la conjunción de ambos puedan 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> - I<sub>2</sub>

En general sus terrenos se consideran, en pequeño, impermeables, admitiendo, en grande, una cierta permeabilidad ligada al grado de tectonización y a la lajosidad existente.

Como consecuencia de ésto, y teniendo en cuenta el desigual relieve topográfico, el drenaje se considera en toda ella favorable, realizándose en parte por percolación por fisuras y en parte por escorrentía activa. Por tanto, la posibilidad de aparición de zonas en las que surjan problemas hidrológicos es muy baja; no obstante, algunas áreas aisladas, correspondientes a valles interiores. Parcialmente colmatados de materiales sueltos, pueden convertirse en cuencas de recepción, favoreciendo entonces la aparición de una serie de problemas en cuanto al saneamiento de los mismos.

Normalmente en toda ella los posibles acuíferos aparecen de forma muy aislada en zonas de relleno o falla, y siempre a cotas que no influyen sobre la base de las cimentaciones usuales en este tipo de terrenos.

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

En general sus terrenos se consideran semipermeables; sin embargo esta asignación es excesivamente simplista y no refleja la realidad a lo largo y ancho de toda la subdivisión.

Como se vio, en ella se entremezclan varios tipos de fracciones litológicas, de las cuales las dos primeras, limos y arcillas, son claramente impermeables, creando en superficie una primera capa de difícil drenaje; las siguientes (mezcla de arenas, arcillas y gravas) son las que presentan la típica semipermeabilidad condicionada siempre por la mayor o menor proporción de cada fracción.

Aparte de esto, la posible existencia de niveles arenosos, más o menos limpios, en contacto con un nivel freático condiciona su posible conversión en arenas fluidas de muy inferiores características mecánicas.

Es normal la existencia en profundidad, a cotas relativamente próximas a la superficie del terreno, de un nivel acuífero, casi siempre conectado con el cauce del río. Este nivel dificulta del drenaje normal de la Area, pues crea un horizonte suturado que dificulta el saneamiento superficial, produciendo zonas encharcadas y con tendencia a inundarse.

Como se observa, esta división presenta, si no en toda ella, sí en algunos de sus puntos, una serie de problemas hidrológicos importantes, por lo que deben analizarse con cuidado los aspectos antes señalados, con anterioridad a cada realización de obras.

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

Si en esencia presenta una litología bastante similar a la anterior, el hecho de no estar conectada directamente a los cauces de los ríos mejora un tanto sus características.

En principio sus materiales se consideran semipermeables, con las mismas peculiaridades indicadas en I<sub>1</sub> en cuanto a la litología predominante, y el drenaje, efectuado por percolación natural, se da como aceptable.

Estas características se mantienen bastante regularmente en toda la división, variando superficialmente en algunas zonas al aumentar en ellas la proporción de fracciones cohesivas.

Es normal la existencia en profundidad de un nivel arenífero definido y continuo, a cotas que si bien normalmente no afectan las bases de obras de cimentación de reducida importancia, sí puede afectar a aquellas que precisen alcanzar grandes profundidades, por lo cual deberá preverse este hecho y trabajar en función de su existencia.

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

Debido a la complejidad litológica observada en esta subdivisión se ha creido conveniente referir sus características hidrológicas a los grupos de rocas más significativas.

### ***Condiciones hidrológicas de las margas arcillosas – T<sub>105/5</sub>***

En general estos terrenos se consideran impermeables, con unas condiciones de drenaje deficientes.

Debido a la morfología dominante existen ciertas zonas en las que el drenaje mejora sensiblemente por activarse la escorrentía superficial; sin embargo, lo normal es la aparición de amplias zonas en las que la evacuación de los aportes hídricos es muy deficiente.

La existencia de niveles acuíferos en profundidad es nula.

### ***Condiciones hidrológicas de las zonas arcillosas con niveles de areniscas – T<sub>3/5-8</sub>***

En general estos terrenos se consideran semipermeables, con unas condiciones de drenaje, mezcla de escorrentía y percolación, aceptables.

Estas características se mantienen con bastante regularidad en toda la formación, mejorándose el drenaje, por acentuarse la topografía, en toda la parte O.

### ***Condiciones hidrológicas del resto de los terrenos***

En general sus terrenos se consideran impermeables, con unas condiciones de drenaje, por escorrentía poco activa, aceptables.

No es normal la existencia de niveles acuíferos en profundidad.

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

En general se han considerado sus terrenos como semipermeables, admitiendo, en principio, un grado de cementación apreciable; sin embargo esta característica no se da

en toda la subdivisión (existen zonas en completo estado de disgregación), por lo cual las permeabilidades se mejoran sensiblemente.

El drenaje, efectuado por escorrentía superficial en los bordes y por percolación natural en el centro, se considera aceptable.

No es normal la aparición de niveles acuíferos en profundidad, si bien sí es posible la existencia de bolsadas aisladas en la base de la formación.

### **Área III<sub>1</sub>**

Aquí, y al igual que se hizo en la Área II<sub>2</sub>, se efectuará el análisis de las características hidrológicas en función de los diferentes grupos litológicos que la integran.

#### ***Condiciones hidrológicas de las arenas y margas limosas – T<sub>3-105/4</sub>***

Estos materiales se consideran en general como semipermeables, con un drenaje, efectuado por escorrentía poco activa y percolación, aceptable.

La posible aparición de niveles acuíferos, definidos y continuos, en profundidad es nula.

#### ***Condiciones hidrológicas del resto de las litologías***

En general sus terrenos se consideran impermeables, con un drenaje efectuado por escorrentía poco activa aceptable. Al igual que en el apartado anterior la posible aparición de niveles acuíferos, definidos y continuos en profundidad, es nula.

