

00-298

**MAPA GEOTECNICO GENERAL**

**TOLEDO**



*CHONERZ*

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

**TOLEDO**

**HOJA 5-7/53**

**MADRID, DICIEMBRE 1.972**

El presente estudio ha sido realizado por Ibérica de Especialidades Geotécnicas (BERGESA) en régimen de contratación con el Instituto Geológico y Minero de España

**Depósito Legal: M. 10211 – 1973**

## INDICE

1.- INTRODUCCION .....	1
2.- DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA .....	3
2.1.- Características físico-geográficas .....	3
2.2.- Bosquejo geológico .....	5
2.3.- Criterios de división. Características generales de las Areas .....	7
2.4.- Formaciones superficiales y sustrato .....	13
2.5.- Características geomorfológicas .....	19
2.6.- Características hidrológicas .....	22
2.7.- Características geotécnicas .....	25
3.- INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS .....	29
3.1.- Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables .....	29
3.2.- Terrenos con condiciones constructivas desfavorables .....	30
3.3.- Terrenos con condiciones constructivas aceptables .....	31
3.4.- Terrenos con condiciones constructivas favorables .....	34
BIBLIOGRAFIA .....	35



## 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, en la que se han tenido presente los resultados de los análisis de dos estudios:

- 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 su 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 cambien 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.– DESCRIPCIÓN DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA.

### 2.1.– CARACTERÍSTICAS FÍSICO–GEOGRÁFICAS.

Situación geográfica, relieve y red fluvial.

La Hoja 5–7 se sitúa en la parte central de la Península Ibérica, estando limitada geográficamente por las coordenadas:

Longitud: 4° 31' 10" 7 – 3° 11' 10" 7

referidas al meridiano de Greenwich, Datum Europeo.

Latitud: 39° 20' 04" 8 – 40° 00' 04" 9

abarcando una extensión aproximada de 8.970 Km<sup>2</sup>.

Administrativamente comprende parte de las provincias de Madrid, Toledo y Ciudad Real. La primera aparece en forma de un pequeño retazo por el N.; la segunda, por todo el centro, y la última, por el borde Sur. A excepción de Toledo capital, máxima concentración urbana e industrial de la Hoja, situada al N., el resto de núcleos importantes: Ocaña, Villacañas, Consuegra, Madrideojos, Alcazar de San Juan, Mora, etc., aparecen por el borde E., estando el O. y SO. prácticamente despoblado.

Morfológicamente presenta dos partes totalmente distintas. Al N. y E. las formas de relieve son totalmente llanas, con pequeñas y aisladas elevaciones de rocas cuarcíticas y pizarreñas, y altitudes que oscilan entre los 550 mts. y los 800 mts. Por todo el ángulo SO. y con dirección NO.–SE. cruzan las estribaciones más orientales de los Montes de Toledo con altitudes de 1.500 mts., si bien la media se encuentra sobre los 1.200.

Su red fluvial presenta una clara divisoria de aguas. Todos sus aportes, a excepción de los de su borde S. y del ángulo SE., son tributarios del río Tajo, principal eje hidrográfico de la Hoja, con caudales que oscilan anualmente entre los 20 y los 40 m<sup>3</sup>/seg., y que cruzándola por el ángulo NE. tiene como afluentes más importantes el Guadarrama y el Algodor así como una serie de arroyos de menor importancia y de cauce intermitente. Entre los del S. de la misma, tributarios de la cuenca del Guadiana, cabe destacar los ríos del Milagro y Amarguillo, de poca importancia debido a su escaso recorrido dentro de la zona estudiada, si bien recogen todos los aportes de la vertiente S. de los Montes de Toledo.



## CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA.

Para el estudio de las condiciones climáticas de la Hoja, se han consultado, aparte de los datos generales del Servicio Meteorológico Nacional y del Ministerio de Obras Públicas, los puntuales del observatorio pluviotérmico de Toledo, por ser el único que posee series completas, a partir de las cuales es posible evaluar las condiciones ambientales, y ver cómo pueden afectar tanto a la configuración morfológica como a la realización de obras dentro de esta zona.

Referencia de Temperaturas, Precipitaciones e Índices Climáticos.

### *Temperaturas.*

Las temperaturas medias anuales oscilaron, en el período 1.931–60 desde 13°C en el ángulo SE. hasta 15°C en el borde N. y O. En este mismo período las máximas absolutas aumentaron progresivamente desde 41°C en el ángulo NO. hasta 45 en el SO., mientras que las mínimas absolutas descendieron de 10°C bajo cero en el borde O. a 15°C bajo cero en el E.

Las variaciones climáticas mensuales fueron moderadas, variando ligeramente con la situación, pero manteniéndose siempre en valores de 10 a 15°C, dándose estos últimos en los meses centrales del estío.

El período de heladas se extendió por la zona N. de Noviembre a Marzo, mientras que por el S. y SE. el intervalo se amplió ligeramente.

Por último, el número medio anual de horas de sol ascendió de 2.800 en el extremo NE a 3.000 en el SO. según la diagonal NE.—SO.

### *Precipitaciones.*

El volumen de precipitaciones dentro de la Hoja fué muy pequeño. En el NO. se alcanzaron valores de 400 mm., mientras que en el resto fueron inferiores a dicha cifra. Su repartición en el tiempo siguió una dirección SE.—NO., dándose en el primer punto del orden de 50 a 60 días de lluvia, y en el segundo, de 90 a 100.

Las máximas mensuales no sobrepasaron nunca los 170 mm., alcanzando valores de 80 a 160 mm. en los meses invernales, y de 40 a 80, en los del estío. Las máximas, en 24 horas, fueron muy homogéneas, con medias de 25 a 40 mm. y extremas inferiores a los 50 mm.

La humedad relativa media creció de N. a S. con valores del orden de 60–80 por ciento en los meses fríos, y del 40 al 50 en los cálidos.

### *Índices climáticos.*

Dado el interés que puede tener el conocimiento de los coeficientes de reducción laboral achacables a causas climáticas, se incluirán a continuación algunos de ellos en función de los distintos tipos de obras.

Para ello se ha supuesto cada obra repartida uniformemente a lo largo de los 365 días del año, y éstos, a su vez, en los 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
TOLEDO	0,892	0,832	0,959	0,508	0,694
MADRID	0,983	0,830	0,950	0,466	0,662
CIUDAD REAL	0,860	0,805	0,954	0,574	0,704

## 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. Antes de analizar otros puntos más concisos y prácticos, conviene 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 aflorantes en la Hoja son esencialmente paleozoicos y terciarios, con una serie de manchones secundarios y cuaternarios y una serie de rocas ígneas y metamórficas.

#### A.— Rocas Igneas y Metamórficas.

Dentro de ellas pueden distinguirse una gran masa de granitos muy homogéneos, rodeados de una banda de metamorfismo de contacto y bastante heterogéneos en cuanto al tamaño de grano, que se extiende por el centro oeste de la Hoja. Más al N. de ésta, un gran núcleo de rocas gneisíticas entre las que se incluyen retazos aislados de anfibólitas y mármoles.

## **B.— Paleozoico.**

Sus formaciones abarcan desde el Infracámbrico hasta el Silúrico, pasando por el Cámbrico y Ordovícico.

**b<sub>1</sub>**).— **Infracámbrico.**— Se presenta al SO. con una litología de pizarras, micrograuwacas y bancos de conglomerados de espesor muy variable.

**b<sub>2</sub>**).— **Cámbrico.**— Se sitúa preferentemente al S. de la Hoja y en el centro del núcleo de rocas ígneas, y si bien sus características faciales y litológicas varían mucho de unas zonas a otras, en esencia está formado por calizas y calcoesquistos de color verdoso con pequeñas intercalaciones de calizas marmóreas, margas, pizarras, cuarcitas y areniscas.

**b<sub>3</sub>**).— **Ordovícico.**— En rasgos generales está formado por:

— Una serie de cuarcitas armoricanas que se componen de una alternancia de cuarcitas y areniscas, cuarcitas blancas masivas, otra alternancia de cuarcitas pardas y areniscas gris—pardas, y por último, una serie de paquetes pizarreños pardos, en la base, y negros en el techo.

— Una serie de pizarras, de unos 600 mts. de potencia, con coloración negra o violácea.

— Una alternancia de areniscas grises, cuarcitas pardas y pizarras negras o grisáceas.

**b<sub>4</sub>**).— **Silúrico.**— Constituido por cuarcitas en gruesos bancos entre los que se encuentran intercalaciones de pizarras.

## **C.— Secundario.**

**c<sub>1</sub>**).— **Triásico.**— Está formado por margas abigarradas, que alternan con hiladas de sales, principalmente yeso, bien estratificadas, bien intercaladas con las margas. Se presenta por el ángulo SE. de la Hoja.

**c<sub>2</sub>**).— **Jurásico.**— Aparece de forma muy reducida sobre la formación anterior y está formado por calizas dolomíticas brechoides que progresivamente van pasando a calizas.

**c<sub>3</sub>**).— **Cretácico.**— Los únicos afloramientos, situados al N. del núcleo de rocas gneisíticas, están formados por terrenos detríticos del tipo de conglomerados y arenas, con pequeños niveles calcáreos.

## **D.— Terciario.**

**d<sub>1</sub>**).— **Mioceno.**— Se distinguen dos conjuntos, uno inferior de edad Burdigaliense—Vindoboniense, y otro superior Pontiense.

— Burdigaliense—Vindoboniense.— En todo el borde N., al O. de Ocaña, dominan las facies de evaporitas en las que se distinguen dos tramos: uno inferior, formado por margas yesíferas grises y yesos grises blanquecinos, y otro superior, formado por margas arcillosas grises con yesos sacaroides blancos y delgadas intercalaciones grises compactas.

Al O., y siguiendo el valle del Tajo, aparece la "Facies de Toledo" formada por una sucesión de margas rojizas y arenas arcósicas entre las que se intercalan niveles de gravas y cantos de cuarcitas.

— Pontiense.— Se presenta constituido por las calizas de los Páramos, en la base de las cuales, localmente y de una manera discontinua, se encuentran niveles detríticos, que se extienden por todo el E. de la Hoja.

d<sub>2</sub>).— **Plioceno.**— Está formado por depósitos detríticos constituídos fundamentalmente por cantos rodados de cuarcitas. Aisladamente se observan depósitos de granulometría más fina —arenas y arcillas— sueltos y sin estratificación aparente. Su distribución dentro de la Hoja lo sitúa por todo el ángulo NE. y centro de la misma.

d<sub>3</sub>).— **Pliocuaternario.**— Litológicamente consta de gravillas y cantos poco rodados de dolomías, calizas, pizarras y cuarcitas, cementados parcialmente por una matriz arcillosa.

En principio no se observa ninguna selección de materiales. Zonalmente existen recubrimientos de costras blancas de caliche, arcillas rojizas e incluso yesos secundarios de neoformación.

### ***E) Cuaternario.***

Su composición es muy variada pudiendo diferenciarse, por su origen: derrubios de ladera, conos de deyección, depósitos aluviales arenosos, depósitos coluviales, depósitos de terraza, y depósitos fluviales desconectados de los cauces actuales de los ríos, en los cuales la litología está en función directa de las formaciones de las que provienen.

## **TECTONICA**

Los materiales paleozoicos y prepaleozoicos han sufrido un plegamiento de estilo jurásico suave, sin grandes complicaciones, con una dirección predominante N. 140, si bien hacia el E. los pliegues tienden a orientarse E.—O. La edad del plegamiento principal es sin duda herciniana, manifestándose la influencia de los movimientos caledónicos en una serie de impulsos regresivos y transgresivos, así como en una serie de discordancias cartográficas.

El Secundario presenta únicamente pliegues de tipo monoclinal, producidos por fractura, mientras que el Terciario, con su sedimentación realizada tras la fase orogénica póstuma, y apoyado discordantemente sobre los materiales anteriores, no está afectado por ésta, manteniéndose su disposición tabular o subhorizontal, sólo ciertas fracturas aparecidas durante su transcurso se debieron a desequilibrios de bloques profundos que indirectamente repercutieron sobre él.

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

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

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

## CRITERIOS DE DIVISION GEOTECNICA

Siguiendo los criterios prescritos para realizar las divisiones zonales dentro de esta escala, así como los de sus posibles subdivisiones, hemos delimitado dos Regiones y diez Areas; dos dentro de la primera Región y ocho dentro de la segunda.

En la Región I se incluyen todos aquellos terrenos considerados como emergidos, correspondientes a los relieves que forman la unidad Manchego—Toledana, y situados sobre la mitad SO. de la Hoja. La Región II engloba todos aquellos terrenos considerados como hundidos, correspondientes a los relieves que forman la submeseta Sur, y que ocupan el resto de la zona estudiada.

Para la delimitación de las unidades de segundo orden (Areas), dentro de las regiones anteriormente señaladas, nos apoyaremos en las diferentes homogeneidades macrogeomorfológicas de sus terrenos, y en algunos casos, matizaremos, dentro de cada una de ellas, de acuerdo a la litología.

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

De esta forma se han individualizado, dentro de la Región I, las Areas I<sub>1</sub> e I<sub>2</sub> y dentro de la Región II, las II<sub>1</sub>, II<sub>2</sub>, II<sub>3</sub>, II<sub>4</sub> y II<sub>5</sub> si bien las II<sub>1</sub>, II<sub>2</sub> y II<sub>3</sub> se han vuelto a subdividir en las II<sub>1'</sub>, II<sub>2'</sub> y II<sub>3'</sub>.

El Area I incluye el conjunto de rocas ígneas y metamórficas situadas sobre el centro oeste de la Hoja, por lo general con formas moderadas, alta resistencia a la erosión y soterradas, zonalmente, bajo depósitos eluviales procedentes de su alteración. La I<sub>2</sub> agrupa el conjunto de rocas paleozoicas, normalmente con una morfología acusada, gran resistencia a la erosión y cierta tendencia a la fracturación a lo largo de sus planos de tectonización, que se extienden masivamente por todo el S. de la Hoja, si bien aisladamente aparece por casi toda su mitad inferior.

Dentro de II<sub>1</sub> se agrupa el conjunto de depósitos conectados con la red fluvial, normalmente de granulometría fina y morfología llana; mientras que II<sub>1'</sub> agrupa todos aquellos de origen coluvial o eluvial formados por granulometrías gruesas, con ligera o nula cementación y morfología similar a la anterior.

Las Areas II<sub>2</sub> y II<sub>2'</sub> incluyen las series arenosas y arcillosas de la facies detrítica de Toledo, por lo general poco cementadas en superficie, fácilmente erosionables y con formas de relieve sensiblemente llanas. La separación en II<sub>2</sub> y II<sub>2'</sub> ha sido marcada principalmente en función de las fracciones litológicas predominantes; arenosas en II<sub>2</sub> y arcillosas en II<sub>2'</sub>.

Dentro de las Areas II<sub>3</sub> y II<sub>3'</sub> se incluyen el conjunto de terrenos en los cuales el grupo litológico dominante es el de los materiales calcáreos. Se sitúan principalmente al E. de la Hoja y muestran formas de relieve sensiblemente horizontales. Al igual que en la división anterior, la subdivisión en II<sub>3</sub> y II<sub>3'</sub> está marcada por el carácter dominante —arenoso o margoso— de las mismas.

El Area II<sub>4</sub> engloba el conjunto de terrenos en los cuales aparece el yeso como elemento integrante de los mismos. Normalmente muestran formas de relieve en pendiente y son muy sensibles a la acción erosiva de los agentes externos.

Por último, dentro del Area II<sub>5</sub>, se incluyen los depósitos que coronan, en el ángulo NE. de la Hoja, el Area II<sub>3</sub>. Son, como ella, totalmente llanos y están formados por una mezcla heterométrica de arcillas, arenas y conglomerados finos cubiertos aisladamente por cantos calizos blanquecinos.

## CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

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

Dentro de la Región I la división en Areas, se ha efectuado siguiendo un criterio eminentemente morfológico, aunque han influido también una serie de características litológicas.

Dentro de I<sub>1</sub> se incluyen el conjunto de rocas ígneas y metamórficas —granitos y gneises— que se distribuyen al S. de Toledo y al E. de Madrideojos.

Por lo general, presenta una morfología con relieves sensiblemente llanos, si bien, aisladamente, aparecen enclaves algo más acusados. En estos puntos se aprecian mejor las típicas formas redondeadas, con abundantes bolos, por lo general de gran tamaño, y sin apenas recubrimiento. Sin embargo, este aspecto característico se ve normalmente difuminado por una serie de capas de alteración areno—arcillosa que soterran y enmascaran casi todos los afloramientos.

Hidrológicamente presentan aspectos muy interesantes, pues si bien los materiales que la forman se consideran impermeables, por su recubrimiento y su amplia fracturación pueden considerarse, al menos en sus capas más superficiales, como semipermeables. Esto, unido a su morfología y a la fácil erosionabilidad en unos casos, y a la escorrentía superficial en otros, favorece la creación de una amplia red de drenaje que evita la aparición de extensas zonas de encharcamientos. Cabe reseñar que este fenómeno podrá darse en ciertos valles interiores, pues las cubetas de materiales sueltos tienden a colmatar-se de aportes hídricos, que si no tienen un saneamiento natural próximo, pueden producir, puntualmente y en épocas lluviosas, zonas inundadas y con problemas de drenaje.

No aparecen niveles acuíferos propiamente dichos; sí, en cambio, surgencias aisladas conectadas con zonas de fractura o falla.

Sus características mecánicas son muy variables. A excepción de la capa de alteración superficial, de escasa potencia y resistencia, el resto, admitirá cargas altas, no siendo normal la aparición de fenómenos de asentamiento. Este concepto se refiere a la roca sana, o alterada, pero no removida, pues en este caso las características mecánicas variarían sensiblemente en sentido negativo.

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

Se extiende por la mitad S. de la Hoja, masivamente por el O., y esporádicamente por el E., incluyendo las Sierras de Nambroca, del Castañar, de los Torneros, del Chorito, de la Higuera, del Pocito, de la Dehesa, de los Yébenes, etc.

Su morfología presenta, por lo general, formas de abruptas a montañosas con pendientes que en numerosos puntos rebasan el 30 por ciento, y altitudes que van desde los 900 mts. hasta los 1.500. Esto, unido a la litología en la que predominan los materiales del tipo de pizarras, cuarcitas, calizas, etc., normalmente lajosos y con fácil ruptura en bloques tabulares de pequeño tamaño, y a la fuerte tectónica sufrida, predispone la aparición de laderas tapizadas por derrubios sueltos y con tendencia a deslizar, así como abundantes zonas colmatadas por elementos triturados y de escasa competencia mecánica. Aspecto que le confiere, desde el punto de vista geomorfológico, unas características poco favorables.

El carácter impermeable de sus materiales, unido a la alternancia litológica y a su lajosidad, favorece la aparición de una marcada red de escorrentía que trae como conse-

cuencia unas condiciones de drenaje favorables, a la vez que dificultan la aparición de problemas hidrológicos directos, pues indirectamente la acción prolongada del agua infiltrada en las rocas a través de sus planos de tectonización, unida a las variaciones climáticas, puede acelerar la aparición de fenómenos geológicos exógenos (acumulación de derrubios, laderas inestables, deslizamientos, etc.).

Mecánicamente, sus características son favorables. Siempre que no se llegue a casos extremos (cargas excesivas a favor de la esquistosidad y de las pendientes topográficas, o sobre depósitos sueltos de neoformación), las cargas admisibles aconsejadas pueden ser altas sin que produzcan fenómenos de asentamientos.

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

Se distribuye irregularmente por la Hoja, estando conectada directamente con la red fluvial actual.

Su morfología es totalmente llana. Aparecen ligeros escalonamientos que en ningún caso alteran este tipo de formas de relieve.

Su litología varía desde arcillas limosas, prácticamente sin elementos granulares, hasta gravas gruesas con arenas, estando en función directa con los terrenos sobre los que se talla la red. En el N., los depósitos serán areno-arcillosos con pocos elementos gruesos. En la mitad E. predominan los arcillosos, en los cuales las fracciones granulares irán aumentando cuanto más al S. nos encontremos. En el ángulo SO. serán las gravas, con más o menos proporción de arena, las que aparezcan con más abundancia.

Por lo general, y dados los escasos resaltes existentes, los fenómenos exógenos tendrán escasa vigencia, apareciendo, bien en el contacto con las Areas circundantes, bien relacionados con la red fluvial.

Sus características hidrológicas varían mucho de unas zonas a otras. Si de forma global se han definido sus depósitos como semipermeables, este apelativo puede, y de hecho así sucede, pasar a permeable o impermeable, no ya en distintas zonas, sino en proporciones aisladas dentro de una misma. A este hecho se le unen unas condiciones de drenaje por percolación natural, aceptables, aunque disminuídas por el hecho de descansar sobre lechos impermeables que impiden su saneamiento natural, y el tener un nivel acuífero alto, aunque de escaso caudal.

Mecánicamente, presenta, como es lógico suponer, una serie de problemas relacionados con la litología dominante, y que si de forma general se han resuelto para grandes zonas, individualmente deben ser analizadas en cada realización de obra.

En los depósitos del SO., así como en los que forman lo que más adelante se definirá como de "terrazas", las capacidades de carga, al igual que la magnitud de los posibles asentamientos, se consideran como de tipo medio, mientras que en el resto serán bajas las capacidades de carga, y medios los posibles asentamientos.

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

Se incluyen aquí un conjunto de depósitos granulares, formados por cantos cuarcíticos y cuarzosos, con niveles de arenas y matriz arcillosa rojiza, situados, por lo general, circundando total o parcialmente a las anteriores, o bien colmatando los valles interiores de las Areas I<sub>1</sub> e I<sub>2</sub>.

Muestra una morfología llana con ligeras pendientes en los bordes; hecho este que, unido a su escasa cementación, favorece tanto los desmoronamientos y deslizamientos parciales, como la aparición de fenómenos de erosión lineal.

Por lo general, dichos depósitos se consideran permeables, si bien, y debido a su escasa potencia, las aguas quedan retenidas a poca profundidad; y por tanto, su drenaje favorable en superficie, se vuelve desfavorable en profundidad en zonas cóncavas, discutiendo el agua, cuando la disposición es en pendiente, a favor de ésta, predisponiendo a la aparición de pequeños deslizamientos.

Sus características mecánicas son favorables, pues admiten capacidades de carga de tipo medio, o elevado en ciertos casos; siendo baja la magnitud de los asentamientos que puedan aparecer, y desapareciendo una vez conseguido el reagrupamiento total de la fracción granular predominante.

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

Se incluyen en ellas el conjunto de depósitos granulares situados en la parte N. y centro E. de la Hoja. La única diferencia sensible entre ambas radica en el mayor contenido de fracción arcillosa en II<sub>2</sub>', lo cual le confiere unas características litológicas y geotécnicas ligeramente distintas.

Litológicamente ambas están formadas por arenas, arcillas y limos, con intercalaciones de niveles de gravas, conglomerados y calizas, si bien en los depósitos situados al N. de Toledo, aumenta la proporción de arenas y, a medida que nos desplazamos al E. y al S., van apareciendo más cantidad de limos y arcillas, para llegar, al NO. de Consuegra, a ser el elemento mayoritario.

En su morfología, eminentemente llana y sin grandes resaltes sobre el terreno, apenas si se observan fenómenos geológicos exógenos. Únicamente en el contacto con las Areas que la rodean pueden surgir deslizamientos, así como apreciarse acusados signos de erosión lineal (abarrancamientos, entalladuras, etc.).

En conjunto, se la ha considerado como semipermeable. Este carácter variará de forma radical, pasando en zonas eminentemente arcillosas a ser impermeable, y apareciendo entonces extensas zonas de inundación. Esto, unido a su gran horizontalidad, le confiere unas condiciones de drenaje que oscilan entre aceptables y desfavorables, así como la posible aparición, en su masa, de niveles acuíferos continuos o aislados, perfectamente definidos y aprovechables.

Sus características mecánicas se consideran, en general, como de tipo medio, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como en el de magnitud de posibles asentamientos, aunque pueden empeorar puntualmente en ciertas zonas del Area II<sub>2</sub>', a causa de la existencia de los niveles de arcillas —ocasionalmente saturadas y plásticas— que pueden, al ser cargadas, tener grandes asentamientos.

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

Comprende casi la totalidad de terrenos que afloran en el borde E. de la Hoja, así como en puntos aislados del NO. y SE.

Dada su morfología llana, similar al resto de las Areas hasta ahora analizadas, el factor divisional ha venido condicionado con la existencia de la litología caliza, bien en horizontes potentes, en nivelillos aislados o en recubrimientos tabulares discontinuos.

Al NE. —alrededores de Ocaña—, se presenta en forma de una capa sensiblemente horizontal y recubierta por los depósitos de II<sub>5</sub>. A medida que descendemos hacia el S. van apareciendo, sin recubrimiento o soterradas bajo productos de su propia alteración, lajas calizas, arcillas rojizas, margocalizas grises blancuzcas, etc.