### **Área III<sub>2</sub>**

Sus materiales se consideran, en pequeño, impermeables, admitiendo, en grande, una cierta permeabilidad ligada al mayor o menor grado de fisuración existente. El drenaje, efectuado por percolación por fisuras y escorrentía superficial, se da como favorable, evaluación que no debe generalizarse, pues existen una serie de zonas interiores en donde por acumularse sedimentos provenientes de alteración de las litologías existentes, y por suavizarse la morfología, el drenaje es desfavorable, apareciendo zonas con problemas en su saneamiento natural.

### **Área III<sub>3</sub>**

Los materiales que la integran se consideran impermeables, con unas condiciones de drenaje, efectuado por escorrentía poco activa, desfavorables.

A este aspecto, ciertamente negativo, se une el hecho de la existencia de niveles de yeso. Estos materiales, de fácil disolución por el agua, cargan a la misma de iones de sulfato, haciéndola altamente perjudicial frente a aglomerantes hidráulicos ordinarios. Por esta razón, en las obras que se realizan en esta Área deberá preverse este hecho, con el fin, bien de usar aglomerantes especiales que resistan la acción corrosiva de las aguas selenitas, bien de aislar los niveles de yeso para evitar su contacto con el agua.

La posible aparición de niveles acuíferos en profundidad es nula.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I <sub>1</sub> - I <sub>2</sub>	<p>Sus terrenos se consideran, en pequeño, impermeables, admitiendo, en grande, una cierta permeabilidad ligada a su tectonización y lajosidad.</p> <p>El drenaje, efectuado por escorrentía superficial activa, se considera favorable y la posible aparición de acuíferos en profundidad muy reducida, apareciendo aisladamente conectados a zonas de fracturas o relleno.</p>
	II <sub>1</sub>	<p>Sus terrenos se consideran en general semipermeables; sin embargo, esta denominación presenta grandes variaciones a lo largo de la subdivisión.</p> <p>El drenaje, se considera desfavorable a causa de la existencia de un nivel freático a cotas reducidas que dificulta la posterior eliminación de los aportes líquidos, que por percolación natural llegan a los niveles más bajos, creándose entonces, en superficie, amplias zonas encharcadas.</p>
II	II <sub>1</sub>	<p>Sus terrenos se consideran, en general, semipermeables, con unas condiciones de drenaje, por percolación natural, aceptables. Los problemas señalados en II<sub>1</sub> están aquí muy disminuidos, pues el nivel acuífero aparece a cotas más profundas, planteando menos problemas en su saneamiento natural.</p>
	II <sub>2</sub>	<p>Condiciones hidrológicas en margas arcillosas. Se consideran impermeables con un drenaje, por escorrentía superficial, desfavorable. No existen niveles acuíferos en profundidad.</p> <p>Condiciones hidrológicas en arenas arcillosas con niveles de areniscas. Se consideran semipermeables, con unas condiciones de drenaje, por escorrentía y percolación, aceptables.</p> <p>Condiciones hidrológicas en el resto de los terrenos. Se consideran impermeables, con unas condiciones de drenaje por escorrentía poco activa aceptables.</p>
	II <sub>3</sub>	<p>Sus terrenos se consideran semipermeables, con unas condiciones de drenaje, por escorrentía y percolación, aceptables.</p> <p>Es posible la aparición de bolsadas aisladas de agua en la base de la formación; sin embargo serán de reducida extensión y caudal.</p>
	III <sub>1</sub>	<p>Condiciones hidrológicas en arenas y margas limosas. Se consideran semipermeables, con un drenaje, por escorrentía y percolación, aceptable.</p> <p>Condiciones hidrológicas en el resto de los terrenos. Se consideran impermeables, con un drenaje, por escorrentía poco activa, aceptable. La posible existencia de agua en profundidad es nula.</p>
III	III <sub>2</sub>	<p>Sus terrenos se consideran, en pequeño, impermeables, admitiendo, en grande, una cierta permeabilidad ligada al grado de fisuración. El drenaje efectuado por percolación por fisuras se considera favorable, siendo muy escasa la posible aparición de agua en profundidad. Pueden presentarse zonas con drenaje deficiente.</p>
	III <sub>3</sub>	<p>Sus materiales se consideran impermeables, con unas condiciones de drenaje, por escorrentía poco activa, desfavorables.</p> <p>La existencia de niveles de yeso de fácil disolución por el agua, y el hecho de que cargue a esta de iones sulfato, haciéndola altamente corrosiva frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios, confiere a esta subdivisión unas desfavorables características hidrológicas.</p>