Sus materiales se consideran, en pequeño, impermeables, aunque con una cierta permeabilidad ligada a los depósitos que la recubren —suelos y bastante permeables—, así como a su alto grado de fisuración. Este hecho condiciona su drenaje, que oscila entre aceptable y deficiente, pues si en los bordes de la misma la activa escorrentía superficial lo favorece, en su centro, al estar muy disminuida, se crean zonas con problemas de saneamiento.

Mecánicamente, y siempre que se esté sobre la roca sana, admitirá cargas altas sin que se esperen asentamientos superiores a 2,5 cm. Hay que advertir que este hecho se dará pocas veces, pues si bien en las zonas situadas al N. es fácil eliminar —por su reducida potencia— el recubrimiento y cimentar sobre la capa caliza, en las del S. lo normal no será esto, pasando entonces sus características geotécnicas a ser de tipo medio. Otro aspecto a investigar y tener en cuenta, ahora en los horizontes calizos del N. de la Hoja, es su potencia. Al descansar sobre capas margo arcillosas y margo yesíferas, si ésta es reducida, puede transmitir la carga a las capas inferiores, o puede la cimentación rebasarla y apoyarse en aquellas de características diferentes.

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

Sus terrenos se sitúan estratigráficamente entre los de II<sub>2</sub> y II<sub>3</sub>, y geográficamente al O. y SO. de Ocaña, presentando una litología en la que se alternan horizontes de margas yesíferas y arcillosas con niveles de yesos cristalizados o en disolución.

Su morfología muestra típicas formas en "pendiente", y debido a la fácil erosionabilidad de sus materiales, aparece con abundantes huellas de erosión lineal, así como con signos de deslizamientos, abarrancamientos, pequeños hundimientos, etc. Estos fenómenos están condicionados, tanto por su morfología como por sus características hidrológicas, al ser totalmente impermeables. Favorecen de este modo una escorrentía superficial activa, la cual a la vez que talla una red natural amplia y parcialmente inestable, proporciona un drenaje favorable y evita, en general, la aparición de zonas con problemas de encharcamientos.

Sus características mecánicas son bastante engañosas. Aunque admiten, en estado seco y sobre la roca sana, capacidades de carga medias y asientos de magnitud no elevada, la existencia de yesos de fácil disolución por el agua puede ocasionar puntualmente la aparición de hundimientos bruscos. Debemos tener en cuenta el hecho de que las aguas de ellos provinientes, son altamente selenitosas y muy peligrosas frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios, así como la existencia de amplias zonas de alteración arcillosas y con yeso en disolución, cuyas características mecánicas son muy inferiores a las del resto.

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

Se sitúa sobre el ángulo NE. de la Hoja ocupando toda la planicie conocida como "Mesa de Ocaña".

Su litología es muy variada. Aunque predominan las formaciones areno—arcillosas, incluye, a la vez, niveles de gravas, recubrimientos de cantos y costras de caliche. Estos materiales dispuestos subhorizontalmente, semipermeables y con la red de escorrentía poco marcada, presentan unas condiciones de drenaje deficientes globalmente, aunque en los bordes de la misma se mejoran bastante. Existe la posibilidad de aparición de agua a distintas profundidades —eventualmente a nivel de cimentación—.

A excepción de los problemas de saneamiento antes indicados, así como los posibles deslizamientos en los contactos con las áreas circundantes, no se presentan en ellas otros dignos de interés. Sus características mecánicas —capacidades de carga y magnitud de posibles asentamientos—, son de tipo medio, y oscilan sus características constructivas de aceptables a favorables.

#### **2.4.— FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO.**

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

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

En el mapa adjunto se encuadran todos los tipos aparecidos en dos grandes unidades de clasificación: las Formaciones Superficiales y el Sustrato. En la primera se incluyen aquellos depósitos, poco o nada coherentes, de extensión y espesor variables, depositados desde el Villafranquiense hasta la actualidad; y en la segunda, el conjunto de rocas, más o menos consolidadas, depositadas en el resto de la historia geológica. Dicho mapa se acompaña de una ficha resumen en la que se exponen las características litológicas de cada unidad de clasificación de segundo orden (Áreas).

#### **FORMACIONES SUPERFICIALES**

***Arenas, gravas y bolos, en general limpios, con pequeñas intercalaciones o recubrimientos de arcillas y limos (depósitos ligados a cursos de agua actuales).— Qa.***

Estos depósitos, de materiales sueltos, se distribuyen sobre el cauce y márgenes de los ríos actuales (Tajo, Melgar, Algodor, Riansares, Cigüela, Amarguillo, Navas, Milagro y Bullaque).

Su composición viene siempre condicionada por los distintos terrenos sobre los que actúa la acción erosiva de la red fluvial, existiendo por consiguiente una gran diferencia, tanto litológica como geotécnica, entre unos y otros. Siguiendo el orden antes establecido, se observa en el primero que los depósitos son eminentemente arenosos con recubrimientos parciales de bolos y cantos, por lo general cuarcíticos, graníticos o gneisíticos; en los cuatro siguientes, la fracción predominante pasa a ser la arcillosa, entremezclada con arenas y cantos calizos, cuarcíticos o pizarreños; mientras que en los últimos, y en el cauce alto del Melgar, la fracción predominante son las gravas, de tonalidades rojizas, y cementadas parcialmente con materia arcillosa.

En general, su resistencia a la erosión es muy desigual. Mínima, en los de litología arcillosa, y máxima en los de gravas. Su aprovechamiento como roca industrial está muy extendido.

***Arenas y gravas, ligeramente cementadas, a menudo entremezcladas y recubiertas por arcillas y limos (depósitos de terraza).— Qt***

Estas formaciones se sitúan preferentemente por la parte N. de la Hoja, rebordeando al Tajo.

Si bien se han diferenciado de sus depósitos aluviales, tal separación es casi exclusivamente situacional, pues litológicamente son muy similares.

Masivamente están formadas por arenas, con inclusiones de gravas y lentejones arcillosos, por lo general bastante cementadas, de colores oscuros, recubiertas por una capa vegetal potente, con un tanto por ciento de materia orgánica elevado y con un aprovechamiento más amplio como suelo agropecuario que como suelo industrial, si bien este aspecto se halla igualmente muy extendido, utilizándose todas sus litologías —arenas, arcillas y gravas— en las industrias de la construcción, cerámica y obras públicas.

***Arcillas, limos y arenas, normalmente cementadas, y con lentejones de gravas (depósitos fluviales desconectados de la red fluvial actual).— Qf***

Se incluyen aquí un conjunto de depósitos, eminentemente arcillosos, situados sobre el SE. de la Hoja.

En ellos predomina la fracción arcillosa, que sirve, normalmente, de cemento de unión, aunque, superficialmente abundan niveles de arenas y recubrimientos de cantos planos, normalmente de naturaleza calcárea. Sobre el terreno presentan tonalidades que oscilan de gris—blanquecinas a negruzcas, mostrando numerosos signos de erosión lineal, así como, puntualmente, ciertas inclusiones de yesos diseminados, aspecto éste que puede darse asimismo en los depósitos aluviales de los ríos Melgar y Riansares.

Su aprovechamiento como material en la industria de cerámica y construcción está bastante extendido.

***Gravas y cantos redondeados entremezclados con arenas y arcillas rojizas (depósitos coluviales de alteración).— Qc<sub>2</sub>***

Se sitúan preferentemente por toda la mitad S. de la Hoja, alcanzando su máximo desarrollo en su ángulo SO.

Son depósitos granulares gruesos, formados por productos procedentes de la alteración y arrastre de los macizos paleozoicos que los rodean, compuestos por cantos de cuarcitas, calizas, pizarras, etc., más o menos redondeados, con tonalidades rojizas y ligeramente cementados.

Normalmente son muy sensibles a la erosión, si bien sobre ellos no se observan huellas de la misma, por aparecer en un estado de gran estabilidad geomorfológica.

Su aprovechamiento como roca de utilidad industrial en construcción y obras públicas (áridos) está muy extendido.

***Depósitos existentes y no representados en el mapa.***

Incluimos aquí una serie de depósitos que, por ocupar extensiones reducidas o estar en estado de continua formación, no se han incluido en el mapa; sin embargo, pueden tener cierta importancia geotécnica, como son los eluviales y coluviales—eluviales existentes, sobre los afloramientos paleozoicos, de naturaleza gravosa, colores rojizos y propensos a los deslizamientos, sobre las rocas ígneas y metamórficas, de naturaleza arenosa, colores claros, blanquecinos o rojizos, y sobre las rocas calizas, normalmente arcillosas de colores rojizos y bastante plásticos.

## SUSTRATO

### ***Arcillas arenosas con cantos subredondeados y nivelillos de areniscas y calizas.— T<sub>3/5-8</sub>***

Esta formación, de edad pliocena, aparece recubriendo el ángulo NE. de la Hoja, y está formada por una mezcla irregular en la que se alternan arcillas arenosas y arenas arcillosas de colores rojizos, incluyendo niveles de gravas y delgados bancos de areniscas y calizas.

Normalmente está recubierta superficialmente por cantos redondeados de 10 a 15 cm. de diámetro, así como por lajas calizas muy blanquecinas, de 20 a 50 cm. de longitud máxima, observándose en los primeros metros formaciones calcáreas (caliche).

Por lo general está poco cementada, siendo poco resistente a los agentes erosivos externos que dejan abundantes huellas en sus bordes.

### ***Gravas y arenas arcillosas.— T<sub>2-3/5</sub>***

Estos depósitos, pliocenos como los anteriores, sólo se diferencian de ellos en su distinta composición litológica. Aquí son las fracciones granulares gruesas las que predominan.

Se presentan como una mezcla de gravas rojizas —más o menos redondeadas— entremezcladas con arenas y arcillas, que sirven como cemento de unión. Su origen es una mezcla de aluvial antiguo y coluvial reciente. En ellos se mezclan materiales de las dos procedencias, que si estratigráficamente pueden estar sujetos a divisiones más finas, litológicamente se muestran como un grupo perfectamente definido.

A pesar de que su grado de cementación es bajo, el hecho de tapizar superficies planas y de ser bastante permeables, impide que la acción erosiva actúe sensiblemente sobre ellos, dejándose sentir, al igual que en el grupo anterior, a sus bordes o en zonas desniveladas.

Su aprovechamiento como árido para construcción está bastante extendido.

### ***Arenas arcillosas, arenas arcillosas con recubrimientos de gravas y conglomerados, y arcillas con gravas — T<sub>3/5</sub> — T<sub>3-5/7</sub> — T<sub>5-2</sub>***

Se incluye dentro de este grupo el amplio conjunto litológico que entra a formar parte de lo que geológicamente se conoce como "facies de Toledo". Aunque macrolitológicamente está formado por una monótona sucesión de margas rojizas, arenas arcólicas, niveles de gravas y horizontes arcillosos, en detalle es posible subdividirlo en tres grupos según predominen las arenas, las gravas o las arcillas.

El primero, eminentemente areno—arcilloso, se extiende por el borde NO. de la Hoja, y en él el contenido en arena aumenta a medida que nos desplazamos de N. a S. y de E. a O. En general, presenta tonalidades rojizas, recubrimientos arcillosos y calcáreos, al N., e intercalaciones de gravas y conglomerados hacia el S., así como eventuales formaciones de caliche.

El segundo, que aparece por la margen izquierda del Tajo, entre las poblaciones de Ocaña y Toledo, es una continuación del anterior, si bien aparece soterrado por una serie de potentes bancos de gravas y conglomerados, a veces con más de 8 mts. de potencia. Dichos bancos, que alcanzan sus espesores máximos en las proximidades del Tajo, van decreciendo hacia el S. y SE., de tal forma que en la zona de Mora—Consuegra sólo

aparecen esporádicamente, recubriendo la formación inferior que ahora es netamente arcillosa, manteniendo las tonalidades rojizas e incluyendo eventuales lentejones de arenas.

El aprovechamiento de estas formaciones como rocas de utilidad industrial es muy amplio en las industrias de la construcción, obras públicas y cerámica.

***Calizas, calizas margosas con recubrimientos de fragmentos calizos y calizas margo-arenosas con recubrimientos de gravas – T<sub>12</sub> – T<sub>12/105-1</sub> – T<sub>12/105-2</sub>***

Se incluye en este grupo el conjunto de terrenos miocénicos en los cuales, en mayor o menor proporción, aparece la litología caliza, bien en forma de bancos masivos, de más o menos espesor, bien en forma de margo—calizas o calizas arenosas soterradas bajo un recubrimiento arcilloso o granular.