## MAPA GEOTECNICO GENERAL

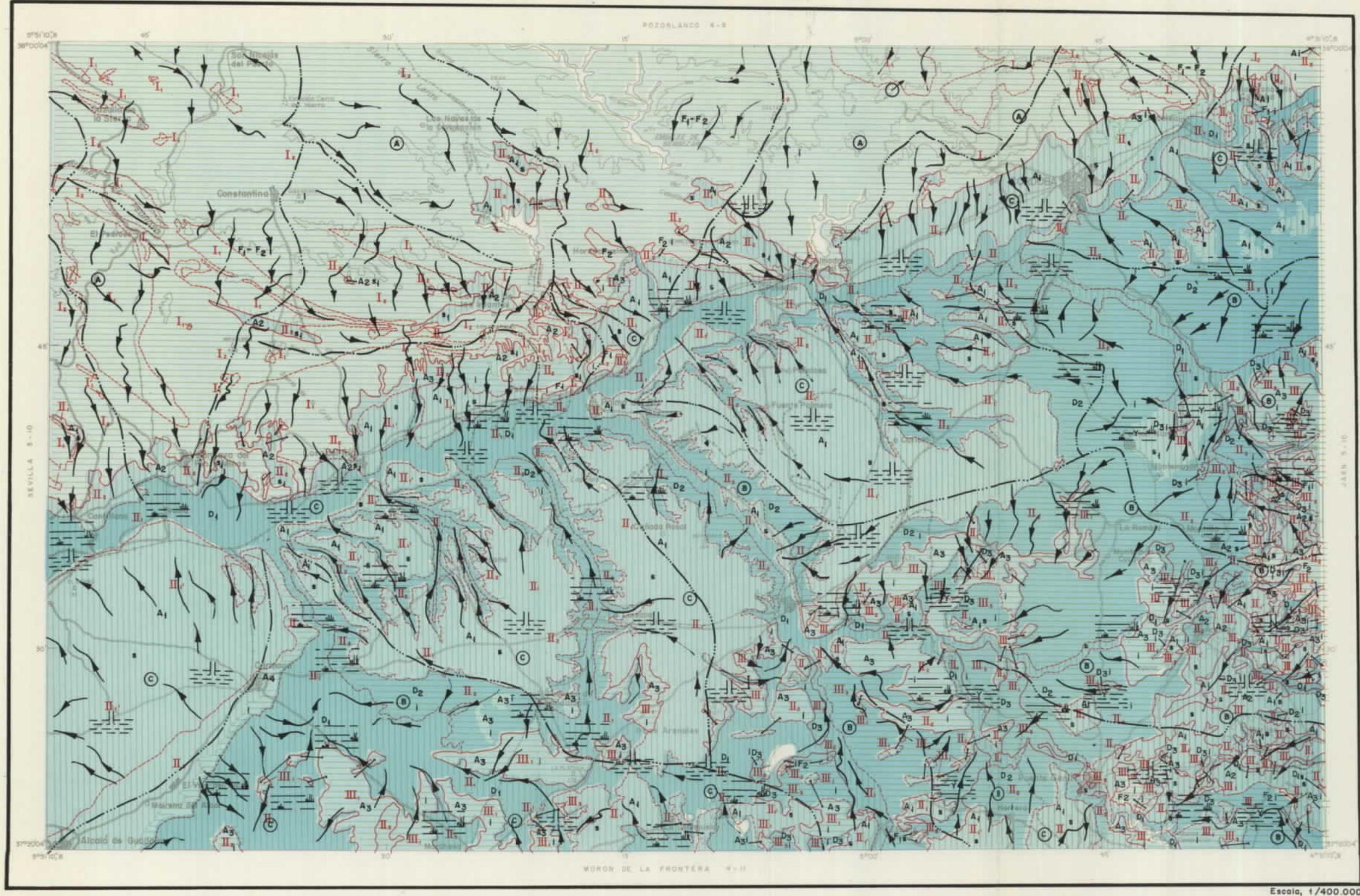
CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

CORDOBA

4-10

76

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



## CONDICIONES DE DRENAGE



Zonas con drenaje Nulo.



Zonas con drenaje Deficiente

D<sub>1</sub> Drenaje aceptable en superficie por percolación. Agua a poca profundidad.D<sub>2</sub> Drenaje deficiente. No hay agua en profundidadD<sub>3</sub> Drenaje deficiente por escorrentía poco activa

Zonas con drenaje Aceptable

A<sub>1</sub> Drenaje por percolación naturalA<sub>2</sub> Drenaje por percolación y escorrentíaA<sub>3</sub> Drenaje por escorrentía poco activaA<sub>4</sub> Drenaje por escorrentía activa.

Zonas con drenaje Favorable.

F<sub>1</sub> Drenaje por escorrentía muy activaF<sub>2</sub> Drenaje por percolación por fisuras.

Límite de separación de Zonas

## PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES



Materiales permeables



Materiales semipermeables

S<sub>1</sub> Mezcla de arcillas, arenas y gravas.S<sub>2</sub> Predominio de la fracción arcillosa.

Materiales impermeables

Límite de separación de los distintos materiales.

## HIDROLOGIA SUPERFICIAL

Límite de subcuenca hidrográfica

Red de drenaje

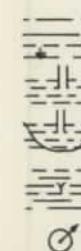
## HIDROLOGIA SUBTERRANEA

(A) Zonas con acuíferos aislados

(B) Zonas sin acuíferos

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

## FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS



Zonas propensas a encharcamientos

Agua a escasa profundidad

Vaguadas con recubrimientos impermeables y drenaje deficiente.

Existencia de aguas selenítosas

Fuente

## DIVISION ZONAL

Límite de separación de Regiones

Límite de separación de Areas

Designación de un Area

## 2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

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

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

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

### Area I<sub>1</sub>-I<sub>2</sub>

En general los terrenos que la integran admiten capacidad de carga alta, no produciéndose para las mismas asentamientos de ningún orden.

Los problemas mecánicos están relacionados, bien con el mayor o menor grado de lajosidad y tectonización existente, que puede crear una serie de zonas potencialmente inestables al ser sometidas a carga, bien con los depósitos de alteración que recubren casi todas las formaciones, y que, si normalmente no alcanzan potencias apreciables, en algunos puntos puede suponer su eliminación, y su irregular comportamiento un aspecto negativo de cierta importancia.

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

En general a los terrenos que la integran se les ha asignado una capacidad de carga baja, para la cual se producirán asentamientos de magnitud media. Sin embargo, estas características presentan un amplio campo de variación, pues no es extraño la aparición de niveles aislados de arcillas muy plásticas, o bien de arenas limpias, con una cierta tendencia a la fluidificación. Ambos hechos hacen que en algunas zonas las capacidades de carga sean muy bajas y los asentamientos elevados. Asimismo aparecen niveles de gravas cuyas características mecánicas son mucho más favorables.

Los problemas que pueden surgir estarán relacionados, bien con los anteriormente anunciados, bien con la gran variación litológica existente; pues al cargar dos niveles mecánicamente distintos, con cargas similares, su respuesta es irregular y repercute sobre la estructura de forma, a veces, muy perjudicial.

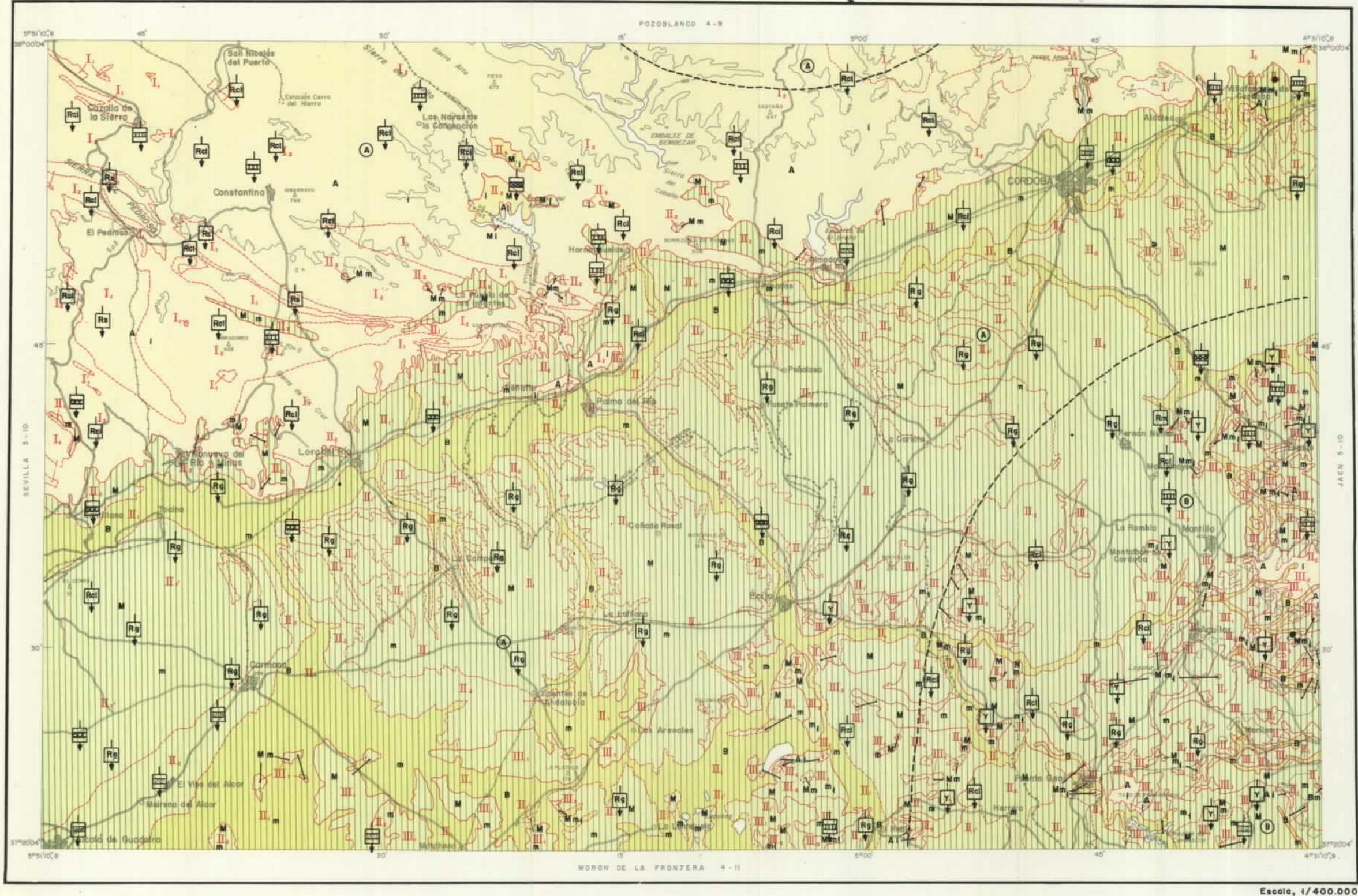
### Area II<sub>2</sub>

En general sus terrenos admiten capacidades de carga medias, produciéndose para las mismas asentamientos de la misma magnitud.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I <sub>1</sub> - I <sub>2</sub>	<p>Sus terrenos admiten capacidades de carga altas, no apareciendo para las mismas asentamiento de ningún orden.</p> <p>Los problemas mecánicos están relacionados con el mayor o menor grado de lajosidad y tectonización y con la potencia e inestabilidad de ciertos recubrimientos que tapizan grandes zonas de la Area I<sub>2</sub>.</p>
	II <sub>1</sub>	<p>Sus terrenos admiten capacidades de carga bajas, produciéndose para las mismas asentamientos de magnitud media, con amplia posibilidad de variación.</p> <p>Los problemas mecánicos que pueden surgir están relacionados, en principio, con la alternancia litológica, que pone en contacto niveles de muy diferentes características, y después con la existencia del nivel freático que mantiene en un estado de saturación todos los niveles existentes.</p>
II	II <sub>1</sub>	<p>Sus terrenos admiten capacidades de carga medias, produciéndose asentamientos de la misma magnitud.</p> <p>Los problemas mecánicos estarán relacionados siempre con el irregular comportamiento de los sucesivos horizontes litológicos que integran estos depósitos.</p>
II	II <sub>2</sub> -III <sub>1</sub>	<p>Sus terrenos admiten capacidades de carga medias y experimentarán ante ellas asentamientos de la misma magnitud.</p> <p>Los problemas mecánicos estarán relacionados con la gran inestabilidad geomorfológica, que se verá muy activada al someter las formaciones a cargas no naturales. Este aspecto deberá analizarse con cuidado con antelación a la realización de las obras.</p>
	II <sub>3</sub>	<p>Sus terrenos admiten capacidades de carga de magnitud media, que normalmente no producirán asentamientos o se darán en las primeras fases de carga.</p> <p>Los problemas mecánicos aparecerán, normalmente, en los bordes de la división y estarán relacionados con la falta de cementación de los materiales y su inestabilidad potencial.</p>
III	III <sub>2</sub>	<p>Sus terrenos admiten capacidades de carga de magnitud elevada, no produciéndose por lo general asentamientos.</p> <p>Los problemas mecánicos pueden surgir por la existencia de algunos niveles margosos, muy alterados y de bajas características portantes.</p>
III	III <sub>3</sub>	<p>Sus terrenos admiten capacidades de carga de magnitud media, produciéndose asentamientos del mismo orden.</p> <p>Sin embargo la existencia de yesos, de fácil disolución por el agua, y de aguas seleníticas, hacen que el comportamiento de la subdivisión sea muy irregular y problemático, pues el terreno puede perder, de golpe, sus características resistentes, razón por la cual se le han asignado unas condiciones mecánicas desfavorables.</p>