En primer estado aparece por el NE. de la Hoja, debajo de la formación T<sub>5-3/8</sub>, presentándose como una gran tabla horizontal, con potencia máxima de unos 10 a 15 mts., que se apoyan aisladamente sobre niveles de areniscas y conglomerados, no representados en el mapa y que van pasando de arenosos a margosos a medida que se asciende en la serie. Por lo general, presenta coloración blanco-grisácea, matizada de rojo en ciertas partes a causa de su alteración en arcilla.

Sobre el borde NO. de la Hoja aparece como caliza margosa, poco competente, de colores grises o blanquecinos, y recubierta por grandes lajas calcáreas. Por lo general no se observa en grandes afloramientos sino únicamente en puntos aislados, siendo débil su resistencia a la erosión, y apareciendo bajo grandes recubrimientos arcillosos y margosos.

Por último, por todo el borde E. y SE., zona de Madridejos y Alcazar de San Juan, si bien aparecen claros tramos calcáreos, predominan los depósitos margo arcillosos de colores blanquecinos, ocres o rojizos, con nivelillos de yesos y recubrimientos de gravas. Se observan puntualmente calizas litográficas y oquerosas, a distintas profundidades.

El aprovechamiento de este grupo como roca industrial está poco extendido, si bien la caliza suele utilizarse en las industrias de la construcción y obras públicas.

***Margas arcillosas con intercalaciones de niveles yesíferos o yesos diseminados y margas yesíferas con inclusiones de yesos – T<sub>105/5-14</sub> – T<sub>105/8-14</sub>***

Se incluyen en estos dos grupos las formaciones de evaporitas del Mioceno que aparecen por debajo de la formación anterior.

Litológicamente es una serie de más de 200 mts. de potencia de margas arcillosas y yesíferas de colores blanquecinos y grisáceos, con intercalaciones de yesos cristalizados.

Por lo general, aparecen en forma masiva, recubiertas por una capa de alteración arcillosa, bastante competente, si bien fácilmente atacable por el agua que las disuelve, por lo que muestran claros signos de erosión lineal.

Su aprovechamiento industrial para la obtención de yeso está bastante extendido.

***Conglomerados y arenas con niveles calizos – S<sub>7-3-12</sub>***

Se incluyen en este grupo, situado al SO. de Toledo, una serie de depósitos detríticos, de edad cretácica.

Están constituidos por una serie de conglomerados y arenas blanquecinas, con intercalaciones y afloramientos aislados de calizas. Estos últimos materiales tienen un amplio aprovechamiento en las industrias de la construcción y obras públicas.

#### ***Dolomías y calizas – S<sub>13-12</sub>***

Unicamente en el borde SE. de la Hoja, por encima de Alcázar de San Juan, se observa una serie de afloramientos de dolomías y calizas de colores grises y rojizos, entre los que se intercalan brechas margosas abigarradas. Dada su reducida extensión dentro de esta Hoja, su importancia es muy escasa.

#### ***Margas, calizas y yesos – S<sub>105-12-14</sub>***

Esta mancha triásica se sitúa sobre el ángulo SE. de la Hoja, entre las localidades de Villafranca de los Caballeros y Alcázar de San Juan.

Fundamentalmente está formado por margas abigarradas, de colores blanquecinos y tonos multicolores, que alternan con niveles de yesos y de calizas arenosas.

#### ***Cuarcitas; cuarcitas y pizarras; calizas, cuarcitas y pizarras; areniscas, cuarcitas y pizarras – P<sub>103</sub> – P<sub>103-ξ</sub> – P<sub>12-103-ξ</sub> – P<sub>8-103-ξ</sub>***

Se incluye en este grupo, el conjunto de materiales paleozoicos aflorantes al SO. de la Hoja en forma masiva, si bien y de forma aislada aparece por el centro (Sierra de Nambroca) y por el E.

Pese a incluirlos en un único grupo por sus analogías morfológico estructurales, se ha diferenciado el elemento dominante en la serie, nominándolo el primero. En el conjunto P<sub>12-103-ξ</sub> de calizas, cuarcitas y pizarras, son las calizas los materiales predominantes.

En general, son materiales competentes muy fracturados y con bastante lajosidad, sobre todo las pizarras. Presentan tonalidades oscuras (negras, rojizas y verduzcas) y tienen tendencia a romperse en trozos pequeños que recubren extensas zonas.

Su exacta delimitación es un problema que se escapa de las posibilidades de esta escala, por lo cual, y salvo estos caracteres generales, se ha desechado un análisis más minucioso.

El posible aprovechamiento de estos materiales puede ser muy amplio, si bien en la actualidad está poco extendido.

#### ***Granitos y gneises – γ §***

Este conjunto de rocas ígneas y metamórficas ocupa el centro oeste de la Hoja y está formado por materiales del tipo de granitos y gneises.

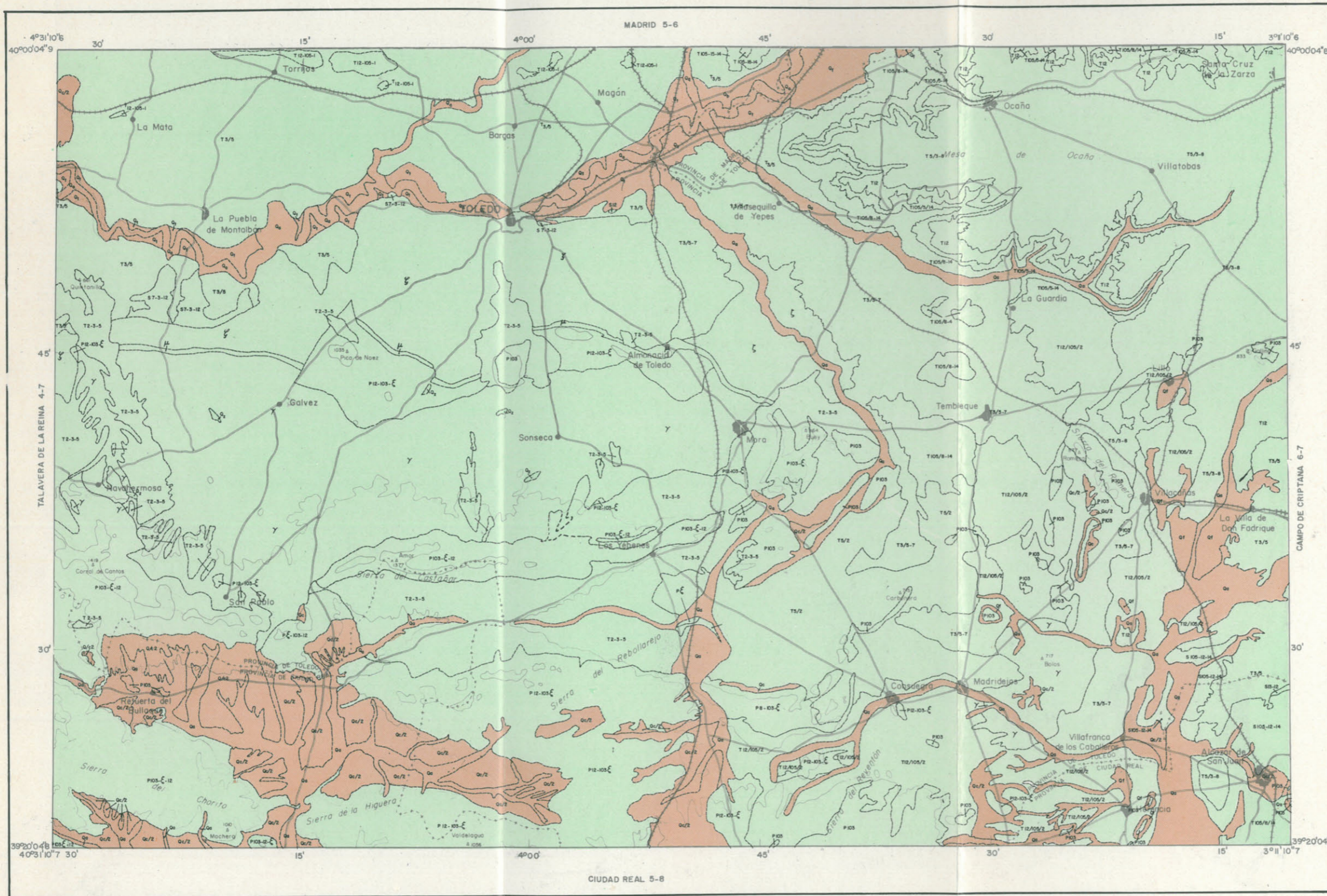
Sobre el terreno de coloraciones claras, con abundantes recubrimientos, bien de material alterado no cementado, bien de grandes bolos muy competentes y de formas redondeadas.

En general, presentan una elevada resistencia a la erosión, con formas de relieve poco acusadas.

Su aprovechamiento industrial en la construcción está bastante extendido.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	<p>Se incluye aquí el conjunto de rocas ígneas y metamórficas (granitos y gneises) aflorantes en la Hoja.</p> <p>Por lo general, presentan recubrimientos areno-arcillosos de colores claros y rojizos, poseyendo, cuando aparecen sanos, una elevada resistencia a la erosión.</p>
	I <sub>2</sub>	<p>Se incluye en ella el conjunto de materiales paleozoicos, entre los que destacan las cuarcitas, pizarras, calizas, areniscas, etc. Su coloración es típicamente rojiza para las primeras, oscuro-negruczas para las segundas, y oscuro-verdosas para las últimas.</p> <p>En general, aparecen todas ellas muy fracturadas y con clara tendencia a separarse en lajas. Su resistencia a la erosión es de tipo medio.</p>
II	II <sub>1</sub> -II <sub>1'</sub>	<p>La II<sub>1</sub> está formada por una mezcla de arenas y arcillas de colores, a veces rojizos, y a veces blancuzcos, con intercalaciones de conglomerados, y gravas, por lo general no cementados y fácilmente erosionables.</p> <p>En II<sub>1'</sub> predominan las fracciones granulares —gravas, cantos, etc.— muy heterométricas, de colores rojizos, cementadas por una matriz arcillosa, algo más resistentes a la erosión lineal y no tanto a los deslizamientos.</p>
	II <sub>2</sub> -II <sub>2'</sub>	<p>Se incluye en ella un conjunto de depósitos granulares formados por arenas, arcillas y limos con intercalaciones de gravas y recubrimientos parciales de conglomerados, niveles calizos y costras de caliche.</p> <p>Su proporción de arenas decrece de N. a S. y de O. a E., pasando a la vez de coloraciones pardo-rojizas a ocre y blanco-grisáceas.</p>
	II <sub>3</sub> -II <sub>3'</sub>	<p>Se incluye en ella el conjunto de materiales calcáreos aflorantes en la Hoja. Por lo general, muestran coloraciones claras y se hallan recubiertos, bien por depósitos de su alteración, arcillosos y rojizos, bien por coluviales, de variada litología y coloraciones ocre.</p> <p>Su elevada resistencia a la erosión se ve disminuida por los recubrimientos que la cubren.</p>
	II <sub>4</sub>	<p>Se incluye en ella el conjunto de materiales margosos o arcillosos en los cuales, masivamente, o diseminado, aparece como elemento accesorio el yeso.</p> <p>En general, dan sobre el terreno colores blanquecinos o grisáceos, siendo muy erosionables por acción del agua, que los disuelve fácilmente.</p>
	II <sub>5</sub>	<p>Presenta una litología muy variada en la que, predominando la fracción arcillo-arenosa, se entremezclan gravas, conglomerados, niveles de areniscas y pequeños horizontes margo-calcáreos. Por lo general, dan coloración rojiza, si bien puntualmente puede aparecer blanca a causa de recubrimientos calcáreos o costras de caliche.</p>





ESCALA 1/400 000

FORMACIONES SUPERFICIALES

- Qa.-** Arenas, gravas y bolos, en general limpios, con pequeñas intercalaciones o recubrimientos de arcillas y limos. (Depósitos ligados a cursos de agua actuales).
- Qt.-** Arenas y gravas, ligeramente cementadas, a menudo entremezcladas y recubiertas por arcillas y limos. (Depósitos de terraza).

- Qf.-** Arcillas, limos y arenas, normalmente cementadas y con lentejones de gravas. (Depósitos fluviales desconectados parcialmente de la red fluvial actual).
- Qc/2.-** Gravas y cantos redondeados, entremezclados con arenas y arcillas rojizas. (Depósitos coluviales de alteración).

SUSTRATO

- T3/5-8:** Arcillas arenosas con cantos subredondeados y niveles de areniscas y calizas.
- T2/3-5:** Gravas y arenas arcillosas.
- T3/5:** Arenas arcillosas.
- T3/5-7:** Arenas arcillosas con recubrimientos de gravas y conglomerados.
- T5-2:** Arcillas con gravas
- T12:** Calizas
- T12/105-1:** Calizas y margocalizas con recubrimientos de fragmentos calizos.
- T12/105-2:** Calizas margoarenosas con recubrimientos de gravas.
- T105/5-14:** Margas arcillosas con intercalaciones de niveles yesíferos o yesos diseminados.
- T105/8-14:** Margas yesíferas con inclusión de yeso.
- S7-3-12:** Conglomerados, arenas y niveles calizos.
- S13-12:** Dolomías y calizas.
- S105-12-14:** Margas, calizas y yesos.
- P103:** Cuarzitas.
- P103-ξ:** Cuarzitas y pizarras
- P12-103-ξ:** Calizas, cuarzitas y pizarras.
- P8-103-ξ:** Areniscas, cuarzitas y pizarras.
- γ** Granitos
- ξ** Gneises
- μ** Milonitas.
- Qz** Filones de cuarzo.



### **Milonitas y filones de cuarzo – $\mu$ – Qz**

Se incluyen, en este último apartado, una serie de rocas secundarias de muy escasa representación sobre el terreno, como son las milonitas y los filones de cuarzo. Normalmente las primeras aparecen soterradas bajo depósitos de alteración arenosos, mientras que las segundas, dan una serie de resaltes sobre el terreno, teniendo por lo general un amplio aprovechamiento como roca industrial.

### **2.5.– CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLOGICAS.**

En este apartado se analizarán los principales rasgos morfológicos, viendo qué repercusión tienen o pueden tener sobre las condiciones constructivas de cada tipo de terreno.

El 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 por la acción directa del hombre. Se completará con un mapa y una ficha resumen en la que se incluirán las características geomorfológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

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

En general, presenta una morfología con formas llanas y pendientes que en ningún caso rebasan el 7 por ciento; sin embargo, en su contacto con el Area I<sub>2</sub>, así como con las que la rodean por su parte N., pueden alcanzar pendientes topográficas próximas al 15 por ciento.

Los únicos fenómenos geológicos endógenos observables se reducen a una serie de fallas con dirección NS. y EO., que aparecen sobre el centro de la mancha; sin embargo, se observan abundantes depósitos de alteración, bien formados por terrenos granulares sueltos de color rojizo, bien por cantos y bolos graníticos redondeados.

Sobre tales depósitos aparecen huellas de fenómenos erosivos (entalladuras y abarrancamientos), no observables sobre la roca sana.

Su estabilidad natural es elevada (totalmente estables las rocas sanas), viéndose únicamente afectada por la existencia de depósitos sueltos algo propensos a los deslizamientos, siempre esporádicos y de muy escasa importancia.

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

Presenta una morfología con formas que oscilan entre acusadas y montañosas y pendientes topográficas superiores al 15 por ciento.

Aparte de lo anterior, el carácter predominante reside en su alto grado de fracturación, que le confiere una serie de fenómenos exógenos no observables en la anterior.

En principio, aparecen, rodeando a la red de fracturas, una serie de zonas influidas por ellas, de materiales sueltos, con tendencia a los deslizamientos. Asimismo, y ligado a la textura lajosa de sus materiales, aparecen una serie de deslizamientos a favor de los planos de esquistosidad, así como amplias zonas recubiertas por derrubios, que confieren a las laderas un alto grado de inestabilidad, tanto en condiciones naturales, como al actuar sobre ellas la acción del hombre.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	Su morfología es sensiblemente llana, con enclaves aislados donde se torna ligeramente alomada. En ellos, aparecen típicas formas de disyunción en bolos y escasos recubrimientos, mientras que en el resto, al aumentar la potencia de éstos, surgen pequeños deslizamientos y desmoronamientos, que únicamente en zonas muy aisladas pueden alterar su estabilidad natural.
	I <sub>2</sub>	Su morfología presenta formas abruptas con pendientes topográficas que rebasan el 20 por ciento. Esto, unido a la existencia de amplias zonas influidas por fallas y a los recubrimientos lajosos que tapizan parcialmente las laderas, provoca una cierta inestabilidad, tanto por causas naturales, como al verse sometidas a cargas. Bajo este punto, sus condiciones se consideran desfavorables.
II	II <sub>1</sub> -II <sub>1'</sub>	En principio muestran una morfología llana, en la que no se observan huellas de grandes fenómenos exógenos; únicamente, en el contacto con las áreas circundantes pueden verse abarrancamientos y desmoronamientos, y en las zonas de pendientes moderadas, dentro de II <sub>1'</sub> , pequeños deslizamientos. Su estabilidad natural es, salvo lo dicho anteriormente, elevada.
	II <sub>2</sub> -II <sub>2'</sub>	Su morfología es eminentemente llana, sin grandes resaltes y sin apenas huellas de fenómenos exógenos. Únicamente en zonas ligeramente alomadas o en el contacto con las áreas circundantes, pueden aparecer abarrancamientos, entalladuras, desmoronamientos, etc.
	II <sub>3</sub> -II <sub>3'</sub>	Presenta una morfología de formas llanas, o con ligeras pendientes, siendo en sus bordes en donde se observarán fenómenos de ruptura de bloques a lo largo de la red de fisuración. Su estabilidad natural es, salvo en estos puntos, elevada.
	II <sub>4</sub>	Presenta una morfología "en pendiente". Esto, unido a la fácil erosionabilidad de sus materiales, favorece la aparición de abarrancamientos, deslizamientos y acumulaciones de depósitos sueltos, que confieren a la misma un alto grado de inestabilidad; unas veces bajo condiciones naturales y otras al actuar sobre ella la acción del hombre.
	II <sub>5</sub>	Presenta una morfología de formas totalmente llanas, en las que apenas si se observan fenómenos geológicos exógenos. Únicamente en sus bordes aparecen pequeños desmoronamientos por erosión de la capa inferior.





Escala: 1 / 400.000

INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

- Zonas planas, pendientes del 0 al 7 por ciento.
- Zonas intermedias, pendientes del 7 al 15 por ciento.
- Zonas abruptas, pendientes del 15 al 30 por ciento.
- 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.
- Falla o zona de falla supuesta
- Zona influenciada por fracturas o fallas.
- Falla con hundimiento

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- Acumulación de rocas sueltas.
- Deslizamientos en potencia a favor de las direcciones de tectonización.
- Hundimientos.
- Zonas con escarpes.
- Deslizamientos en potencia a favor de las pendientes naturales.

- Abarrancamientos.
- Deslizamientos en potencia.
- Recubrimientos por alteración
- Deslizamientos activos.
- Laderas inestables.

DIVISION ZONAL

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



Esta serie de características confieren al Area un acusado carácter de desfavorabilidad geomorfológica.

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

Presenta una morfología de formas llanas y pendientes topográficas que nunca rebasan el 5 por ciento.

Geomorfológicamente apenas si presentan rasgos dignos de mención, y salvo los efectos producidos por la acción del agua, y los escarpes de unión con las Areas que la rodean (abarrancamientos y entalladuras, pequeños hundimientos), no se observan fenómenos exógenos importantes. Su grado de estabilidad es alto, debiendo considerarse toda la zona globalmente estable. Los únicos riesgos de inestabilidad están conectados con la acción del agua a la que rodean.

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

Al igual que las anteriores, presentan formas de relieve llanas, con pendientes topográficas inferiores al 7 por ciento. Ahora bien, debido al desigual comportamiento de sus materiales, se observan alomaciones y vaguadas en numerosos puntos de ella. Esto, unido a su fácil erosionabilidad y a los desniveles existentes en su contacto con II<sub>1</sub>, favorece la aparición de grandes abarrancamientos, que crean una cierta tendencia a los deslizamientos en las masas arcillosas, y a los desmoronamientos, en las arenas.

Salvo estos pequeños riesgos de inestabilidad natural en sus bordes, o en zonas de desnivel acusado, debe considerarse toda ella como estable.

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

En general, y a excepción de las zonas situadas alrededor de la "Mesa de Ocaña", en donde las pendientes topográficas alcanzan valores del 15 por ciento, presenta formas llanas o ligeramente alomadas.

Debido a la competencia de los materiales que la forman, y a su fácil alteración en suelos cohesivos, todos los rasgos morfológicos importantes estarán relacionados con estos últimos, salvo los posibles desgajamientos, con caída de bloques, que pueden aparecer en los bordes por descalce de las margas arcillosas que les sirven de sostén. Los suelos son fácilmente erosionables, mostrando huellas de tal acción: abarrancamientos, pequeños hundimientos, etc., así como una cierta inestabilidad en caso de no eliminarlos con anterioridad a las realizaciones.

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

Presenta una morfología con formas de relieve "en pendiente" y desniveles inferiores al 15 por ciento.

Este aspecto, unido a la fácil erosionabilidad y disolución de sus materiales, favorece la existencia de amplias y extensas zonas con abarrancamientos que, a la larga, confluyen en deslizamientos activos a lo largo de las líneas de máxima pendiente.

Aparte de este hecho, la fácil disolución de los yesos puede provocar pequeños hundimientos, así como aparición de zonas colmatadas de materiales de alteración, plásticos y con yeso diseminado.

En general, y salvo puntos aislados que pueden considerarse como estables, el área se considera como inestable, siéndolo, parte de ella, bajo cualquier tipo de acción externa, y otra parte, únicamente al verse solicitada por la acción del hombre.

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

Presenta una morfología de formas llanas con pendientes topográficas inferiores al 5 por ciento.

En toda ella no aparecen fenómenos endógenos, y los exógenos se reducen a pequeños abarrancamientos y desmoronamientos de depósitos sueltos, no presentando problemas geomorfológicos de más relieve.

Su grado de estabilidad es alto, no alterándose, normalmente, ni por las acciones naturales, ni por la acción del hombre.

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

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

El análisis se basará en la distinta permeabilidad de los materiales, así como en sus condiciones de drenaje, y de los problemas que de la conjunción de ambos aspectos pueden aparecer. Se completa con un mapa y una ficha, en la que se hacen constar las características hidrológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

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

En general, se considera como impermeable, en pequeño, aunque con una cierta permeabilidad ligada a su grado de alteración y al estado de fracturación existente. Ambos aspectos condicionan un drenaje favorable que, únicamente en zonas deprimidas y colmatadas de productos alterados de alta permeabilidad, puede pasar a desfavorable a causa de su difícil saneamiento.

Aunque en ella la posibilidad de aparición de acuíferos definidos y continuos es nula, existe la posibilidad de que surjan puntos de aguas conectados con fracturas o zonas de relleno.

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

Los materiales que la forman se consideran, globalmente, como impermeables, si bien, y debido a su lajosidad y alto grado de tectonización, poseen una cierta permeabilidad superficial.

El carácter orientado de sus rocas, así como su distinta resistencia a la acción del agua, condiciona la creación de una amplia red de escorrentía superficial, que trae como consecuencia un drenaje favorable e imposibilita, casi totalmente, la aparición de zonas de inundación.

La posibilidad de aparición de niveles acuíferos, al igual que en  $I_1$ , está relacionada con la red de fracturas y las zonas de relleno.

### **Area $II_1$ y $II_1'$**

En general, los depósitos tanto de  $II_1$  como de  $II_1'$ , situados al N. y SO., se consideran como semipermeables con clara tendencia a la permeabilidad, mientras que los situados al E., se dan como semipermeables, si bien tendiendo hacia impermeables.

Estos aspectos, unidos a su gran horizontabilidad, así como a la existencia, a muy escasa profundidad, de aguas subálveas, condiciona un drenaje deficiente; pese a que la percolación natural tiende a efectuarse sin dificultad, los depósitos se colman rápidamente, evitando con ello la eliminación del agua por cauces naturales.

Estos aspectos condicionan el realizar las obras en un ambiente saturado, y con un sistema de drenaje artificial, rápido y efectivo.

### **Area $II_2$ y $II_2'$**

Se consideran en conjunto como semipermeables, pese a que el grado de impermeabilidad de las mismas aumenta de N. a S., a medida que disminuye el contenido de elementos granulares y aumenta la fracción cohesiva.

Este hecho, unido a la morfología dominante, condiciona, por una parte, la configuración de relieve y el tallado de una amplia red de escorrentía, allí donde aquella se vuelve alomada, y, por otra, la aparición de zonas inundadas, allí donde, o bien la morfología llana se conjuga con una litología arcillosa, o donde, por la proximidad de pequeñas direcciones de drenaje, aparecen aguas a escasa profundidad.