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA



## CAPACIDAD DE CARGA

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

### Límite de separación de Zonas.

## ASIENTOS PREVISIBLES

- I Zonas con inexistencia de asientos.

 Zonas con asientos de magnitud media.

$m$  : Asientos de magnitud media  
 $m_f$  : Asentamientos bruscos por disolución de yesos.

 Zonas con asientos de magnitud elevada.

----- Límite de separación de Zonas.

## **SIMBOLOGIA**

## GRADO DE SISMICIDAD

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

— Escala internacional macroseismica (MSK)

— Límite de separación de Zonas

## Epicentro instrumental

$h < 50$  ;  $m > 6,5$

**h:** Profundidad aproximada del foco en km.

m: Magnitud unificada

## FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- |                                                                                                  |                           |                                                                                                                    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  <b>Rcl</b> | Recubrimientos arcillosos |  Yesos masivos o diseminados  |
|  <b>Rs</b>  | Recubrimientos arenosos   |  Niveles calizos              |
|  <b>Rg</b>  | Recubrimientos de gravas  |  Niveles de gravas cementadas |
|  <b>Rm</b>  | Recubrimientos de limos   |  Niveles de areniscas         |

## DIVISION ZONAL

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

Normalmente las características mecánicas de esta subdivisión son bastante homogéneas, siempre que no se rebase el muro de la misma, debiendo por consiguiente mantener las cotas de cimentación a profundidades máximas de 10 m y mínimas de 2 a 1,5 m.

### **Área II<sub>2</sub> y III<sub>1</sub>**

Mecánicamente los terrenos que integran ambas subdivisiones presentan similares características; todos ellos admiten capacidades de carga medias y experimentan ante ellas asentamientos de la misma magnitud.

No obstante, es importante destacar los problemas que el grupo litológico T 105-5 presenta. Normalmente debido a la inestabilidad potencial que posee, es muy sensible a las acciones externas, deslizando a favor de los impulsos que sobre ella actúan. Por esta razón, comporta una serie de problemas que deben ser analizados con cuidado, bien para prevenirlos, bien para controlarlos caso de que no puedan evitarse.

En el resto de las litologías no se da este fenómeno con tanta intensidad por lo que su comportamiento, al verse solicitado por cargas, es aceptable.

### **Área II<sub>3</sub>**

En general sus terrenos admiten capacidades de carga de magnitud media, que normalmente no producirán asentamientos o se darán en las primeras fases de carga.

Los problemas mecánicos pueden aparecer en el borde de la subdivisión y estarán conectados con el bajo grado de cimentación, pudiéndose producir deslizamientos y pequeños hundimientos al verse sometidos a cargas externas.

### **Área III<sub>2</sub>**

En general sus terrenos admiten capacidades de carga de magnitud elevada, no produciéndose por lo general asentamientos.

Los problemas mecánicos están relacionados con la alternancia litológica, calizas-margas, en la que si bien las primeras sí presentan las anteriores características, las segundas no, pudiendo afectar en algún momento a las primeras. Por consiguiente debe analizarse con detalle la sucesión litológica, así como la potencia de cada nivel, a fin de conocer realmente si las cargas y sus efectos son absorbidos por las capas competentes o las rebasan, y adecuar en cada momento el tipo de cimentación más conveniente.

### **Área III<sub>3</sub>**

En general sus terrenos admiten capacidades de carga de magnitud media, produciéndose para las mismas asentamientos de igual orden.

Pese a lo dicho, esta subdivisión presenta, o puede presentar en muchos puntos, un anómalo comportamiento a causa de la existencia de yesos. Como ya se ha dicho, este material se disuelve fácilmente en agua, cargando a esta de iones sulfatos; por consiguiente, no es extraña la aparición de oquedades en profundidad, o la de niveles yesíferos desconectados en la actualidad de niveles acuíferos, pero que por un descenso de los mismos pueden verse invadidos por el agua; en ambos casos los efectos que puedan

sentirse en la superficie son muy peligrosos, pues al verse el terreno sometido a carga puede ceder, bien bruscamente, bien de forma lenta, pero alcanzando grandes desniveles; en ambos casos las estructuras sufrirán daños importantes, que en algunos casos pueden ser irreparables.

Por tanto debe en toda esta Área analizarse con cuidado la posible existencia de yesos, adecuando las soluciones más idóneas a fin de evitar o moderar su influencia.

### **SISMICIDAD**

Como epílogo de este punto, y tal como se indicó al principio, analizaremos someramente las características sismorresistentes de la Hoja.

De acuerdo con el "Mapa de zonas sísmicas generalizado de la Península Ibérica" se observan cuatro zonas distintas dentro de la Hoja. Una situada sobre el centro del borde N, con un grado de intensidad macrosísmica  $G < VI$  otra que ocupa el centro, borde O y ángulo NE, con un grado de intensidad  $G = VI$ , otra que aparece por el cuadrante SE y en la cual  $G = VII$ , y finalmente otra, sobre el ángulo SE, en la cual  $G = VIII$ .

En la primera no tienden a producirse por acciones sísmicas efectos dañosos a las construcciones.

En la segunda y tercera pueden producirse "en construcciones rurales" daños que oscilan desde moderados (grietas y derrumbamientos parciales) hasta la destrucción accentuada (desmoronamiento de paredes interiores, brechas en muros de carga, etc.); "en las construcciones ordinarias", daños moderados o graves (grietas en muros, caída de bloques, etc.), y las "construcciones reforzadas", daños ligeros o moderados.

La última se considera de sismicidad acusada, pudiéndose ocasionar daños graves en todos los tipos de construcciones. Es aconsejable en toda ella obtener una información sísmica complementaria, y en algún caso debe ser obligatorio, en función de la importancia de la obra, analizar con detalle este aspecto.

Por todo esto deberá, en todo el ángulo SE de la Hoja, preverse en las edificaciones y construcciones la posible aparición de fenómenos sísmicos, realizándose según las directrices marcadas por el Gobierno en su "Norma Sismorresistente P.G, S-1 (1968) Parte A".

### 3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS

La serie de características analizadas a lo largo de los apartados anteriores sirven de base para poder pasar a dar sus condiciones constructivas.

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

En síntesis, las condiciones constructivas de los terrenos existentes en la Hoja se han englobado dentro de las acepciones: Muy Desfavorables, Desfavorables, Aceptables y Favorables.

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

Se han incluido en este grupo aquellos terrenos en los cuales los problemas más relevantes en un grado de desfavorabilidad son de tipo litológico, hidrológico y geotécnico (p.d) propiamente dichos.

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

Se agrupan aquí parte de los terrenos en los que la fracción litológica predominante es la  $S_{105/5-14}$

En ellos, el carácter de muy desfavorables constructivamente viene dado, en primer lugar, por la alternancia litológica existente, en la que aparecen niveles de margas y arcillas interestratificadas con yesos cristalizados, y en segundo porque los niveles de yesos cargan

las aguas que discurren sobre ellos de iones sulfatos, con lo cual su poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios aumentan considerablemente.

Estos dos aspectos condicionan la aparición en el subsuelo de una serie de niveles (los yesíferos) poco homogéneos y con abundantes oquedades; niveles que al ser sometidos a carga pueden colapsar.

Por consiguiente, la planificación de obras en esta zona planteará una serie de problemas que deberán sopesarse con anterioridad a su realización a fin de preverlos y solventarlos; estos problemas estarán siempre relacionados con los niveles yesíferos, por lo que será preciso en principio detectarlos, en extensión y potencia, luego aislarlos del agua y finalmente controlar su comportamiento en el tiempo al verse sometidos a carga.

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

Se han incluido en este grupo aquellos terrenos en los cuales los problemas más relevantes son de tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d); de tipo hidrológico y geotécnico (p.d); de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d); y de tipo geomorfológico.

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

Se incluye aquí una serie de terrenos paleozoicos situados sobre el borde N de la Hoja, en los cuales el carácter de desfavorabilidad constructiva está condicionado principalmente por la gran variación litológica (pizarras, calizas, cuarcitas, esquistos, etc.), en las que predominan grupos lajosos muy tectonizados, y por la morfología acusada. Estos dos aspectos dan a ciertas zonas por lo general de favorables características mecánicas una engañosa apariencia, pues están soterradas bajo suelos o depósitos sueltos de cantos y bolos, de deficientes características geotécnicas y con una alta propensión al deslizamiento.

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

Los terrenos incluidos en este grupo pertenecen a la formación litológica descrita en el apartado 3.1.

La única variación con respecto a lo antes indicado radica en que en esta zona los yesos o no existen o aparecen recubiertos de materiales margosos y arcillosos. Este hecho condiciona que la serie de problemas antes enumerados estén bastante disminuidos, existiendo, no obstante, en potencia.

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

Se incluye en este punto a prácticamente todos los depósitos aluviales existentes en la zona, con la única excepción de los que bordean al Guadalquivir.

En ellos la existencia de un nivel freático a cotas muy reducidas favorece el que los terrenos estén en estado de saturación total o muy elevada. Teniendo en cuenta que en su composición litológica se alternan arcillas y arenas, con algunos niveles de gravas, pueden darse una serie de fenómenos (arenas fluidas, arcillas saturadas, etc.) que empeoran sus características mecánicas.