El drenaje, salvo en los casos antes indicados, se considera aceptable. No es normal, salvo en el límite con otras áreas, la aparición de agua a nivel de cimentación superficial, si bien es posible la existencia de acuíferos y aguas colgadas en distintos puntos de la misma.

### **Area $II_3$ y $II_3'$**

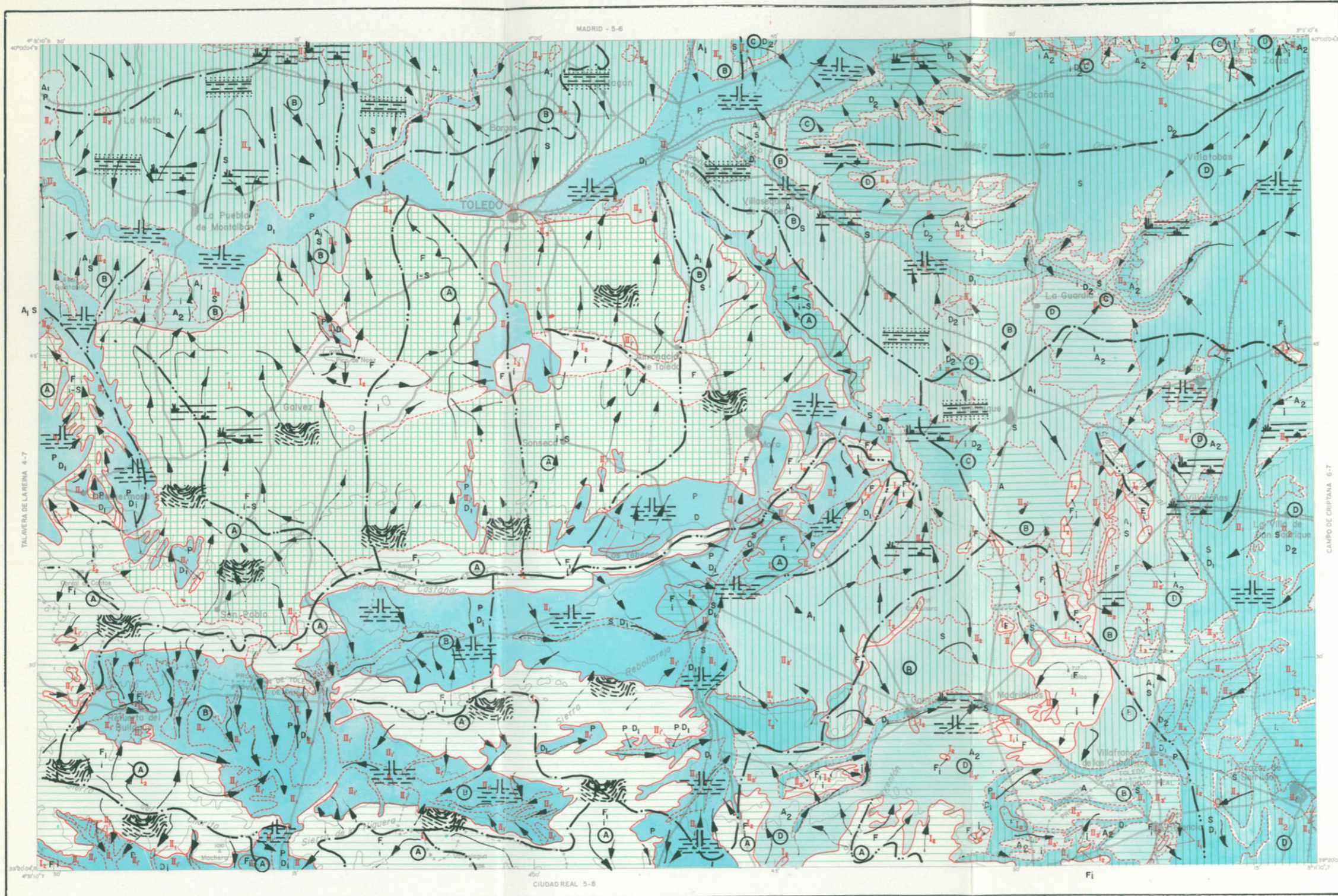
En general, se consideran como impermeables, pero con una cierta permeabilidad, ligada al grado de fisuración y a la potencia de los recubrimientos. Por esto es la morfología el factor decisivo en su drenaje, de tal forma que allí donde estén presentes formas de relieves "en pendientes", el drenaje, mezcla de escorrentía superficial y percolación por fisuras, será favorable, y donde estén presentes formas llanas, sólo se realizará por fisuras, oscilando de deficiente a aceptable.

El grado de fisuración, así como la cierta solubilidad de las calizas, condiciona la fácil infiltración del agua en las mismas a cotas inferiores, normalmente margosas y eventualmente yesíferas, con lo cual pueden aparecer problemas de aparición de oquedades y huecos con una cierta inestabilidad.









La aparición de agua en profundidad es factible. Aunque en principio no debe afectar a las obras de infraestructura de cualquier tipo de realización, siempre que se esté sobre roca sana; en caso contrario, la posibilidad disminuye, pudiendo aparecer a cotas muy elevadas.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	<p>En general, sus materiales tienen, cuando aparecen sin recubrimientos importantes, una ligera permeabilidad ligada al grado de tectonización. Sin embargo, los recubrimientos que los soterran muestran bastante permeabilidad, favoreciendo su estado suelto una amplia red de escorrentía.</p> <p>La posibilidad de aparición de zonas encharcadas estará ligada a formas llanas y colmatadas de sedimentos. La aparición de agua está condicionada al sistema de fracturas.</p>
	I <sub>2</sub>	<p>Sus materiales se consideran, en general, impermeables, con una cierta permeabilidad ligada a su fracturación y lajosidad. Esto, unido a la morfología, condiciona un drenaje por escorrentía superficial muy favorable.</p> <p>La posibilidad de aparición de agua está ligada a zonas de fracturas o relleno de falla.</p>
II	II <sub>1</sub> -II <sub>1'</sub>	<p>Las características hidrológicas varían de II<sub>1</sub> a II<sub>1'</sub>. En la primera, considerada semipermeable, el drenaje superficial es favorable, si bien la existencia de niveles acuíferos a cotas elevadas lo dificulta, transformándolo aisladamente en desfavorable y crea entonces zonas de encharcamiento. En II<sub>1'</sub>, datada como permeable, este fenómeno está muy disminuído, aunque también se observa en algunos puntos.</p>
	II <sub>2</sub> -II <sub>2'</sub>	<p>Masivamente se considera semipermeable, si bien puntualmente pueden surgir zonas impermeables y de drenaje deficiente, apartándose de la generalidad que le define como aceptable.</p> <p>Es normal la aparición en profundidad de niveles acuíferos definidos y continuos.</p>
	II <sub>3</sub> -II <sub>3'</sub>	<p>Sus materiales se consideran impermeables, con una permeabilidad ligada a los depósitos de recubrimiento y al grado de fisuración. El drenaje oscila entre aceptable y deficiente. Si en los bordes de la misma la activa escorrentía superficial la favorece, en su centro, al estar muy disminuída, se crean zonas con abundantes problemas de saneamiento.</p>
	II <sub>4</sub>	<p>Se considera impermeable, aunque, y debido a la morfología, su drenaje por escorrentía superficial es muy favorable. Sin embargo, las aguas que de ella proceden son altamente selenitosas atacando a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.</p> <p>La posibilidad de aparición de niveles acuíferos en profundidad es nula.</p>
	II <sub>5</sub>	<p>Se considera globalmente como semipermeable, si bien se alternan irregularmente zonas permeables con otras impermeables. Su drenaje se efectúa por percolación natural, oscilando, de aceptable a favorable, a medida que nos desplazamos del centro de las manchas a los extremos.</p> <p>La aparición de agua a nivel de cimentación es normal.</p>










CONDICIONES DE DRENAJE

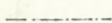




-  Zonas de Drenaje Nulo.
-  Zonas con Drenaje Deficiente.  
Drenadas en superficie por percolación natural. Agua a escasa profundidad.
-  Drenadas en superficie por escorrentía poco activa.
-  Zonas con Drenaje Aceptable.  
A1 Agua a profundidad > 5 mts. Percolación natural.
-  A2 Percolación por fisuración de las rocas.
-  Zonas con Drenaje Favorable.  
F1 Mezcla de escorrentía y percolación.
-  F2 Escorrentía muy activa.
-  Límite de separación de zonas

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES





-  Materiales permeables.
-  Materiales semipermeables.
-  Materiales semipermeables e impermeables.
-  Materiales impermeables.
-  Límite de separación de los distintos materiales.

SIMBOLOGIA





HIDROLOGIA SUPERFICIAL

-  Límite de cuenca hidrográfica.
-  Límite de subcuenca hidrográfica.
-  Red de drenaje
-  Dirección de la escorrentía
-  Cauces permanentes.




HIDROLOGIA SUBTERRANEA

-  Zonas con acuíferos aislados.
-  Zonas con acuíferos en formaciones permeables, por porosidad intergranular.
-  Zonas sin acuíferos.
-  Zonas con acuíferos en formaciones permeables, por fisuración.

FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS

-  Agua ligada a fenómenos de fracturación.
-  Aguas colgadas.
-  Zonas con tendencia a los encharcamientos.
-  Agua a escasa profundidad.

DIVISION ZONAL

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



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

Los materiales son todos impermeables, y como su morfología presenta casi siempre formas "en pendiente", esto condiciona un drenaje, por escorrentía superficial, favorable. Ahora bien, si en las partes de mayor altitud no se presenta el problema de drenaje, sí aparecerá en la base de la misma, pues sus materiales se saturan empeorando sus características mecánicas.

A este hecho se une la fácil solubilidad de los yesos existentes, que, por una parte cargan las aguas de iones sulfatos haciéndolas muy peligrosas frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios y, por otra, crean zonas en donde, por disolución, aparecen oquedades que pueden colapsar o sufrir asentamientos de magnitud elevada, a veces de forma súbita.

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

Los materiales que la forman se consideran como semipermeables. Esto unido a su morfología llana y al descansar sobre un lecho calizo impermeable, favorece, allí donde su potencia no sea elevada, la aparición de bolsas de agua que, en ciertos momentos, pueden aflorar en superficie dificultando el drenaje natural de por sí ya desfavorable.

De lo anterior se deduce que si bien está muy generalizada la existencia de agua en la base de la formación, eventualmente ésta puede estar a cotas muy bajas, dificultando las obras de cimentación por deber realizarse en un ambiente saturado y bajo condiciones hídricas adversas.

### **2.7.— CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS.**

En este apartado se analizarán las principales características geotécnicas de la Hoja. Consideramos 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 urbanas o industriales. Se completará con un mapa y una ficha resumen en la que se incluirán las características geotécnicas (propriadamente dichas) de cada unidad de clasificación de segundo orden.