Estos aspectos han sido los condicionantes para asignar a los terrenos un carácter de favorabilidad constructiva.

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

Se han incluido en este punto todos los terrenos incluidos en la denominación T<sub>105/5</sub> del mapa de características litológicas.

La designación desfavorabilidad constructiva ha sido dada a causa de la inestabilidad que presentan al ser sometidos a cargas. En general el subsuelo, de naturaleza margosa, experimenta una serie de deslizamientos y hundimientos al ubicar sobre él cualquier tipo de estructura.

Por consiguiente debe preverse este fenómeno en la planificación de toda realización a fin de evitarlo al máximo y controlarlo en el tiempo.

#### *Problemas de tipo geomorfológico*

Unicamente una serie de zonas situadas al NO de Córdoba capital, en el límite de la Hoja, se ha incluido en este grupo. En ellas la desfavorabilidad constructiva ha sido dada por su acusada morfología pese a que el resto de las condiciones tanto litológicas como hidrológicas se consideran favorables.

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

Se han incluido en este grupo aquellos terrenos en los cuales los problemas más relevantes son: de tipo litológico, geomorfológico e hidrológico; de tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d); de tipo geomorfológico, hidrológico y geotécnico (p.d); de tipo hidrológico y geotécnico (p.d); de tipo litológico y geotécnico (p.d); de tipo litológico y geomorfológico; de tipo geotécnico (p.d) y de tipo geomorfológico.

#### *Problemas de tipo litológico, geomorfológico e hidrológico*

Dentro de la Hoja se han separado dos zonas, una al NE y N de Hornachuelos y otra (esta distribuida en forma de pequeños manchones) por todo el cuadrante SE (alrededor de Puente Genil, E de Montilla, etc.).

En la primera la aceptabilidad constructiva está dada a causa de los recubrimientos arcillo-arenosos, que tapizan prácticamente todo el sustrato calizo. Estos recubrimientos, a veces de potencia apreciable, presentan una cierta inestabilidad y poseen unas características mecánicas muy diferentes a las de la roca de base.

En la segunda la aceptabilidad está dada por la alternancia caliza-marga-margocaliza, tres litologías con diferentes resistencias a la erosión, aspecto que condiciona la aparición de recubrimientos irregulares de muy diferente comportamiento ante la aplicación de cargas externas de igual intensidad.

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

Se han incluido aquí la casi totalidad de los terrenos formados por rocas datadas como paleozoicas. Geográficamente esta división se extiende por todo el borde N de la Hoja

Su designación de aceptables constructivamente está condicionada de forma predominante, por la gran variación litológica existente (calizas, pizarras, grauwacas cuarcitas, etc.), por la lajosidad de algunos de estos grupos y por su elevada tectonización. Todo ello favorece la aparición de zonas alteradas en superficie, zonas colmatadas de rocas fracturadas o zonas con propensión a deslizarse a lo largo de sus planos de pizarrosidad, aspecto este que incide directamente sobre su capacidad de carga, que en ellos no puede, ni debe, aplicarse tal cual si se supusiese la roca sana.

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

Se han incluido en este punto una serie de zonas de naturaleza margosa, arcillosa y margocaliza, situadas sobre el borde S de la Hoja.

Normalmente la aceptabilidad constructiva viene condicionada, en parte, por la sucesivas alomaciones que se producen por el distinto comportamiento de los grupos litológicos ante la erosión, en parte, por la aparición de una serie de zonas (allí donde la morfología se suaviza) con acusados problemas en su saneamiento, y en parte por presentar unas características mecánicas de tipo medio, que pueden empeorar a las capas superficiales a causa de los recubrimientos arcillosos a veces de potencia acusada.

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

Se incluyen en este punto los depósitos que forman el aluvial del Guadalquivir y los que aparecen al S y SE de Carmona.

En ellos la existencia de un nivel freático a cotas relativamente bajas influye sobre los distintos grupos litológicos existentes (arcillas y arenas), afectando de manera negativa sus características mecánicas (problemas relacionados con: la saturación, las arenas fluidas, etc.).

Estos aspectos han condicionado la evaluación de los terrenos como aceptables constructivamente.

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

Se incluye en este grupo una serie de terrenos de naturaleza margosa situados al N de Alcolea.

En ellos la denominación de aceptabilidad constructiva ha sido dada a causa de los problemas de inestabilidad que aparecen al ser sometidos a cargas externas (deslizamientos, corrimientos, hundimientos). Estos problemas están, no obstante, disminuidos por presentar la zona una morfología sensiblemente llana y tener la formación una potencia reducida.

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

Se incluyen en este punto una amplia serie de terrenos situados sobre toda la Hoja (al N de la margen derecha del Guadalquivir desde el Pantano del Retortillo hasta el borde O y al SE, en los alrededores de Puente Genil y al E de Montilla).

En ellos la denominación de aceptabilidad constructiva ha sido dada a causa de los problemas que sobre su comportamiento mecánico plantea la gran variación litológica observada en profundidad.

La alternancia de arcillas, arenas, niveles de calizas, gravas, etc. de diferente comportamiento al verse sometidos a carga externa repercute sobre las posibles estructuras que puedan situarse sobre ellos, pudiendo en algunos casos afectarlos de manera peligrosa. Por esta razón deberá con anterioridad a la realización de obras analizarse la columna litológica en profundidad y ver el comportamiento bajo carga de cada horizonte.

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

Se incluyen en este punto una serie de zonas situadas en la parte N de la Hoja, y en las cuales las litologías dominantes son, bien de tipo detrítico grosero (gravas, conglomerados, etc.), bien formadas por materiales de alteración, lajosos y mostrando una gran heterometría.

En ellas la denominación de aceptabilidad constructiva ha sido dada por la potencial inestabilidad que este tipo de depósitos presenta, y por la irregular distribución y compactación de las granulometrías.

Este problema no debe en principio afectar la capacidad portante, a excepción de ciertos puntos situados en el contorno de las zonas y que están en mayor predisposición para ceder y alcanzar estados de estabilidad total.

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

Se han incluido en este punto parte de los depósitos cuaternarios del tipo de terraza fluvial antiguo.

En ellos la denominación de aceptabilidad constructiva ha sido dada a causa de la alternancia de fracciones litológicas de diferente comportamiento (arenas, arcillas y gravas, etc.).

En general estas fracciones, al verse sometidas en cargas externas, responden (tanto cuanto a su capacidad como a los posibles asentamientos) de forma sensiblemente distinta, pudiendo repercutir directamente sobre las estructuras técnicas ubicadas sobre ellas.

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

Prácticamente casi todos los terrenos incluidos en la subdivisión I<sub>1</sub> se han agrupado en este punto.

En ellos los recubrimientos arenosos o esquisotosos, de difícil eliminación y de muy inferiores características mecánicas, son los únicos factores que unidos a la desigual morfología afectan a sus condiciones constructivas, por lo demás favorables en cuanto a sus características hidrológicas y geotécnicas (estas últimas supuestas eliminada la capa de alteración superficial).

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

El resto de los terrenos aparecidos en la Hoja y no comentados anteriormente se consideran en su conjunto, como favorables desde el punto de vista constructivo; sin embargo, de forma puntual acentuada, o extendida moderada, pueden surgir problemas de tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d); de tipo litológico y geotécnico (p.d); de tipo litológico y geomorfológico y de tipo geotécnico (p.d).

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

Dentro de este punto se han incluido dos grandes zonas, una situada sobre el borde NE encima de Alcolea y Villafranca de Córdoba y otra situada en la parte S del borde E, zona de Aguilar y Moriles.

En la primera los problemas están relacionados con los recubrimientos arcillo-arenosos que tapizan el sustrato rocoso; puntualmente pueden producirse en ellos problemas de deslizamientos, escasa capacidad de carga, etc., que son los únicos que pueden afectar sus favorables condiciones constructivas.

En la segunda estas condiciones únicamente se ven afectadas por irregulares distribuciones en profundidad de algunos niveles arcillosos, de peores características que el resto de la formación.

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

Las zonas incluidas en este punto se sitúan sobre la margen derecha del Guadalquivir, desde Almodóvar del Río al límite E y otra, desde Alcolea del Río al borde O.

En ambas los únicos problemas surgirán por la alternancia litológica y su diferente comportamiento al verse sometidos a cargas de gran intensidad.

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

Las dos únicas zonas incluidas en este punto se sitúan, una al N de Lora del Río y otra al O de la línea Carmona-Alcalá de Guadaira.

En la primera son los recubrimientos arcillosos, a veces de gran potencia, los que pueden crear ciertos problemas geomorfológicos (deslizamientos, etc.) al efectuar obras sobre ellos; mientras que en la segunda es el distinto grado de cementación de los distintos niveles litológicos y su diferente comportamiento ante la erosión los factores que pueden dar origen a pequeños desmoronamientos y deslizamientos, siempre puntuales y de escasa importancia.

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

Se han incluido en este punto la casi totalidad de terrenos designados con la notación  $Q_t$  y  $Q_f$  dentro del Mapa de Formaciones Superficiales.

En ellos, tanto sus características geomorfológicas, como las hidrológicas (estas últimas dentro de unas cotas aproximadas de 10-15 m) se consideran favorables, y únicamente el irregular comportamiento de las fracciones arcillosas en relación con las arenas y gravas es el factor que puede afectar las características mecánicas de la zona.

Debido a la gran extensión territorial incluida en este punto es necesario analizar con detalle la sucesión litológica en profundidad a fin de aquilatar al máximo el comportamiento de las diferentes fracciones, su situación, su potencia y su ordenación.

## 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. **Estructura y perspectivas de desarrollo económico de la provincia de Córdoba.** (1970).
- 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 76 Córdoba.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 Hoja 77 Jaén.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 Hoja 69 Pozoblanco.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 Hoja 82 Morón de la Frontera.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 Hoja 75 Sevilla.**
- I.G.M.E. **Mapa de Síntesis de sistemas acuíferos de España Peninsular, Baleares y Canarias.**
- I.G.M.E. **Mapa de vulnerabilidad a la contaminación de los mantos acuíferos de la España Peninsular, Baleares y Canarias.**
- I.N.E. **Nomenclátor de la provincia de Córdoba.**
- I.N.E. **Nomenclátor de la provincia de Sevilla.**
- M.O.P. **Datos Climáticos para carreteras.**
- M.O.P. **Balance Hídrico.**
- M.O.P. **Estudios Previos de Terrenos.**
- Polo de Desarrollo de Córdoba. **Estudio de la selectividad industrial.** (1973).
- Presidencia del Gobierno. **Norma Sismorresistente P.G. S-1 (1968) Parte A.**
- Presidencia del Gobierno. **Selección de Cabeceras de Comarca y Núcleos de Expansión de las provincias españolas.** (1970).

- Presidencia del Gobierno. **Doce años de planes provinciales.** (1970).
- Servicio Cartográfico del Ejército. **Cartografía a E 1:200.000 Hoja 4-10.**