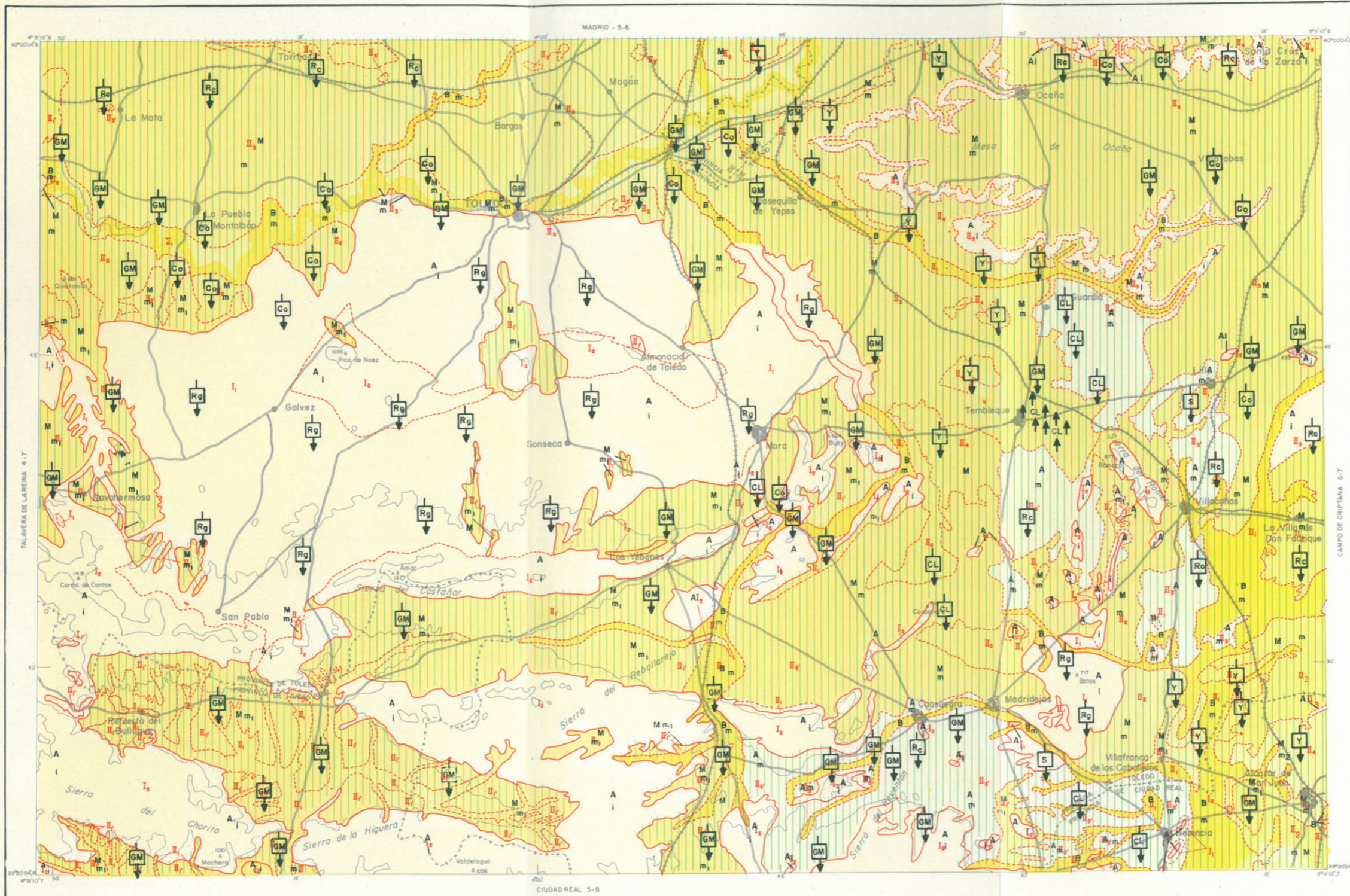
A fin de no perder homogeneidad con lo hasta ahora expuesto, seguiremos, en la primera parte, refiriéndonos a cada una de las áreas, para luego y, de forma global, exponer las características sismorresistentes de toda la Hoja. Indicaremos qué tipos de problemas pueden ocurrir y en qué zonas de darán con más frecuencia.

#### **Areas I<sub>1</sub> y I<sub>2</sub>**

Ambas poseen características mecánicas similares. Eliminando la primera capa de alteración superficial, admitirán capacidades de carga altas sin que se presente ningún tipo de asentamientos.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I <sub>1</sub>	A excepción de la capa de alteración superficial, de competencia mecánica de tipo medio, la roca sana admitirá cualquier clase de carga sin que aparezcan fenómenos de asentamiento.
	I <sub>2</sub>	Admiten, siempre que no se llegue a casos extremos de cargar las estructuras a favor de la esquistosidad y de la pendiente natural, cargas elevadas, sin que aparezca en ella ningún fenómeno de asentamiento.
II	II <sub>1</sub> -II <sub>1'</sub>	Salvo en los depósitos aluviales de II <sub>1</sub> , en donde se especifican para sus terrenos capacidades portantes bajas y posible aparición de asientos de magnitud media, en el resto, la capacidad de carga podrá aumentarse hasta llegar a ser de tipo medio, manteniéndose la misma magnitud de los asentamientos.
	II <sub>2</sub> -II <sub>2'</sub>	Sus características se consideran, en general, como de tipo medio (tanto bajo el aspecto de capacidades de carga como el de magnitud de los asentamientos, aunque, pueden darse aisladamente en II <sub>2'</sub> zonas arcillosas en las cuales aparezcan al someterles a cargas de asientos de magnitud elevada.
	II <sub>3</sub> -II <sub>3'</sub>	Siempre que se esté sobre la roca sana, ésta admitirá cargas altas, sin que se produzcan asientos; sin embargo, hay que investigar la potencia de los horizontes calcáreos, a fin de no sobrepasarlos o cargarlos de tal forma que el bulbo de presiones los rebase e influya sobre el sustrato margo-arcilloso.
	II <sub>4</sub>	En general, y supuesto un ambiente seco, fuera del contacto del agua, la roca admitirá cargas de medias a elevadas con asentamientos de magnitud baja. Esto difícilmente ocurre, tanto si aparecen depósitos sueltos, como si el agua se pone en contacto con los yesos, sus características empeoran, pudiendo aparecer asentamientos de magnitud elevada, y a veces de forma brusca e incontrolable.
	II <sub>5</sub>	Sus características, tanto desde el punto de vista de capacidad de carga como el de magnitud de posibles asentamientos, se consideran, en general, de tipo medio, estando los únicos problemas relacionados con la irregular distribución litológica en profundidad.





Escala: 1/400.000

CAPACIDAD DE CARGA

- A Zonas con Capacidad de Carga Alta.
- M Zonas con Capacidad de Carga Media.
- B Zonas con Capacidad de Carga Baja.
- MB Zonas con Capacidad de Carga Muy Baja.
- Límite de separación de Zonas.

ASIENTOS PREVISIBLES

- i Zonas con inexistencia de asientos.
- m m<sub>1</sub> m<sub>2</sub> Zonas con asientos de magnitud media.
  - m: Asientos de magnitud media.
  - m<sub>1</sub>: Asientos en la primera fase de la carga.
  - m<sub>2</sub>: Posibles asientos bruscos por disolución de yesos.
- e 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 macrosísmica (MSK)
- Límite de separación de Zonas.

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- Rc Recubrimientos de cantos calcáreos.
- Co Niveles de conglomerados.
- Y Aparición de yesos
- Rg Recubrimientos de gravas silíceas.
- S Recubrimientos de arenas.
- CL Recubrimientos de arcillas.
- GM Recubrimientos de gravas limosas y arenosas.
- CL↑ Arcillas preconsolidadas.

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de regiones
- Límite de separación de Areas
- I<sub>2</sub> Designación de un Area



Los únicos problemas estarán relacionados con la mayor o menor potencia de los depósitos granulares en  $I_1$  y de materiales sueltos en  $I_2$ .

### **Area $II_1$ y $II_1'$**

A excepción de los depósitos aluviales, en donde la capacidad de carga es baja y los asientos de magnitud media, el resto se consideran con capacidad de carga media y asientos de magnitud media.

Hay que indicar que en los que predomina la fracción arenosa o gravas, los asientos serán siempre menores de 2 ó 3 cm. y dejarán de sentirse una vez finalizada la etapa de sobrecarga del terreno.

### **Area $II_2$ y $II_2'$**

En general, ambas admitirán cargas de magnitud media, que tenderán a producir asentamientos del mismo orden.

Sin embargo, cuando más hacia el S. nos encontremos y mayor sea la tendencia a la aparición de fracciones cohesivas, irá aumentando la magnitud de los asentamientos. Así mismo, y en ciertas zonas de la misma, la colidante con  $II_1$ , pueden surgir problemas relacionados con la aparición de yesos diseminados provenientes de aquéllas, por lo que deberá analizarse cuidadosamente la presencia de sulfatos en ellas.

### **Area $II_3$ y $II_3'$**

En la primera, y debido a los escasos recubrimientos que posee, admitirá cargas de magnitud alta, no siendo de esperar ningún tipo de asentamientos; sin embargo, en  $II_3'$ , y a causa de la capa de alteración arcillo—margosa, a veces de elevada potencia, sí son de esperar este tipo de fenómenos, que llegan a alcanzar valores de magnitud media.

Hay que hacer notar que debido a su irregular potencia y a la alternancia litológica reinante, es fácil el efectuar cualquier tipo de cimentación, rebasar el horizonte calizo y sustentar las construcciones sobre capas mecánicamente distintas, por lo que deberá reconocerse cuidadosamente, al someter el terreno a cargas elevadas, la potencia real de la capa y la influencia máxima del bulbo de presiones.

### **Area $II_4$**

Presenta unas condiciones mecánicas engañosas, pues aunque la roca sana puede admitir cargas elevadas sin que aparezcan asientos de ningún tipo, su alteración y la acción del agua le afectan de manera decisiva.

Los productos procedentes de la primera, plásticos y saturados, admiten ya capacidades de carga baja y asientos de magnitud media; mientras que la acción del agua disuelve los yesos, creando oquedades en el terreno, que, al verse sometido a cargas extremas, puede colapsar.

Se ve, por consiguiente, que presentan problemas geotécnicos importantes que precisarán de un estudio puntual en cada tipo de realización, cuidando en él el conocer la exacta situación de los niveles yesíferos, así como al prever un drenaje que evite su contacto con el agua.

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

Presenta similares características a la de II<sub>2</sub>, pues admite capacidades de carga de tipo medio que tenderán a producir asentos de la misma magnitud. Sin embargo, y dada la rápida variación litológica, pueden puntualmente surgir asentos diferenciales de cierta importancia.

Toda la Hoja se incluye dentro de la zona sísmica A, de las definidas por la Norma Sismorresistente P.G.S-1. Dentro de ella, el grado de intensidad macrosísmica (M.S.K.) es menor de VI, por lo que, en general, no deben producirse, por efectos sísmicos, daños considerables en las construcciones, ni éstas realizarse con medidas especiales contra estos efectos.

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

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

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

Las condiciones constructivas de los terrenos existentes se engloban dentro de las acepciones: Muy desfavorables, desfavorables, aceptables y favorables.

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

Se incluye, en este apartado, el conjunto de terrenos en los que el carácter de desfavorabilidad constructiva, en grado máximo, se da por aparecer en ellos conjuntamente problemas de tipo: litológicos, geomorfológicos y geotécnicos (p.d.).

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

En los terrenos situados al O. de la "Mesa de Ocaña", y que prácticamente la circunvalan, surgen, o pueden surgir, una serie de problemas ligados, en primer lugar, a la existencia de yesos masivos o diseminados. Este material, de fácil disolución por el agua, y de gran poder corrosivo frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios, condiciona la aparición, por una parte, de deslizamientos, abarrancamientos, pequeñas solifluxiones, etc. y, por otra, la acumulación de depósitos arcillosos sueltos y con abundantes yesos diseminados; y finalmente alteran enormemente las características geotécnicas generales de la zona, pues si bien la roca sana en condiciones secas admite cargas de tipo medio o elevado sin que deban producirse asentamientos importantes, la existencia de agua provoca la disolución de yesos, creando oquedades que, en un momento dado, pueden colapsar, así como depósitos alterados de muy bajas características mecánicas.

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

Se incluyen en este apartado aquellos terrenos en los cuales el carácter de desfavorabilidad constructiva viene dado por aparecer en ellos los siguientes tipos de problemas: De tipo litológico, geomorfológico y geotécnico (p.d.); de tipo litológico, hidrológico y geotécnico (p.d.), de tipo geomorfológico, hidrológico y geotécnico (p.d.); de tipo hidrológico y geotécnico (p.d.); de tipo geomorfológico; y de tipo hidrológico.

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

Las zonas en que aparecen estos problemas se sitúan en el ángulo NE. de la Hoja, al E. de los indicados en 3.1., y en el ángulo SE., entre las localidades de Alcázar de San Juan y Villafranca de los Caballeros.

En principio, son idénticos a los anteriores, si bien la aparición de depósitos sueltos es muy eventual, y por consiguiente, los problemas relacionados con ellos no suelen aparecer; sin embargo, si se observan todos los relacionados con la existencia de yesos masivos: abarrancamientos, solifluxiones, hundimientos, pequeños descensos bruscos del terreno, etc., así como los inherentes a la erosión de los aglomerantes hidráulicos ordinarios por las aguas selenitosas procedentes de aquéllos, y que hay que prever y solventar, bien evitando su encuentro, bien usando cementos especiales.

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

Únicamente una pequeña zona situada al N. de Villafranca de los Caballeros se ha incluido en este grupo. En ella surgen, en primer lugar, de forma aislada, problemas relacionados con una litología en la que aparecen nivelillos de yesos o bien yesos diseminados que en principio ocasionaran los mismos fenómenos anteriormente indicados. A esto se une la gran horizontabilidad que dificulta el drenaje y por consiguiente acelera los procesos de disolución, creando zonas geotécnicamente poco apropiadas, pues al cargarlas, pueden aparecer, por disolución de los yesos, asentamientos bruscos y súbitos, muy peligrosos para todo tipo de realizaciones.

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

La conjunción de estos tres tipos de problemas, en el grado aquí expuesto, se da únicamente en el cauce alto del río Melgar.

En ellos es el agua y su acción continuada la que acarrea casi todos los problemas constructivos de las zonas.

Por una parte existe un nivel acuífero alto, que se conjuga con niveles de arcillas saturadas algunas veces con yesos diseminados, arenas y gravas. Estos materiales, fácilmente erosionables, ocasionan múltiples desmoronamientos y son arrastrados muchas veces por la red fluvial, planteando una serie de problemas geomorfológicos importantes.

A esto se une el hecho de que los depósitos poseen características mecánicas bajas, lo cual, teniendo en cuenta todo lo anterior, es la causa de la inclusión de estos terrenos en este grupo.

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

Una serie de terrenos situados al NO. de Alcázar de San Juan, y al O. de la vertical Herencia–Villafranca de los Caballeros, se han incluido en este grupo por aparecer en ellos un nivel acuífero a nivel de cimentaciones (< 5 mts.) que crea un estado de saturación en los materiales existentes, normalmente cohesivos, haciendo descender su capacidad portante, a la vez que aumenta la magnitud de sus asentamientos.

***Problemas de tipo hidrológico.***

Las zonas que encuadran el cauce y las riberas del río Tajo se consideran desfavorables a causa de los problemas que entraña la existencia del curso de agua; éste produce abundantes arrastres de materiales arcillosos, limosos y granulares, así como fenómenos, en estos últimos, de imbibición y expulsión de agua, que pueden ocasionar desmoronamientos y hundimientos.

***Problemas de tipo geomorfológico.***

Únicamente las zonas de altitudes superiores a los 1.000 mts., en las cuales las pendientes topográficas rebasan el 20 por ciento, se han incluido en este grupo. Geográficamente se sitúa al SO. de la Hoja, incluyendo casi todos los terrenos que forman el Area 12.

En ellos aparte de las pendientes surge otra serie de problemas relacionados con el alto grado de tectonización, la acusada lajosidad y la abundancia de laderas inestables; estos hechos condicionan la aparición de deslizamientos y zonas sueltas que dificultan tanto la realización de obras en ellos como su conservación.

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

Se han incluido en este apartado aquellos terrenos en los cuales los problemas que aparecen se agrupan en los siguientes tipos: litológico, geomorfológico e hidrológico; litológico, hidrológico y geotécnico (p.d.); geomorfológico, hidrológico y geotécnico (p.d.); litológicos y geomorfológico; geomorfológico y geotécnico (p.d.); litológico y geotécnico (p.d.); hidrológico y geotécnico (p.d.), geomorfológico; litológico y, por último, geotécnico (p.d.).

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

Los terrenos considerados como constructivamente aceptables a causa de este tipo de problemas, se extienden por todo el ángulo SO. de la Hoja, recubriendo los valles y zonas llanas. Litológicamente están formados por una mezcla de materiales granulares gruesos unidos con matriz arcillosa, fracción esta que a veces aparece en lentejones en niveles aislados, creando una variación litológica errática; a esto se une la existencia de agua a poca profundidad, que mantiene a estos materiales en un estado de saturación que oscila entre total y parcial. Ambos efectos producen la aparición, por arrastre y erosión fluvial, de pequeños desmoronamientos y hundimientos que son los factores concluyentes para la inclusión de estos terrenos en este grupo.



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

Prácticamente todos los terrenos existentes en la vertical de Consuegra—Madridejos, desde estas localidades hasta el río Tajo, se dan como constructivamente aceptables a causa de los problemas ligados a la conjunción, por una parte, de una litología (que si bien superficialmente está formada por un horizonte de gravas y conglomerados de potencia decreciente de N. a S., en profundidad se alternan con capas arenosas y arcillas); y por otra, a las malas condiciones de drenaje. Estos factores conducen a que su comportamiento puntual presenta una serie de anomalías relacionadas con las distintas capacidades de carga de las capas altas e inferiores, así como las distintas magnitudes de los asentamientos.

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

Se incluyen en este punto el conjunto de terrenos que forman los depósitos aluviales y de terraza de casi todos los ríos.

Los problemas que en ellos pueden aparecer estarán siempre ocasionados por la existencia de agua a poca profundidad. Esta provoca abundantes arrastres y desmoronamientos y repercute en la distribución litológica de los materiales, factores ambos que dan al terreno unas características mecánicas poco homogéneas, y que si en puntos determinados pueden ser favorables, en otros próximos pueden pasar a desfavorables. Por lo cual se dan como intermedios, admitiendo, no obstante, este aspecto.

***Problemas de tipo litológico y geomorfológico.***

Se incluyen aquí dos amplias zonas situadas en la vertical de Navahermosa una, y al O. de la Sierra de Nambroca, la otra, así como una serie de pequeños manchones situados sobre la mancha granítica. Se caracterizan por la litología de materiales granulares gruesos, y escasa cementación que los hace poco compactos. Entre los lechos existen diferencias litológicas en cuanto a granulometría, y abundantes fenómenos exógenos en su masa. Estos factores permiten su inclusión en este apartado.

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

La gran zona que se extiende sobre la "Mesa de Ocaña" se ha datado como constructivamente aceptable a causa de la conjunción de unas condiciones mecánicas de tipo medio (capacidad de carga y magnitud de los asentamientos), afectados en parte por la existencia de abundantes niveles arcillosos que influyen desfavorablemente sobre ella, así como una morfología, que en ciertas zonas y debido a la fácil erosionabilidad de sus materiales, predispone la aparición de fenómenos de deslizamiento y desmoronamiento al verse sometidos a cargas externas.

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

Una serie de terrenos situados sobre el centro del borde N. de la Hoja, se han incluido en este grupo a causa de su litología, en la que se entremezclan fracciones

granulares y cohesivas (puntualmente y hacia el S. yesos diseminados, si bien excepcionalmente) de forma irregular. Esto condiciona el desigual comportamiento del terreno, tanto desde el punto de vista de su capacidad portante, que varía ampliamente de un punto a otro, como el de magnitud y tipo de posibles asentamientos, que pasan desde bajos y graduales, hasta elevados y diferenciales.

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

Se incluye aquí una serie de terrenos situados al O. y alrededores de la Villa de Don Fadrique.

El carácter de aceptables constructivamente, está en función de su gran impermeabilidad y de los problemas de drenaje que plantea. Ambos hechos favorecen la aparición de amplias zonas de encharcamiento que afectan progresivamente las características mecánicas de los terrenos, haciendo descender, allí donde aparezcan estos hechos, su capacidad de carga y aumentando la potencia de la capa vegetal y la magnitud de los posibles asentamientos.

#### *Problemas de tipo geomorfológico.*

Se incluye aquí el conjunto de terrenos paleozoicos no insertos en el punto 3.2.

En principio surgen en ellos sus mismos problemas, si bien ahora por presentar una morfología más suave, están disminuidos y no adquieren la magnitud e importancia que antes. Por lo demás, tanto sus condiciones hidrológicas como mecánicas, son muy favorables, acercándose más al grupo de terrenos del punto 3.4. que al del 3.3.

#### *Problemas de tipo litológico.*

Se incluye aquí una serie de terrenos situados sobre el centro E. del borde S. de la Hoja.

En ellos se entremezcla una litología proveniente de la alteración del sustrato margo-calizo, eminentemente arcilloso, con otra granular producida por el arrastre de los terrenos que la circunvalan por el S. y O. Esto produce una variación litológica que repercute sobre sus características constructivas, pues influye de manera decisiva en cuanto a resistencia y compresibilidad de la capa del terreno, si bien en profundidad este problema desaparecerá.

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

Se incluye aquí una serie de terrenos situados en la mitad E. y SE. de la Hoja, y que se dan como constructivamente aceptables a causa de la irregular potencia del recubrimiento así como la de los niveles calcáreos subyacentes. Este hecho condiciona la aparición puntual de zonas mecánicamente inferiores (depósitos sueltos), así como, y a causa de la reducida potencia de los niveles calizos, el que el bulbo de presiones producido al cargarlas les sobrepase, afectando a niveles margosos o arcillosos más compresibles y de peores características, con lo cual se desvirtúan las magnitudes de sus posibles asentamientos de forma negativa.

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

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

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

Se incluye la serie de terrenos situados al N. y E. de Toledo, que en general no presentan grandes problemas constructivos y sólo aisladamente aparecen pequeños desmoronamientos y deslizamientos, siendo sus características mecánicas de tipo medio tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como el de magnitud de posibles asentamientos.

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

Se engloban en este punto los terrenos que forman el Area II<sub>3</sub>. Por lo general, no presentarán problemas ni geomorfológicos ni hidrológicos, si bien en ciertas zonas, y debido a la capa de alteración arcillosa, deberán efectuarse labores para su eliminación, y en otras, y a causa de su escasa potencia, deberán estudiarse con cuidado las cargas y profundidades de cimentación, pues el rebasarse este horizonte, bien directamente, bien por el bulbo de presión, las características constructivas variarían de forma radical.

#### *Problemas de tipo geomorfológico.*

Se engloban en este último punto los terrenos que forman el Area I<sub>1</sub>. En general, no presentarán problemas de ningún tipo, y únicamente allí donde la cubierta de alteración, eminentemente granular, alcance potencias elevadas surgirán problemas relacionados con ella, bien con su eliminación o con su distinto comportamiento en relación con la roca sana.

## BIBLIOGRAFIA.

- Cailleux, A. *Las Rocas*. Eudeba, 1.963
- Churinov. *The principles of compiling the engineering geological map of the U.R.S.S. territory on the scale of 1/2.500.000*. I. Congreso de Geología Económica. París, 1.970.
- Darruan, M. *Précis de géomorphologie*. París, 1.965.
- Debvolny, S. *Aplicaciones de la Geología al urbanismo, el ejemplo de la zona rural de Anchorange*. Congreso Internacional de Geología. Checoslovaquia, 1.968.
- Espejo Molina, J.A. *Normalización de Leyendas Geológicas*. Congreso Hispano Luso Americano de Geología Económica, 1.971.
- Geological Survey. *Bocetos de Mapas Geotécnicos a E: 1/125.000*. EE.UU. 1.962.
- Gojic, D. *Mapa geotécnico de Yugoslavia a escala 1/500.000*. Belgrado, 1.967
- Golodkorskaya y Kolomenski. *Levamentamientos geotécnicos en la URSS*. Congreso Geológico Internacional de Checoslovaquia, 1.968.
- IGME. *Mapa geológico de España a E: 1/200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja nº 53*. Madrid, 1.972.
- IGME. *Mapa geotécnico general. E: 1/200.000. Hoja nº 5-6/45 de Madrid*. Madrid, 1.972.
- IGME. *Mapa geológico de España E: 1/200.000. Síntesis de la cartografía existente. Hoja 45*. Madrid, 1.971.
- Kalinowski, D.J. *Engineering—geological cartography in Poland*. I. Congreso de Geología del Ingeniero. París, 1.970.
- Llamas Madurga, M.R. *Estudio Geológico—Técnico de los terrenos yesíferos de la cuenca del Ebro y de los problemas que plantean en los canales*. M.O.P. Dirección General de obras hidráulicas. Boletín número 12, 1.962.
- Matula. *Problemas fundamentales de la geología regional de los Carpatos, Checoslovaquia*. Congreso Geológico Internacional de Checoslovaquia, 1.968.
- M.O.P. *Datos climáticos para Carreteras*. 1.964.
- M.O.P. *Balance Hídrico*.
- Pérez Regodon, J. *Guía geológica, hidrogeológica y minera de la provincia de Madrid*. 1.970. Memoria del IGME.

- Presidencia del Gobierno. *Normas Sismorresistentes P.G.S.—1 Parte A* (1.968).
- Quervain y Hojmann. *Carte géotechnique de la Suisse. E. 1/200.000*. Comission Géotechnique Suisse, 1.964.
- Stepanovic, B. y Dzakovic, J. *Certaines experiences et princips d'elaboration des cartes de géologie de l'ingenieur en Yougoslavie*. I. Congreso de Geología del Ingeniero. Paris, 1.970.
- Ventura Escario. *Los Suelos de Madrid*. Laboratorio del Transporte y Mecánica del Suelo, 1.970.

INSTITUTO GEOLOGICO  
Y MINERO DE ESPAÑA  
RIOS ROSAS, 23 - MADRID-3



SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA