

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJA 7-4
32

MAPA GEOTECNICO GENERAL

ZARAGOZA



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA GEOTECNICO GENERAL
E:1/200.000

ZARAGOZA

HOJA 7-4/32

SERVICIO PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

INDICE

1. INTRODUCCION	1
2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA	3
2.1. Características físico-geográfica	3
2.2. Bosquejo geológico	6
2.3. Criterio de división. Características generales de las Areas	9
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	15
2.5. Características geomorfológicas	19
2.6. Características hidrológicas	23
2.7. Características geotécnicas	26
3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS	31
3.1. Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	31
3.2. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	32
3.3. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	33
3.4. Terrenos con condiciones constructivas favorables	33
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, para la que se ha tenido presente los resultados de dos estudios realizados:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA

2.1. CARACTERISTICAS FISICO-GEOGRAFICAS

De forma general se consideran la situación, el relieve y la red hidrográfica.

SITUACION

La Hoja estudiada, corresponde a la designada por la numeración 7-4 del Mapa Topográfico Nacional y comprende en casi su totalidad la provincia de Zaragoza. Su demarcación geográfica está definida por las coordenadas:

Longitud: $1^{\circ} 51' 10''$ 5 - $0^{\circ} 31' 10''$ 5
referida al meridiano de Greenwich, dato Europeo y
Latitud $41^{\circ} 20' 04''$ 5 - $42^{\circ} 00' 04''$ 4

RELIEVE

El relieve de la Hoja se caracteriza por la existencia de alineaciones montañosas en la parte Occidental de la misma, donde destaca la Sierra del Moncayo, con el pico del mismo nombre, de 2.316 m de altitud, la Sierra de Tablada (1.749 m) y la Sierra de la Virgen (1.433 m).

En la zona Sur-occidental se encuentra la Sierra de Vicort (1.420 m); en la zona Oriental, y casi en el límite de la Hoja, se sitúa la Sierra de Alcubierre (822 m).

De NO a SE la Hoja es atravesada por el río Ebro y de NE a S por el río Gállego. En dirección SO-NE fluye el río Jalón y paralelo a éste y más al E se encuentra el río Huerva. Los valles de estos ríos suavizan el terreno, que presenta una altitud media de 300 a 400 m.

RED HIDROGRAFICA

Hidrográficamente se pueden diferenciar cuatro cuencas vertientes: la cuenca del Ebro, que es la más representada en la Hoja, y las cuencas de los ríos Gállego, Jalón y Huerva.

Los aprovechamientos de las aguas del río Ebro y de sus afluentes, principalmente para riegos, son numerosos, encontrándose el canal de la Violada que riega el antiguo desierto del mismo nombre, habiéndolo convertido en una zona fértil; el canal de Lodosa, el canal de Tauste y principalmente el Canal Imperial de Aragón, que discurre paralelo al río Ebro, por su margen derecha, en toda la longitud de dicho río dentro de la Hoja en estudio.

Los caudales de estos ríos, sobre todo Ebro y Gállego, son grandes y constantes, siendo regulados por el embalse de Mequinenza (1.500 hm^3), que no está comprendido en esta Hoja, así como por los grandes embalses existentes en la cuenca del Ebro, los cuales se hallan fuera de los límites estudiados.

Es de destacar la acusada diferencia existente entre los caudales recibidos por el Ebro por ambas márgenes, siendo los afluentes de la margen izquierda mucho más importantes y caudalosos que los de la derecha.

CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Para el estudio de las condiciones climáticas de la Hoja se han consultado una serie de datos del Servicio Meteorológico Nacional, del Ministerio de Obras Públicas y del Ministerio de Agricultura referentes a las estaciones termopluviométricas de Buñuel, Veruela, Gallur, Calatayud, Aniñon, Cariñena, Epila, Aeropuerto de Sanjurjo y Ontinar del Salz y a los pluviométricos de Agramonte de Moncayo, Purujosa y Pantano de Mezalocha.

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

Temperaturas

La temperatura media anual en la zona central de la Hoja y en su parte Oriental es de 14° C . En la parte Occidental, y como consecuencia de la influencia de la Sierra del Moncayo, este valor desciende a $12,5 - 13^\circ \text{ C}$, aumentando a $13,5^\circ \text{ C}$ en la zona Sur-occidental.

Las temperaturas máximas absolutas oscilaron entre 38° C (Veruela) y 45° C (Cariñena), manteniéndose en 43° C en el Valle del Ebro.

Las temperaturas mínimas absolutas están comprendidas entre -20° C en Calatayud a 0° C (Ontinar del Salz), correspondiendo las menos extremas a la zona Oriental de la Hoja.

La distribución de las medias de las máximas y de las mínimas es análoga a la comentada en el caso de los valores absolutos. El período de heladas comprende desde

octubre a abril en la mayoría de la Hoja, disminuyendo su duración hacia el E, quedando reducido a los meses de noviembre a abril.

Precipitaciones

Las precipitaciones no son muy abundantes y se reparte desigualmente a lo largo del año. La lluvia media anual, de unos 400 mm en la casi totalidad de la Hoja, aumenta en la Sierra del Moncayo y estribaciones, donde se superan los 600 mm. El número de días de precipitación es de 50 a 70 en la parte Oriental de la Hoja, aumentando paulatinamente hacia el E con valores de 80 a 90 en el Aeropuerto de Sanjurjo. En la Sierra del Moncayo los días de lluvia disminuyen ligeramente, de 70 a 80; en cambio son numerosas las fuertes tormentas que aumentan su pluviometría anual. En Cariñena, los días de lluvia se reparten muy desigualmente, alcanzando valores que oscilan entre los 40 y 90 días.

Indices climáticos

De las curvas termopluviométricas se deduce que el período húmedo comprende los meses de octubre a abril en la mayor parte de la Hoja, aunque en algunos puntos alcanza el mes de mayo.

Unido con este punto, es interesante determinar los coeficientes medios anuales de reducciones climatológicas para cada clase de obra. Para ello se ha supuesto que la duración de la obra se reparte uniformemente a lo largo de los 365 días del año, y estos 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

Provincias	Hormigón	Explanación	Aridos	Riegos y Tratamientos	Mezclas bituminosas
Calatayud	0,8856	0,8329	0,9574	0,3878	0,5738
Aeropuerto Sanjurjo	0,9229	0,8652	0,9722	0,5273	0,7186
Ontinar del Salz	0,9025	0,8390	0,9640	0,5171	0,7042
Epila	0,9000	0,8423	0,9659	0,4832	0,6977
Veruela	0,8443	0,7899	0,9415	0,4263	0,6490

2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO

Teniendo presente que a la escala en que se trabaja en este plano las condiciones del comportamiento geotécnico de cada formación van a ser unas deducciones de sus características geológicas (litología, tectónica y geomorfología), confirmadas con una observación de campo más o menos detallada; es muy conveniente incluir una descripción geológica de la Hoja que defina brevemente, aunque con claridad, cada una de las distintas formaciones que se presentan.

Más de las dos terceras partes de la superficie de la Hoja de Zaragoza está ocupada por la Depresión del Ebro, rellena de sedimentos terciarios y cuaternarios. En el resto, que constituye el ángulo Suroccidental, se encuentran representadas otras tres unidades geológicas, que son de NE a SO: **Rama aragonesa o externa de la Cordillera Ibérica**, en la que aflora el zócalo (fundamentalmente paleozoico interior) y la cobertura mesozoica; **Depresión de Calatayud**, rellena de sedimentos continentales miocenos, y una pequeña porción de la **Rama castellana o interna de la Cordillera Ibérica**, constituida por sedimentos cámbicos.

ESTRATIGRAFIA Y LITOLOGIA

En las distintas unidades geológicas citadas se encuentran materiales desde el Precámbrico Superior al Cuaternario más reciente, los cuales se describen muy brevemente a continuación.

Precámbrico

Lo constituyen las llamadas "Pizarras de Paracuellos", serie de 500 a 1.500 m de pizarras arcillosas dominantes de color parduzco, gris oscuro y azulado, con areniscas micáceas, presentando una fracturación muy intensa e importante meteorización.

Cámbrico

Formando discordancia angular sobre el anterior sistema, están representados los tres subsistemas (inferior, medio y superior) del Cámbrico, con una potencia total superior a los 4.000 m. Los dos primeros tienen carácter transgresivo y sus sedimentos señalan direcciones de procedencia SE, mientras que el Cámbrico Superior es regresivo y con los aportes procedentes del NE. La litología dominante está constituida por pizarras y cuarcitas con intercalaciones de calizas y areniscas..

Ordovícico

Está señalado, aunque su atribución no sea segura, en el macizo de Tabuenca, donde está constituido por pizarras y, fundamentalmente, cuarcitas.

Silúrico, Devónico y Carbonífero

No afloran sedimentos correspondientes a estos tres períodos en el área de la Hoja. Es probable que los dos primeros se depositaran, aunque desaparecieran posteriormente por erosión. Respecto al Carbonífero, posiblemente se hallaba el área fuente de sedimentos en el anticlinal del Jalón.

Pérmino

En el macizo del Moncayo, por encima del Cámbrico, aparece discordante una serie detrítica roja muy potente, compuesta por conglomerados y areniscas silíceas, pizarras rojas, etc., y que se encuentra por debajo del Buntsandstein típico. Es por ello probable que en esta serie rojiza se encuentre representado el Pérmino.

Triásico

Constituido también en su base por depósitos rojos (Buntsandstein) de conglomerados y areniscas fluvio-costeras. El Muschelkalk está formado por sedimentos epicontinentales, generalmente con dos tramos calcáreos y otro tramo rojo intermedio. Por último, el Keuper, de facies evaporítica lagunar, está compuesto fundamentalmente por margas yesíferas de tonos rojizos, con algunas intercalaciones de margas duras y calizas dolomíticas.

La potencia total del Trías es muy variable, entre 200 y 900 m.

Jurásico

El límite Trías-Lías no puede precisarse claramente por existir una serie de dolomías, carniolas y dolomías brechosas que abarcarián desde el probable Rhetiense al Sinemuriense.

El resto del Lías está constituido por calizas masivas (cerca de 400 m) que encierran forma característica a partir del Sinemuriense Superior. Cerca de Morata hay que destacar, en la base del Lías, la existencia de una importante formación de brechas calcáreas, que llegan a alcanzar más de 500 m, debido a fenómenos de Slumping subacuáticos.

A partir del Bajociense se inicia una regresión, con facies calizas progresivamente más costeras y frecuentes hiatos sedimentarios. La potencia total de Dogger y Malm supera los 450 m. El Dogger presenta frecuentes intercalaciones margosas.

Cretácico

A partir del Malm Superior se inicia en la Ibérica el paso a las facies weáldicas, detríticas, continentales o lacustres, que actualmente afloran principalmente al pie del Moncayo.

No están representados ni el Albense ni ningún otro piso del Cretácico Superior, aunque seguramente se depositaron y fueron desmantelados en el Paleógeno.

Paleógeno

Sólo aparece en afloramientos muy reducidos y lo constituyen depósitos continentales detríticos, en general conglomeráticos y arcillosos rojos, probablemente del Oligoceno.

Mioceno

Sus depósitos, junto con los cuaternarios, ocupan más de las tres cuartas partes de esta Hoja.

Tanto en la Depresión del Ebro como en la fosa de Calatayud, el Mioceno está formado en su parte basal por sedimentos continentales, de tipo evaporítico en el centro de las cubetas y carbonatados, arcillosos y, sobre todo, detríticos en los bordes de las mismas. La parte final del Mioceno (Vindoboniense Superior y Pontiense) está constituida por formaciones fundamentalmente calcáreas, que indican el paso del régimen endorreico anterior a otro exorreico, con evacuación de las sales solubles al mar.

Cuaternario

Los depósitos más importantes son los de terraza-glacis (se pasa sin solución de continuidad de un tipo a otro) del río Ebro y afluentes. Se han reconocido cuatro niveles de terraza en el Gállego y cinco en el Aragón, aparte de la terraza de inundación del Ebro. Suelen estar recubiertos por limos eólicos, yesíferos, casi siempre discontinuos.

Todavía se encuentran algunas zonas endorreicas, con lagunas en las que se depositan diversos tipos de sales en la actualidad.

TECTONICA

Dos ámbitos geotectónicos son claramente diferenciables dentro de la Hoja: Cordillera Ibérica y Depresión del Ebro. En el primero pueden separarse, a su vez, las estructuras hercínicas de las alpinas, si bien unas y otras tienen direcciones casi paralelas (NO-SE) siguiendo la alineación general de la Cadena Ibérica.

Aparte de la discordancia angular entre Precámbrico y Cámbrico, que señala la existencia de la fase Asíntica en esta zona, y de los ligeros movimientos producidos durante la Sárdica, los materiales pre-Estefanienses se encuentran fuertemente plegados por la orogenia hercínica (fase Astúrica, probablemente), con clara vergencia NE a partir de la zona de Ateca.

La cobertura mesozoica, también con direcciones de plegamiento NO-SE y vergencia NE, muestra frecuentemente una tectónica superficial, de cobertura, condicionada por los materiales plásticos del Keuper, que actúan de nivel de despegue. El Trías Inferior manifiesta en este caso una tectónica de tipo tegumento, adaptándose más o menos a las deformaciones del Paleozoico.

Ambos conjuntos, Paleozoico y Cobertura mesozoica, están afectados por una importante tectónica de fracturación, con fallas inversas e incluso cabalgamientos de dirección NO-SE y plano inclinado al SO y otras fallas transversas, de desgarre, de dirección NNE.

Por último, y en lo que a la Depresión del Ebro se refiere, hay que señalar que se encuentra solamente afectada por ligeras deformaciones, suaves y de amplio radio, paralelas en general a las del sustrato mesozoico que rejugó al producirse estos movimientos póstumos.

2.3. CRITERIOS DE DIVISION. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Establecidos los objetivos que se pretenden en la confección del Mapa Geotécnico General de España, resulta imprescindible proceder a la división de la superficie de cada Hoja en zonas que presenten la mayor homogeneidad posible frente a los factores con incidencia geotécnica considerados.

Teniendo presente la escala a que se presenta dicho Mapa, es evidente que mantener un criterio estricto en la obtención de dicha homogeneidad nos llevaría a una división demasiado minuciosa, con un gran número de pequeñas zonas cuyos límites siempre quedarían difusos y perdiéndose el carácter de información general que se pretende.

Por todo ello, se establecen seguidamente unos criterios de división que permiten definir, dentro de la Hoja, tres regiones, y estas regiones en un total de doce áreas, en las que las características geotécnicas reúnen condiciones particulares y distintas entre sí por algún concepto.

CRITERIOS DE DIVISION

Para la división en regiones los factores que han representado mayor peso en la decisión han sido los de tipo geológico-estructural, mediante los cuales se han podido delimitar claramente tres regiones, las cuales son:

Región I

Comprende la llamada depresión o fosa terciaria de Calatayud, situada en el ángulo SO de la Hoja, formada a expensas de una fragmentación y sucesivo hundimiento del zócalo paleozoico, lo que dio lugar a un área alargada hundida entre dos levantadas, en la que se depositaron materiales miocenos.

La litología de esta región está compuesta, fundamentalmente, por materiales yesíferos, en sus distintas facies de presentación, materiales margosos y arcillosos con abundante componente calcáreo y materiales detríticos de borde de cuencas, con abundantes conglomerados de tipo silíceo, especialmente representados en la mancha miocena que alargada en dirección NO-SO se atraviesa por la carretera entre Tierga y Tabuenca.

Región II

En esta Región se han agrupado las zonas y materiales pertenecientes a la Cordillera Ibérica. La Región rodea totalmente a la anterior y se sitúa en el ángulo SO de la Hoja. La Rama Aragonesa, que ocupa una franja de terreno de anchura variable (15 a 30 km) en dirección NO-SE y que va de la Sierra del Moncayo a la Sierra de Vicort. La Rama Castellana de la Ibérica ocupa el rincón más Suroccidental de la Hoja con materiales paleozoicos de tipo cuarcítico y pizarreño.

La Rama Aragonesa está compuesta por materiales del zócalo Paleozoico de tipo pizarras, cuarcitas y areniscas y por materiales de la cobertura mesozoica de tipo calizo, dolomítico y yesífero, con arcillas abigarradas.

Lo más destacable de toda la Región II es la fracturación acusada que presentan la mayor parte de los materiales, así como la topografía movida que se aprecia en todas las zonas.

Región III

Esta Región, que hemos denominado con el nombre de Valles del Ebro, ocupa las tres cuartas partes de la Hoja en estudio y se incluyen en ella los terrenos miocenos, continentales y cuaternarios presentes en la Depresión Terciaria del Ebro.

Los materiales terciarios presentan una litología variada y típica de medio continental con rápidos y frecuentes cambios laterales de facies. Son de destacar una formación central de yesos, llamada por Quirantes "Yesos de Zaragoza", formada por yesos masivos, concrecionares y nodulosos, así como por margas y limos yesíferos; en algún punto la formación de sales solubles se presenta en concentración y cantidad suficiente como para ser explotable: tal ocurre con la halita en Remolinos.

Esta formación de yesos constituye la parte central del relleno mioceno del Ebro y pasa, lateralmente, a materiales más detríticos o margo-calizos; y ya en las zonas de enlace con las estribaciones ibéricas, a auténticos conglomerados, como en el pie del Moncayo, Veruela, La Almunia y Cariñena.

Las formaciones rojizas de tipo margo-arenoso son muy frecuentes en la parte Noroccidental de la Hoja (Tárazona, Ablitas), margen derecha del Ebro, mientras que los de tipo margo-calcáreo predominan en la parte Nororiental y margen izquierda del río (Somontano, Castejón, Bardenas).

Una gran parte de la Región está ocupada por los materiales cuaternarios, entre los que se pueden distinguir, a grandes rasgos, tres grupos:

Materiales detríticos

De terrazas antiguas, remodelados a "glacis", pertenecientes al río Ebro y principales afluentes, en donde el material dominante son las gravas con frecuentes encostramientos con cemento calcáreo o yesífero.

Materiales aluvionarios

Recientes de los actuales hechos de inundación del Ebro y afluentes, constituidos normalmente por una capa superficial, más o menos potente (1 a 3 m), de limos que descansan sobre gravas y arenas bastante limpias.

Materiales de relleno

De las pequeñas vaguadas de erosión, en las formaciones miocenas yesíferas, que están constituidas por limos yesíferos flojos mezclados con bolos de caliza y yeso y de características geotécnicas deficientes, por la importancia de los asentamientos a que pueden dar lugar.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Para la subdivisión de cada Región en Areas se han tenido presente de manera especial los criterios de tipo litológico, seguido de los de tipo morfológico, hidrológico y geotécnico propiamente dicho.

Estos criterios han conducido a la subdivisión de doce áreas de características especiales cuya descripción general pasamos a efectuar.

Area I₁

Está constituida esta Área por los materiales detríticos existentes en la Región I - Fosa Terciaria de Calatayud; pertenecen estos sedimentos a origen diverso, derrubios de ladera, aluviones de ríos, glacis, etc., pero poseen en común una litología eminentemente granular que los hace fácilmente agrupables desde el punto de vista geotécnico.

Las zonas más extensas de esta Área se encuentran en los valles del Jalón, Grio y Rambla de Ribota y es de destacar la gran mancha de materiales conglomeráticos mioceños y detríticos sueltos cuaternarios, que se encuentra entre los pueblos de Tierga y Tabuenca siguiendo una dirección NO-SE.

La Área presenta, en general, una topografía llana, con ligeros escarpes marginales en el valle del río Grio y en la zona detrítica citada en el párrafo anterior.

El material, preferentemente detrítico, da lugar a un drenaje bueno por percolación y a la existencia de frecuentes acuíferos libres que son explotados en algunos puntos intensamente.

Las características geotécnicas constructivas son de aceptables a buenas, con capacidades de cargas unitarias medias y altas, y asientos inapreciables, junto a una gran estabilidad.

Area I₂

Se compone de los materiales margo-calcáreos terciarios de la fosa de Calatayud.

Se extiende por la mitad más septentrional de la Región I, siendo su límite S los materiales margo-calizos de la Sierra de Armantes.

Presenta, en general, una morfología de tipo ondulado y llano, de litología uniforme, constituida por arcillas, margas y algún nivel de arenisca; en la zona de Sierra de Armantes predominan las calizas y calizas margosas, dando entonces un relieve un poco más acusado.

El drenaje está favorecido por la escorrentía, ya que los materiales son medianamente permeables, y en algún punto las acumulaciones de suelo limoso pueden originar aisladamente problemas de drenaje difícil.

La capacidad portante de los materiales será, normalmente, de tipo medio y los asentamientos serán de moderados a débiles; en algún punto aislado se puede detectar la presencia de yesos.

Area I₃

Esta Área, que se extiende por la comarca de Calatayud, ocupa la parte más meridional de la Región I, rodeando prácticamente a los materiales aluviales de los ríos Jalón y Perejiles.

La litología está formada por yesos, margas y limos yesíferos que dan lugar a un relieve alomado en el que el fondo de valles y barrancos está ocupado por concentraciones limosas.

El terreno es impermeable en general, pero el drenaje se ve favorecido por la escorrentía superficial.

Las características constructivas son en general desfavorables por la acusada presencia de yesos de fácil disolución y obligado empleo de cementos especiales.

La capacidad de carga será media para margas y yesos y baja para los limos yesíferos, en los que serán necesarias medidas especiales para el drenaje.

Área II₁

Se agrupan en esta Área todas las zonas constituidas por rocas de naturaleza calcárea y pertenecientes a las cadenas ibéricas.

Se extiende por toda la Región II, pero de manera más destacada en la parte central de la misma. Su litología se compone de calizas, margas y dolomías, algunas bastante fracturadas y en forma de brechas.

El relieve es, en general, montañoso y abrupto, con frecuentes farallones calizos y acumulaciones de rocas disgregadas en los barrancos y piedemontes.

Es posible la existencia de acuíferos profundos a favor de la estructura geológica y de los accidentes tectónicos; el drenaje es excelente, favorecido tanto por la gran permeabilidad del terreno como por el relieve.

Las características geotécnicas del terreno son excelentes en cuanto a capacidad portante y a la inexistencia de asentamientos, pero el fuerte relieve será siempre un obstáculo importante a la hora de construir.

Área II₂

Forman esta Área los materiales rocosos de tipo detrítico que existen dentro de la Región II y cuya representación más clara aparece en la sierra del Moncayo, en la área de Tabuenca y en la de Illueca.

La litología está compuesta por areniscas, conglomerados y arcillas con yesos, en facies rojas, pertenecientes al Trías (Bunt y Keuper) y al Permo-Trías. Se presentan bastante fracturadas y dan lugar a un relieve abrupto, con frecuentes barrancas y zonas hundidas más onduladas o abarrancadas donde afloran las margas yesíferas del Keuper (Tierga).

El drenaje será bueno por la fácil escorrentía superficial; aunque en el fondo de barrancos y zonas bajas se producirán zonas de mal drenaje, el terreno es, en general, bastante impermeable.

Las características geotécnicas son aceptables, con una capacidad portante de tipo medio a alto y asentamientos despreciables; sin embargo es frecuente la existencia de zonas inestables por la intensa fracturación del terreno, la fuerte alteración del mismo o la presencia de arcillas yesíferas muy plásticas y deslizantes.

Area II₃

Esta Area está constituida por los materiales rocosos más antiguos (precámbrios y cámbicos) pertenecientes a las cadenas ibéricas.

Se trata de rocas pizarrosas y cuarcíticas en su mayoría, las cuales se extienden preferentemente por la parte más meridional de la Región II; las pizarras se presentan bastante fracturadas y afectadas por cabalgamientos, hallándose especialmente triturados los pertenecientes a la formación llamada "Pizarras de Paracuellos", que aparece entre Jarque y Paracuellos. Las cuarcitas aparecen más sanas, en bancos potentes y menos afectados por la fracturación.

El relieve resultante es en general abrupto y montañoso, destacando los farallones de cuarcita sobre las pizarras.

El terreno es semipermeable y el drenaje es excelente por la fuerte escorrentía.

La capacidad portante de los materiales es alta y sin problemas de asentamientos. La morfología difícil y accidentada del Area, junto a las complicaciones de tipo tectónico-estructural, hacen que estas zonas sean poco recomendables a la hora de construcciones importantes.

Area III₁

Constituyen esta Area los materiales aluvionarios más modernos, que forman los lechos de inundación y terrazas más recientes de los ríos importantes de la Hoja (Ebro, Gállego, Arba, Queiles, Huecha, Jalón y Huerva).

La litología dominante la constituyen gravas, arenas y limos de naturaleza calcárea y silícica. Ocupan una extensión bastante considerable de la parte Nororiental de la Hoja.

La morfología es totalmente llana, con muy ligera pendiente hacia los ríos.

El nivel freático suele estar próximo a la superficie y dominado por las fracturaciones del nivel de los ríos; el drenaje suele ser bueno por percolación natural, con algún punto difícil por acumulación de limos arcillosos.

Geotécnicamente presenta características portantes medianas y asientos inapreciables o medios para este tipo de cargas.

Area III₂

Se reúnen en esta Area las zonas ocupadas por formaciones de tipo glacis y terrazas-glacis, cuya representación más típica se halla en la margen derecha del Ebro, entre Zaragoza y Pedrola.

Constituyen las terrazas más antiguas de los ríos y se desarrollan en las zonas marginales de los cuaternarios aluviales, destacando en especial las de los ríos Ebro y Gállego, así como la de la comarca de Cariñena-La Almunia.

Litológicamente está constituida por brechas y conglomerados en los que se intercala algún lentejón limoso esporádicamente.

Presenta una morfología llana con una ligera pendiente hacia los ríos de un 3 por ciento aproximadamente.

El drenaje es excelente, con alta permeabilidad de los materiales y nivel freático a profundidad mayor de 3 m, en general.

Las características constructivas son excelentes, con capacidad portante media a altas y asentamientos inapreciables para estas cargas.

Area III₃

Constituyen esta Area los materiales fundamentalmente detríticos del terciario del Valle del Ebro.

Se encuentran de manera preferente por las comarcas de Tarazona, Leciñena y Fuentejalón. La característica litológica más destacada es la constante presencia, más o menos acusada, de areniscas y conglomerados dentro de un conjunto de arcillas, margas y algo de yeso.

La morfología típica es la de un terreno ondulado, con suaves pendientes y algún pequeño resalte calcáreo o areniscoso.

El drenaje es, en general, bueno por una combinación de la escorrentía y la percolación natural.

Las características constructivas son buenas en general, con capacidades portantes medias y asientos de tipo medio o inapreciable. La presencia de yeso obligará en algún punto a la utilización de cementos especiales en los hormigones.

Area III₄

Los materiales calcáreos y margo-calcáreos del Valle del Ebro se han agrupado para formar esta Area, que se extiende de manera preferente por las comarcas de La Muela-Altamira-Llanos de La Plana, Montes de Castejón y Somontano-Sierra de Alcubierre.

La litología es muy clara y dominante, formada por calizas y margas, con la presencia esporádica de yesos.

La morfología es ondulada, y montañosa a veces, ya que forma las mesetas rasas de las zonas más altas del terciario de la zona, cuyos accesos suelen estar frecuentemente abarrancados y presentar relieves en "cuesta" de fuerte pendiente.

La permeabilidad es media o alta por fisuración, y el drenaje será bueno por la alta escorrentía.

La capacidad portante será alta con cargas y asientos inapreciables.

Area III₅

Pertenecen a esta Area las zonas ocupadas por los materiales del Valle del Ebro en los que el yeso es un constituyente principal.

Se extiende de manera general por el centro del Valle, ocupando las márgenes de los materiales aluviales recientes del Ebro.

Su litología está constituida, de manera uniforme, por margas yesíferas, yesos y limos yesíferos que ocupan los "vales" de la red hidrográfica y de los cuales se hablará más adelante.

La morfología es de tipo ondulado, con frecuentes abarrancamientos en algunos puntos que dan lugar a auténticos farallones erosivos.

La permeabilidad es baja y la escorrentía es alta, por lo que el drenaje sólo ofrecerá problemas en las zonas bajas y en los citados "vales" ocupados por los limos.

Las características constructivas son deficientes en general. Aunque las cargas unitarias admisibles puedan llegar a ser de tipo medio y los asentamientos de poco valor, el problema residirá siempre en la fácil solubilidad de los mismos en presencia del agua.

Area III₆

En la zona de Muel-Mezalocha-Fuendetodos, al S de Zaragoza, es frecuente la presencia de calizas Jurásicas que constituyen la base de toda la cuenca terciaria del Ebro y que se han agrupado dentro de la Area III₆ de este trabajo.

Su litología es uniforme a base de una roca de caliza y margo-caliza bastante dura, aprovechada industrialmente para fábricas de cemento.

La morfología es ondulada en general por encontrarse los afloramientos bastante arrasados por la erosión.

Es un terreno muy permeable por fisuración y el drenaje no tendrá nunca problemas por favorecerlo la escorrentía y la percolación.

Las características resistentes son muy altas, sin asientos de ningún tipo y gran estabilidad.

2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

Se incluye en este apartado una descripción de los tipos de materiales y suelos que aparecen en cada una de las Areas en que se ha dividido la Hoja.

Esta descripción se hace sobre la base de dos grandes conjuntos: uno de Formaciones Superficiales, que incluye los materiales más o menos sueltos, de reciente formación y otro del Sustrato, en el que se agrupan los materiales rocosos anteriores al Plioceno y que presentan una evidente consolidación.

Todo este apartado se resume en el plano adjunto, al que acompaña una Ficha de Características Litológicas en donde se citan las litologías de cada una de las Areas definidas.

Area I₁

Los materiales de esta Area son todos de tipo granular, incluyendo los de origen aluvial que forman terrazas y lechos de los ríos, así como algunos de edad terciaria cuyas facies detríticas y más o menos sueltas dan unas características geotécnicas parejas a los de tipo aluvial.

El suelo que originan estos materiales suele ser escaso y de tipo arenoso, con escasa proporción de arcilla y limo.

Area I₂

Los sedimentos que constituyen esta Area son de naturaleza margo-calcárea, predominando los de tipo terroso (margas, arcillas) sobre los de tipo rocoso (calizas).

El suelo superficial es bastante potente en toda la Area y en general de naturaleza arcillo-margosa.

El drenaje y la estabilidad superficial dependen en gran parte de la citada capa superficial de suelo, ya que la permeabilidad es muy escasa y la presencia de agua empapando las arcillas y limos superficiales pueden ocasionar corrimientos en las zonas de pendiente más acusada. Por otra parte, es probable la aparición de asentamientos importantes.

Area I₃

Los materiales yesíferos de naturaleza margosa o limosa son los que forman el suelo y subsuelo de esta Área, que se extiende por la comarca de Calatayud de manera dominante, con la única excepción de los aluviones cuaternarios de los ríos Jalón y Perejiles.

El suelo superficial suele ser de escaso espesor, salvo en hondonadas y puntos aislados, y está formado por límos yesíferos.

La permeabilidad tiene un valor bajo en general, y la estabilidad está muy asociada a la presencia del agua, la cual produce frecuentes disoluciones de yesos y otras sales solubles presentes en la zona.

Area II₁

Esta Área está constituida por materiales rocosos de naturaleza calcárea, compuestas a base de calizas, margas y dolomías, dispuestas en bancos más o menos potentes de roca masiva o de conglomerado brechoide.

La roca se presenta en general sana en cuanto a alteraciones, pero con zonas muy fracturadas que pueden ocasionar inestabilidad por caída de bloques.

El suelo es prácticamente inexistente y se reduce a pequeñas zonas bajas donde aparece un suelo arcilloso con bolos calizos.

Area II₂

Los materiales rocosos de tipo detrítico pertenecientes a la Región II –Rama Oriental de la Ibérica– son los que forman esta Área.

El sustrato está constituido por areniscas y conglomerados duros y compactos, aunque bastante fracturados, y por arcillas rojas yesíferas en facies Keuper.

Las formaciones superficiales sólo llegan a tener cierta importancia en las zonas ocupadas por las arcillas rojas del Tránsito, en donde se pueden formar suelos arcillosos potentes. En el resto de los materiales el suelo es escaso y de naturaleza varia.

El drenaje y la estabilidad están muy relacionados con el tipo de sustrato rocoso existente.

Area II₃

El sustrato de esta Área lo forman materiales rocosos de naturaleza pizarrosa y cuarcítica, de edad precámbrica y cámbrica, y que se presentan en un muy variado estado de fracturación y alteración.

Las formaciones superficiales tienen escasa importancia, reduciéndose a suelos arcillosos de poca potencia en algunas zonas de pizarras y ocasionales formaciones de piedemonte junto a los acusados relieves cuarcíticos.

Destacable en esta Área es la intensa fracturación de la formación pizarrosa conocida con el nombre de "Pizarras de Paracuellos" por la inestabilidad general que presenta y que será obstáculo importante para cualquier aprovechamiento constructivo.

Area III₁

Las terrazas recientes y cauces de inundación actuales de los ríos de la Hoja constituyen esta Área, que presenta una litología compuesta por:

- Una formación superficial de naturaleza limo-arcillosa y potencia variable, aunque, en general, no sobrepasa los 1,5 a 2 m.
- Un sustrato de gravas y arenas con intercalaciones de niveles limosos y algún nivel conglomerático de cemento selenítoso. La potencia de este conjunto suele ser variable, pero casi siempre mayor de 4-5 m.

El nivel freático está próximo a la superficie, y la variabilidad del mismo puede afectar a la estabilidad, cuando debido a la existencia de limos algo yesíferos en profundidad se puedan producir socavaciones por disolución, produciéndose hundimientos locales.

Area III₂

Las terrazas más antiguas del Ebro y las zonas de glacis constituyen esta Área, que presenta una litología uniforme compuesta por:

- Un suelo limo-arenoso de escasa potencia, menor de 1 m en general, que ocupa las zonas bajas y ligeras hondonadas de la zona.
- Un sustrato de brechas y conglomerados de cantes poligénicos y de tamaño y forma variable, con potencia comprendida entre 2 y 6 m y muy utilizado en la zona como aprovechamiento de graveras.

Area III₃

Esta Área presenta una litología muy variada, perteneciente toda ella al Terciario del Valle del Ebro y en la que su carácter más constante es el aspecto terroso de todos los materiales.

La formación superficial de suelos es a veces difícil de separar del sustrato, ya que, en general, se trata de suelos aluviales de tipo margo-arcilloso con alguna proporción de arena y bolos; su espesor sólo tiene alguna importancia en el fondo de valles y zonas bajas.

El sustrato está formado todo él por un conjunto de margas y arcillas, con algunas zonas yesíferas, en el que es muy frecuente la presencia, más o menos abundante, de areniscas y conglomerados.

Area III₄

Los materiales que forman el sustrato de esta Área son los que, perteneciendo al Terciario del Ebro, poseen una naturaleza calcárea o calco-margosa de tipo compacto o rocoso y presencia esporádica de yeso.

Ocupan estos materiales las zonas de topografía más alta (La Muela, Montes de Castejón, etc.), en forma de mesetas, donde se destacan estos materiales más duros del resto de los que componen la cuenca sedimentaria del Ebro.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I ₁	Materiales granulares de la Fosa de Calatayud. Suelos arenosos con algo de arcilla. Aluviones de grava y arena. Terciario detrítico.
	I ₂	Materiales calcáreos de la Fosa de Calatayud. Suelos potentes de tipo arcilloso. Margas, arcillas y calizas blandas.
	I ₃	Materiales yesíferos de la Fosa de Calatayud. Suelos poco potentes de tipo limoso y arcilloso. Margas yesíferas, limos yesíferos.
II	II ₁	Rocas calcáreas de la rama oriental de la Ibérica. Suelos muy escasos de arcilla con bolos. Calizas, margas y dolomías.
	II ₂	Rocas detríticas de la rama oriental de la Ibérica. Suelo arcilloso potente sobre el Trías. Areniscas, conglomerados y arcillas yesíferas.
	II ₃	Rocas cuarcíticas y pizarras de la Ibérica. Suelos de arcilla y bolos, muy escasos. Ocasionales piedemontes. Cuarcitas y pizarras de muy variada fracturación.
III	III ₁	Materiales más recientes del Valle del Ebro. Formación superficial limo-arcillosa. Gravas y arenas con lentejones limosos.
	III ₂	Terrazas antiguas y zonas de glacis. Suelos limo-arenosos poco potentes. Brechas y pudingas poligénicas y heterométricas.
	III ₃	Materiales detríticos del Terciario del Ebro. Suelos eluviales margo-arcillosos con algún bolo. Margas y arcillas con algo de yeso, aspecto terroso.
	III ₄	Materiales calcáreos del Terciario del Ebro. Suelo poco potente de naturaleza margo-arcillosa. Calizas, margas y margo-calizas de aspecto rocoso.
	III ₅	Materiales yesíferos del Terciario del Ebro. Suelos limosos, potentes en el fondo de valles. Margas yesíferas y yesos en masa informes.
	III ₆	Calizas y margas del sustrato del Terciario del Ebro. Suelo muy escaso. Margas y calizas masivas o en bancos potentes.



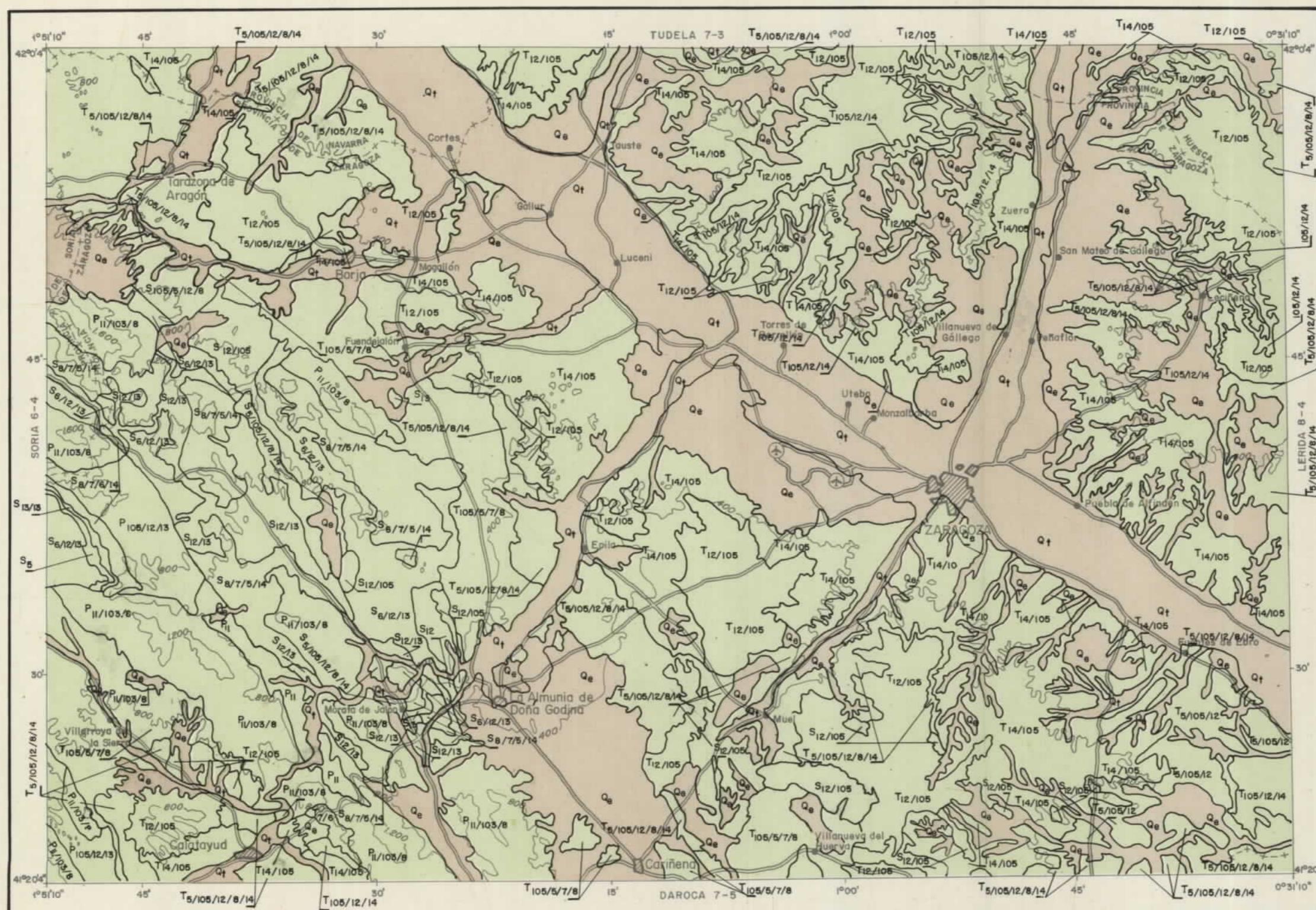
MAPA GEOTECNICO GENERAL

FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

ZARAGOZA

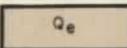
7-4

32

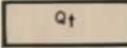


SUSTRATO	
T 105/5/7/8	Margas, arcillas, conglomerados y areniscas.
T 7/8	Conglomerados y brechas.
T 12/105	Calizas y margas.
T 105/12/14	Margas, calizas y yesos.
T 14/105	Yesos y margas.
T 5/105/12/8/14	Arcillas, margas, calizas areniscas y yesos.
S 105/5/12/8	Margas, arcillas abigarradas, calizas y areniscas.
S 12	Calizas.
S 12/105	Calizas y margas.
S 13	Dolomías.
S 6/12/13	Brechas calizo-dolomíticas.
S 12/13/14	Calizas, dolomías, carniolas y yesos.
S 5	Arcillas abigarradas.
S 12/13	Calizas, calizas dolomíticas y arcillas abigarradas.
S 8/7/5/14	Areniscas, conglomerados, arcillas abigarradas y yesos.
P 105/12/15	Margas, calizas y dolomías. Algunas areniscas.
P 11/103/8	Pizarras, cuarcitas y areniscas. También grauwacas, dolomías y rocas volcánicas.
P II	Pizarras.

FORMACIONES SUPERFICIALES



Depósitos eluviales. Brechas y conglomerados y limos yesíferos.



Depósitos de terrazas, conglomerados y arcillas.

Escala 1/400.000

Las formaciones superficiales se reducen a un suelo muy delgado de tipo margo-arcilloso y a formaciones de tipo piedemonte de arcillas y bolos calizos.

Area III₅

Con el factor común de la presencia constante de yeso, los materiales que constituyen esta Área se pueden agrupar en:

- Unos limos yesíferos, que ocupan los fondos de los valles de la red fluvial y que pueden alcanzar potencias considerables (4 a 5 m). Presentan condiciones geotécnicas bastante deficientes.
- Un conjunto de margas y yesos en lechos más o menos potentes o en masas uniformes: fácilmente erosionable por el agua de escorrentía, en especial por disoluciones.
- Un suelo muy poco potente, y no siempre presente, formado de manera casi constante por limos y arcillas con yesos y otras sales disueltas.

Area III₆

En esta Área no puede hablarse de formaciones superficiales, ya que toda ella está ocupada por las calizas jurásicas que constituyen el sustrato de la cuenca terciaria del Ebro y que la erosión ha puesto al descubierto.

Se trata de calizas sanas, masivas o en bancos potentes con escasa fracturación y que aparecen en la zona de Muel-Mezalocha-Fuendetodos.

2.5. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS

En este apartado se describen las características de tipo geomorfológico que reúnen cada una de las áreas y que puedan tener una repercusión, desde el punto de vista geotécnico, para futuras edificaciones dentro de la Hoja en estudio.

Area I₁

Relieve morfológico llano y ondulado, con algún punto en el que se aprecian ligeros escarpes y abarrancamientos.

La Área presenta, en general, buena estabilidad, con algún punto aislado más dudoso por socavaciones de ríos y arroyos o fuerte erosión.

Area I₂

Presenta una morfología ondulada, con rasas llanuras levantadas del resto de la zona, formadas por calizas más duras que el resto de los materiales (Sierra de Armantes).

La estabilidad será alta en general, aunque es posible que por la naturaleza margo-arcillosa del terreno puedan producirse corrimientos superficiales en los casos de presencia de humedades excesivas.

Area I₃

Las margas y limos yesíferos que constituyen el terreno de esta Area presentan una morfología ondulada, con frecuentes barrancos de fondo plano, llenos de limos yesíferos que presentan inestabilidades de importancia producidos por la fácil disolución de los mismos "vales".

La estabilidad de la zona está fuertemente relacionada con la presencia de agua, la cual produce disoluciones importantes.

Se observan en algunos puntos fuertes escarpes de margas yesíferas producidas por erosión.

Area II₁

Esta Area, perteneciente al dominio de la Rama Oriental de la Ibérica y constituida por calizas, margas y dolomías, presenta una morfología de tipo montañoso y abrupto, con valles encajados y llenos de materiales sueltos tipo piedemontes.

La estabilidad dependerá mucho de las condiciones locales de fracturación, estructura y tectónica de la masa rocosa, así como del tipo de obra y solicitudes que se hagan.

Area II₂

La morfología de esta Area presenta características distintas según la litología; así, las zonas de areniscas y conglomerados presentan relieve abrupto de valles encajados y resaltes rocosos; por otra parte las zonas ocupadas por las arcillas y argilitas del Keuper presentan morfología ondulada, con frecuentes abarrancamientos y hondonadas.

La estabilidad está muy relacionada con la tectónica, siendo las zonas de arenisca y conglomerados bastante estables y las de arcillas yesíferas bastante inestables, por corrimientos, erosión, etc.

Area II₃

Las cuarcitas y pizarras que constituyen las zonas agrupadas dentro de esta Area presentan una morfología abrupta y montañosa, en la que se destacan los resaltes cuarcíticos dentro del conjunto de pizarras.

Abundan las formaciones de tipo piedemonte en las laderas, presentando inestabilidades importantes por su fácil alteración a arcillas.

Las cuarcitas son estables en general, con algún punto con problemas por caída de piedras. Las pizarras se hallan muy fracturadas, en especial las de "Paracuellos", presentando frecuentemente acusadas inestabilidades.

Area III₁

Los materiales aluviales que forman esta Area presentan una morfología totalmente llana con ligeras pendientes hacia los ríos.

La estabilidad es muy alta, si bien en algún punto, donde coincidan frecuentes oscilaciones del nivel freático y lentejones limosos en profundidad, pueden producirse disoluciones que forman huecos subterráneos y que pueden provocar hundimientos más o menos bruscos (Zona de Casetas-Utebo).

Area III₂

Topográficamente esta Area es similar a la anterior; llana totalmente aunque en ella la pendiente hacia los ríos es uniforme y un poco más alta, llegando a veces hasta el 5 por ciento.

La estabilidad es alta aun en las zonas en que el terreno pueda presentar abombamientos por halocínesis del sustrato yesífero.

Area III₃

Esta Area presenta una morfología uniforme de tipo ondulado, con ligeros resalte de los niveles más duros dentro del conjunto litológico. Las pendientes topográficas se mantienen suaves en toda la Area, con una estabilidad aceptable y algún problema localizado por la presencia de yeso y margas arcillosas con agua.

Area III₄

La morfología de tipo ondulado y abrupto por zonas está ligada a la menor o mayor dureza de los materiales, así como al grado de desarrollo de la erosión fluvial.

Las zonas de litología margosa presentan relieve ondulado con algunos barrancos, mientras las zonas ocupadas por calizas y calizas margosas presentan escarpes abruptos en los bordes y relieves ondulados en las zonas de meseta.

La estabilidad es alta en general, reduciéndose los problemas de inestabilidades a los citados escarpes marginales de las calizas.

Area III₅

El relieve topográfico de esta Area es similar al descrito para ella Area I₃, por lo que es perfectamente válido lo dicho para la misma, o sea:

- Relieve ondulado con frecuentes valles fluviales de fondo plano, llamados "vales", llenos de limos yesíferos de fácil solubilidad.
- Presencia de fuertes escarpes en las margas yesíferas producidos por la erosión fluvial.
- Estabilidad general aceptable, aunque la presencia de agua puede producir inestabilidades locales por disolución intensa.

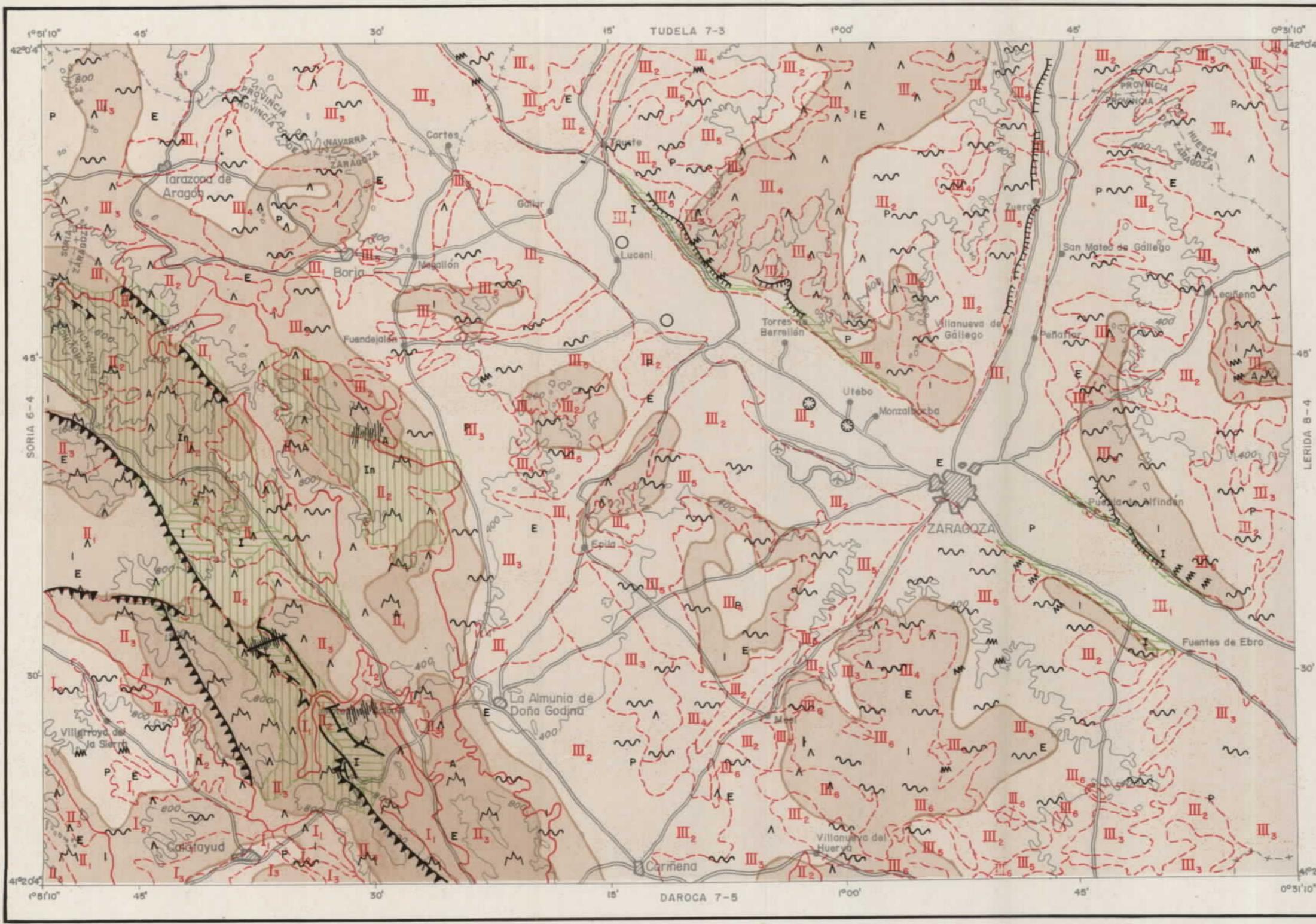
Area III₆

Las calizas jurásicas de esta Area presentan relieve ondulado debido a la fuerte erosión a que estuvieron sometidas. La estabilidad es muy alta.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I ₁	Relieve ondulado y llano con ligeros escarpes y abarrancamientos. Buena estabilidad. Erosiones locales.
	I ₂	Morfología ondulada y rasas levantadas llanas. Estabilidad alta. Posibles corrimientos superficiales locales por presencia de gran humedad.
	I ₃	Morfología ondulada con barrancos de fondo plano. Inestabilidad de los limos yesíferos en presencia de agua. Fuertes escarpes locales.
II	II ₁	Relieve montañoso y abrupto de valles encajados. Inestabilidades de origen tectónico-estructural.
	II ₂	Relieve abrupto para areniscas y conglomerados. Relieve ondulado con barrancos para arcillas yesíferas. Inestabilidad y abarrancamientos en las arcillas.
	II ₃	Relieve abrupto y montañoso con resaltes fuertes de las cuarcitas. Inestabilidad general en las pizarras.
III	III ₁	Morfología totalmente llana. Estabilidad alta en general. Muy localizada posibilidad de hundimientos.
	III ₂	Morfología totalmente llana con pendiente uniforme del 3-5 por ciento hacia el Ebro. Estabilidad general.
	III ₃	Relieve ondulado con pequeños resaltes topográficos. Problemas de estabilidad muy localizados por la presencia de yeso.
	III ₄	Morfología de tipo ondulado y abrupto en zonas, dependiendo de la litología. Estabilidad general. Caída de piedras en escarpes.
	III ₅	Morfología ondulada con barrancos de fondo plano. Inestabilidad de los limos yesíferos en presencia de agua. Fuertes escarpes locales.
	III ₆	Relieve ondulado de rocas erosionadas. Estabilidad muy alta.



CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS



Escala 1/400.000

SIMBOLOGIA

FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

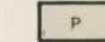
- Falla
- Cabalgamiento
- Zona muy fracturada

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

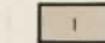
- Abarcamientos
- Formas de relieve alomado
- Formas de relieve abrupto
- Formas de relieve montañoso
- Hundimientos
- Hundimientos en potencia
- Paredón de yesos y margas

INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

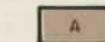
Zonas planas, pendientes menores del 5 por ciento.



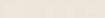
Zonas intermedias, pendientes entre el 5 y el 10 por ciento.



Zonas abruptas, pendientes mayores del 10 por ciento.

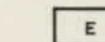


Límite de separación de Zonas



SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

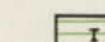
Zonas estables bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre.



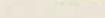
Zonas estables bajo condiciones naturales e inestables bajo la acción del hombre.



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

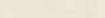


Límite de separación de Zonas.

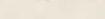


DIVISION ZONAL

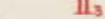
Límite de separación de Regiones



Límite de separación de Areas.



Designación de un Area.



2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

Se analizan en este capítulo las condiciones de drenaje, permeabilidad y niveles freáticos, así como su importancia de tipo geotécnico frente a cualquier tipo de aprovechamiento urbano, agrícola o industrial.

Area I₁

La naturaleza granular y detrítica que presentan los materiales de esta Area condicionan en gran medida sus características hidrológicas.

En primer lugar, la permeabilidad es alta y el drenaje será siempre fácil por percolación natural, a la que se añade la escorrentía en algunas zonas.

El nivel freático puede presentarse próximo a la superficie en las terrazas bajas de los ríos, y en ese caso el drenaje profundo tendrá dificultades.

Los acuíferos existentes presentarán siempre una porosidad de tipo intergranular.

Area I₂

Materiales poco o medianamente permeables, con puntos aislados totalmente impermeables por acumulación de suelos arcillosos.

El drenaje superficial estará favorecido por la escorrentía, pero el profundo será difícil.

No existirán acuíferos en la zona y el nivel freático estará, normalmente, muy profundo.

Area I₃

Material impermeable en general, con zonas semipermeables de limos. El drenaje se verá favorecido por la escorrentía en las margas yesíferas y será difícil en las zonas de limos.

No existirán acuíferos y las aguas estarán cargadas de sales agresivas para hormigones.

Area II₁

Se trata de rocas en general permeables por fisuración, que puede ser intensa en algunos puntos.

El drenaje no creará problemas ni en superficie ni en profundidad, por ser alta la escorrentía y la infiltración. El nivel freático se halla profundo siempre y la existencia de acuíferos está condicionada por la estructura, tectónica y fisuración del conjunto rocoso.

Area II₂

Las condiciones hidrológicas de esta Area dependen en gran medida de la litología presente en la misma, la cual puede dividirse a estos efectos en dos grupos de características distintas.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I ₁	Permeabilidad alta. Drenaje fácil por percolación y escorrentía en alguna zona. Nivel freático somero en las terrazas bajas. Acuíferos con porosidad intergranular.
	I ₂	Materiales impermeables o semipermeables. Drenaje superficial fácil por escorrentía, drenaje profundo difícil. Nivel freático profundo.
	I ₃	Material impermeable o semipermeable en los limos. Drenaje fácil por escorrentía en las margas; en los limos difícil. Aguas agresivas.
II	II ₁	Materiales permeables por fisuración. Drenaje fácil en superficie y en profundidad. Nivel freático profundo. Posibles acuíferos profundos.
	II ₂	Areniscas y conglomerados permeables, drenaje bueno, nivel freático profundo, no existen acuíferos. Arcillas yesíferas impermeables, drenaje difícil, aguas agresivas, no existen acuíferos.
	II ₃	Permeabilidad variable según fisuración y alteración de la roca. Drenaje fácil siempre. Nivel freático profundo.
III	III ₁	Materiales permeables con puntos más impermeables. Drenaje superficial fácil y drenaje profundo difícil. Nivel freático somero. Acuíferos abundantes.
	III ₂	Permeabilidad alta. Drenaje excelente tanto en superficie como en profundidad. Nivel freático profundo.
	III ₃	Materiales semipermeables e impermeables. Drenaje superficial fácil por escorrentía e infiltración, difícil en profundidad. Nivel freático profundo.
	III ₄	Permeabilidad media y alta por fisuración. Drenaje fácil por escorrentía. Nivel freático muy profundo.
	III ₅	Material impermeable o semipermeable en los limos. Drenaje fácil por escorrentía en las margas; en los limos difícil. Aguas agresivas.
	III ₆	Material permeable por fisuración. Drenaje fácil por escorrentía e infiltración. Nivel freático profundo.



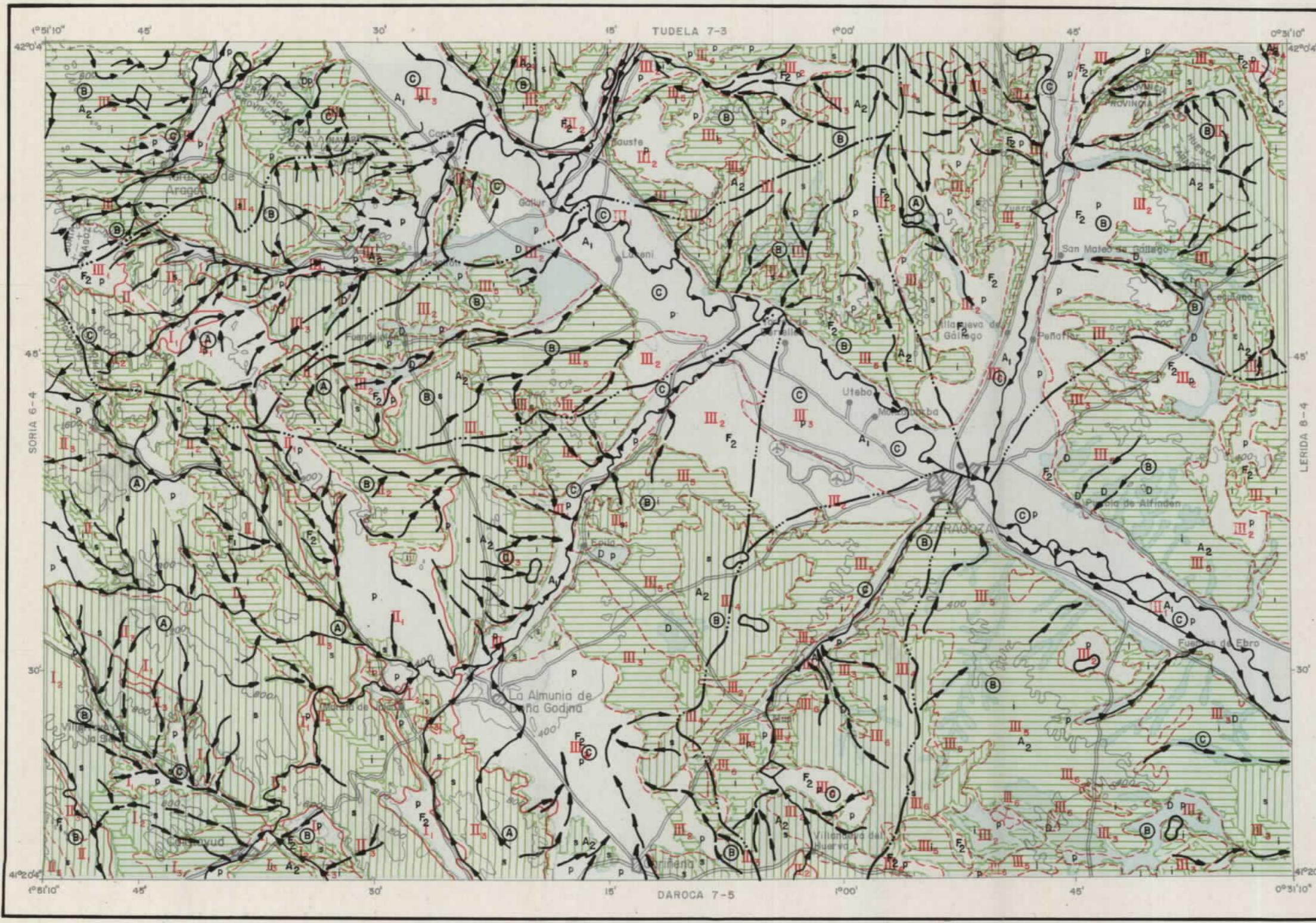
MAPA GEOTECNICO GENERAL

CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

ZARAGOZA

7-4

32



Escala 1/400.000

HIDROLOGIA SUPERFICIAL	SIMBOLOGIA	FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS
Límite de subcuenca hidrográfica.	— · · · ·	Zona de acuíferos aislados por fisuración. (A)
Red de drenaje.	— ↗ ↗	Zona prácticamente sin acuíferos. (B)
Escoorrentia.	— ↗ ↗ ↗	Zona de acuíferos en formaciones de porosidad intergranular. (C)
		Lagunas.
		Embalse.

CONDICIONES DE DRENAJE

Zonas de Drenaje Deficiente.

D

Zonas de Drenaje Aceptable

- A₁ Percolación natural, agua a escasa profundidad.
- A₂ Escoorrentia y percolación agua a profundidad alta.

Zonas de Drenaje Favorable

- F₁ Por escoorrentia superficial alta
- F₂ Por percolación natural alta y nivel freático profundo.

Límite de separación de Zonas

F₁ F₂

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

Materiales Permeables

P

Materiales Semipermeables

S

Materiales Impermeables

I

Límite de separación de Materiales

— · · ·

DIVISION ZONAL

Límite de separación de Regiones.

—

Límite de separación de Areas.

— · · ·

Designación de un Area.

II₃

- Las areniscas y conglomerados presentan una permeabilidad alta por fisuración y percolación, drenaje bueno por gran escorrentía, nivel freático profundo e inexistencia de acuíferos importantes en profundidad.
- Las arcillas yesíferas del Trías son impermeables, con mal drenaje, aguas agresivas y gran dificultad de drenaje profundo.

Area II₃

Esta Área, constituida por cuarcitas y pizarras, presenta una permeabilidad variable según la fisuración y alteración de la roca; el drenaje será siempre fácil por la fuerte escorrentía y el nivel freático se mostrará siempre profundo.

No existe la posibilidad de acuíferos importantes en profundidad.

Area III₁

La alta permeabilidad que presentan los materiales aluvionales que constituyen esta Área se encuentra localmente muy disminuida por la presencia de una capa superficial de suelo arcilloso; lo mismo puede ocurrir con el drenaje superficial, mientras que el drenaje profundo encontrará siempre el problema de un nivel freático próximo a la superficie.

Los acuíferos libres son muy frecuentes y la porosidad de tipo intergranular.

Area III₂

Esta Área posee una permeabilidad alta, con un drenaje fácil por la fuerte percolación natural, favorecida algo por la escorrentía.

El drenaje superficial es fácil y el profundo no tendrá problemas por encontrarse el nivel freático normalmente a más de 4 m de la superficie.

Los acuíferos, caso de existir, tendrán una porosidad de tipo intergranular.

Area III₃

Esta Área presenta materiales de tipo semipermeable e impermeable a veces por acumulación de suelos arcillosos.

El drenaje superficial será fácil por la combinación escorrentía-infiltración, mientras que el profundo tendrá más problemas por la naturaleza del material.

El nivel freático está normalmente profundo y no es presumible la existencia de acuíferos importantes.

Area III₄

Los materiales calcáreos y calco-margosos de esta Área presentan una permeabilidad de tipo medio a alto en las zonas fracturadas, con un drenaje fácil, por escorrentía y percolación, tanto en superficie como en profundidad.

El nivel freático se halla muy profundo.

Se observa la presencia esporádica de yeso y otras sales agresivas al hormigón.

Área III₅

Material impermeable en general, con zonas semipermeables de limos.

El drenaje se verá favorecido por la escorrentía en las margas yesíferas y será difícil en las zonas de limos.

No existirán acuíferos y las aguas estarán cargadas de sales agresivas para hormigones.

Área III₆

El material rocoso calizo de esta zona es permeable por fisuración, con un drenaje fácil por escorrentía e infiltración.

El nivel freático se encuentra a gran profundidad en general; y la posibilidad de acuíferos profundos dependerá de la fisuración y estructura geológica.

2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

En este apartado se hace una descripción de las condiciones geotécnicas de cada Área desde el punto de vista constructivo, en especial en lo referente a cargas unitarias admisibles, posibilidad de asentamientos, posibles inestabilidades, etc.

Todos los fenómenos geotécnicos descritos quedan reflejados en un plano adjunto, al que se acompaña una ficha con el resumen de cada Área.

Área I₁

Atendiendo a la naturaleza de los materiales y a las demás características antes estudiadas, desde el punto de vista geotécnico esta Área se puede resumir:

- Capacidad portante media a alta.
- Asentamientos inapreciables para este tipo de cargas.
- Gran estabilidad.
- En las zonas bajas y próximas a los ríos el nivel freático influirá en el tipo de cimentación a adoptar.

Área I₂

Capacidad portante media y asentamientos de valor moderado o inapreciable producidos durante mucho tiempo.

En algún punto es de esperar la presencia de yesos, lo que obligará al empleo de cementos especiales.

Por lo demás, la estabilidad general es alta.

Área I₃

El tipo de materiales presentes en esta Área implica las siguientes características.

- Para las margas yesíferas, capacidad de carga media y asentamientos pequeños o medios para estas cargas.
- Para los limos yesíferos, capacidad de carga baja y asentamientos medios o altos para estas cargas, producidos lentamente.
- Utilización obligada de cementos especiales para toda la Área.
- Posibilidad de fuertes erosiones y disoluciones en presencia de agua.

Área II₁

El carácter rocoso y montañoso de esta Área impone las siguientes condiciones constructivas.

- Capacidad portante elevada y asientos nulos en general.
- Necesidad de efectuar grandes movimientos de tierra y rocas en las explanaciones.
- Inestabilidad del tipo de caída de rocas en algunos puntos a favor de la fracturación, buzamientos, etc.

Área II₂

Dos grupos geotécnicos pueden hacerse en esta Área de acuerdo con la litología presente:

- Para las areniscas y conglomerados, las cargas unitarias admisibles serán altas y medias en algún punto, los asentamientos serán pequeños o nulos y la estabilidad alta, dependiendo de la fracturación local.
- Para las arcillas yesíferas del Keuper, las cargas unitarias serán medias o bajas y se producirán asentamientos apreciables de manera lenta. La estabilidad general es precaria y se necesitarán cementos especiales por la presencia de aguas selenítosas.

Área II₃

La capacidad portante de los materiales rocosos de esta Área puede variar bastante con el grado de fracturación, alteración y buzamientos existentes en un punto determinado; de manera especial en los paquetes pizarrosos.

No obstante, se pueden dar las siguientes características geotécnicas generales:

Cuarcitas

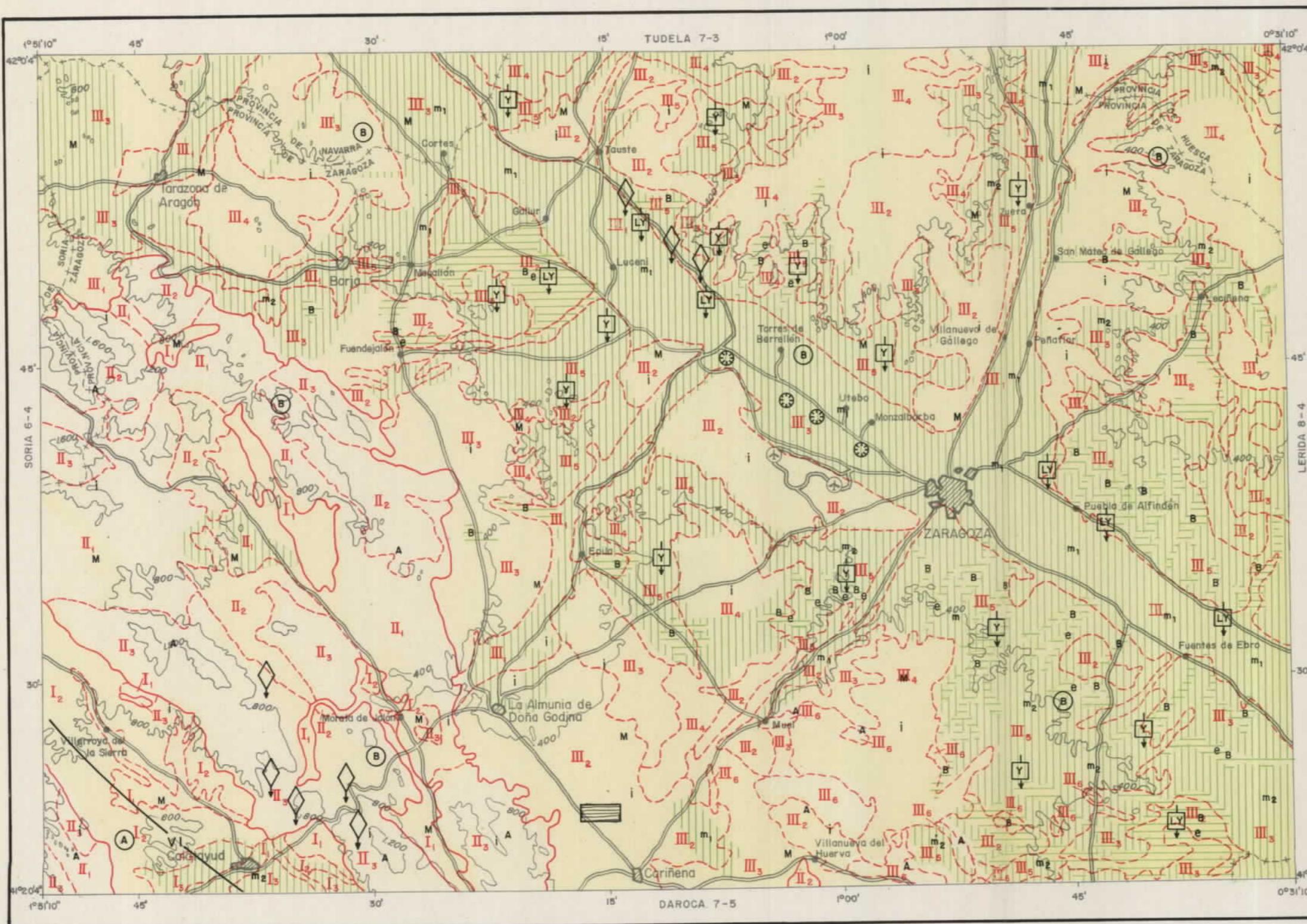
Capacidad portante alta; asientos nulos y posibilidad de caída de algún bloque por fracturación, gran cantidad de desmontes, excavaciones difíciles.

Pizarras

Capacidad portante alta o media, dependiendo de su alteración; asientos nulos o muy pequeños, gran cantidad de desmontes, inestabilidades locales.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I ₁	Capacidad portante media. Asientos inapreciables para estas cargas. Gran estabilidad.
	I ₂	Capacidad portante media. Asientos de valor moderado producidos lentamente. Presencia esporádica de yeso.
	I ₃	Margas yesíferas: capacidad de carga media. Asientos moderados o medios, cementos especiales, disoluciones. Limos yesíferos: capacidad de carga baja. Asientos moderados o altos. Cementos especiales. Disoluciones.
II	II ₁	Capacidad portante elevada y asientos nulos. Posible caída de bloques. Grandes volúmenes de excavación.
	II ₂	Areniscas y conglomerados: cargas altas, asientos nulos estabilidad general alta. Arcillas yesíferas: cargas medias o bajas, asientos apreciables lentamente. Estabilidad nula. Agua agresiva.
	II ₃	Capacidad portante alta para las cuarcitas y alta o media para las pizarras. Asientos nulos. Posible caída de bloques. Gran volumen de excavaciones.
III	III ₁	Capacidad portante media con asientos inapreciables o medios producidos en poco tiempo, nivel freático somero. Posibles lentejones limosos en profundidad, así como aguas agresivas.
	III ₂	Cargas unitarias altas o medias. Asientos nulos o inapreciables. Gran estabilidad. Presencia local de agua selenitosa.
	III ₃	Capacidad portante media. Asentamientos medios o inapreciables producidos lentamente. Presencia esporádica de yeso.
	III ₄	Estos materiales presentan capacidad portante alta y asientos nulos o inapreciables. Ocasionales desprendimientos de bloques.
	III ₅	Margas yesíferas: Capacidad de carga media, asientos moderados, cementos especiales, disoluciones y erosiones. Limos yesíferos: capacidad de carga baja, asientos moderados o altos, cementos especiales, disoluciones.
	III ₆	Capacidad portante alta, asientos nulos. Gran estabilidad, excavaciones con explosivos.

CARACTERISTICAS GEOTECNICAS



Escala 1/400.000

SIMBOLOGIA

GRADO DE SISMICIDAD

- Bajo $G \leq VI$
- Medio $VI < G \leq VIII$
- Alto $G > VIII$
- Límite de separación de Zonas
- Escala Internacional Macro sísmica (MSK)



Costras potentes

Caida de bloques

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS



Presencia de yesos en masa o con margas



Limos yesíferos

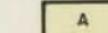


Hundimientos

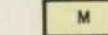


CAPACIDAD DE CARGA

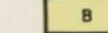
Zonas con Capacidad de carga Alta



Zonas con Capacidad de carga Media



Zonas con Capacidad de carga Baja



Límite de separación de Zonas

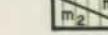


ASIENTOS PREVISIBLES

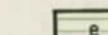
Zonas con inexistencia de asientos para cargas medias



Zonas con asientos de magnitud media para cargas medias

m₁ Asientos rápidosm₂ Asientos lentos

Zona con asientos de magnitud elevada para cargas medias



DIVISION ZONAL

Límite de separación de Regiones



Límite de separación de Areas



Designación de un Area



Area III₁

Los materiales granulares de esta Area presentan una capacidad portante media y asientos inapreciables o medios producidos en poco espacio de tiempo.

El nivel freático próximo influirá en algún punto sobre la cimentación.

Es posible la presencia de niveles limosos blandos en profundidad, así como de aguas selenítosas.

Area III₂

En esta Area los materiales existentes presentan características geotécnicas excelentes, con capacidad portante media o alta y asentamientos nulos o inapreciables.

Es posible la presencia local de aguas selenítosas.

Area III₃

Las características constructivas de esta Area serán aceptables en general, con capacidades portantes unitarias de tipo medio y asentamientos inapreciables o medios para este tipo de cargas, producidos lentamente.

Es posible la presencia de yeso esporádicamente, lo que obligará en esos puntos al empleo de cementos especiales.

Area III₄

La capacidad portante de los materiales calizos o margo-calizos de esta Area será alta, con asientos inapreciables o nulos.

En algún punto se pueden producir desprendimientos de bloques y en otros será necesario para las explanaciones grandes movimientos de tierra y rocas.

Area III₅

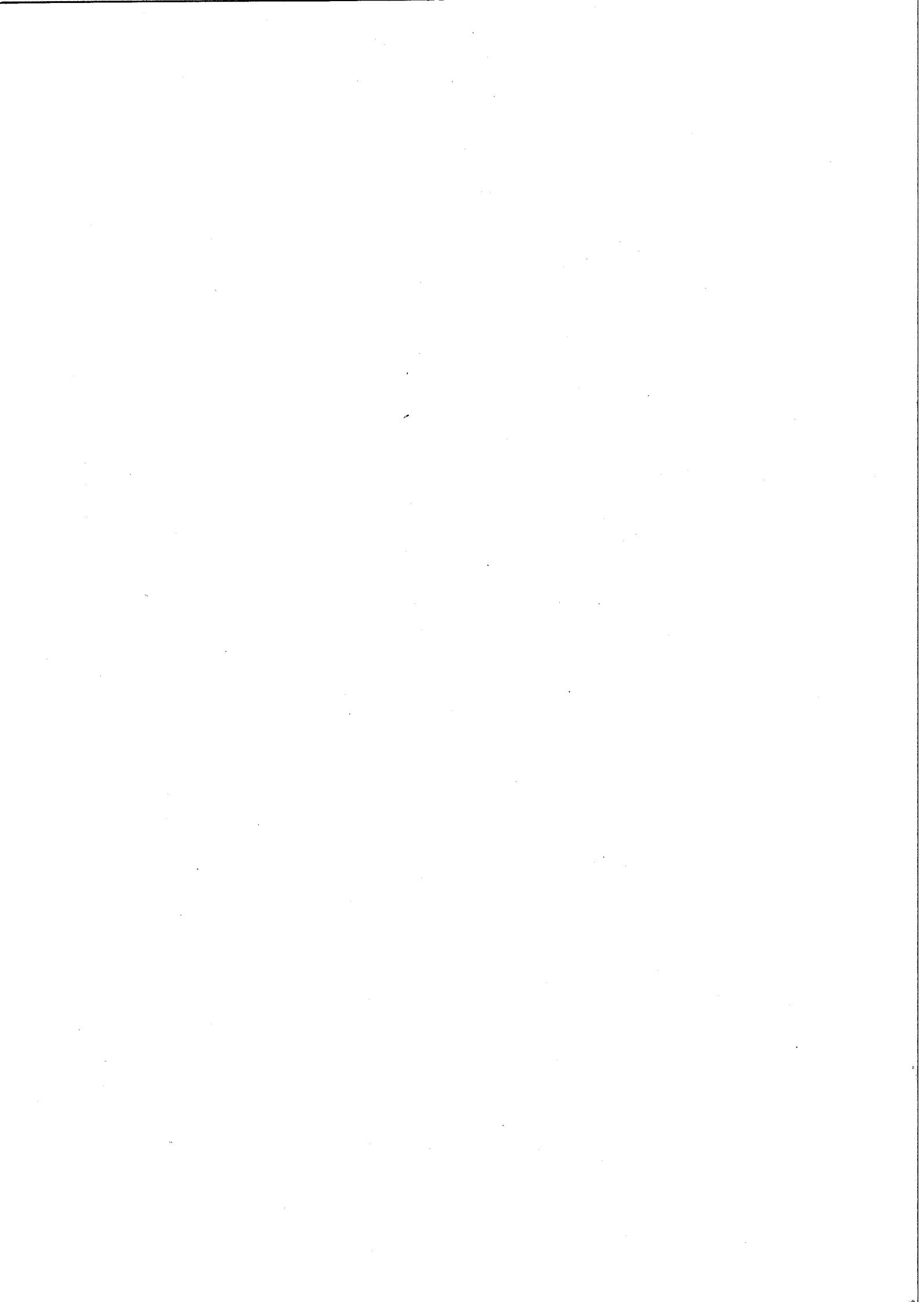
Es en todo similar a lo que se dijo para la Area I₃ por lo que nos limitaremos a transcribir lo que quedó dicho allí.

- Para las margas yesíferas, capacidad de cargas unitarias medias y asentamientos pequeños o medios para estas cargas.
- Para los limos yesíferos, capacidad de carga baja y asentamientos medios o altos para estas cargas, producidos lentamente.
- Utilización obligada de cementos especiales para toda la Area.
- Posibilidad de fuertes erosiones y disoluciones en presencia de agua.

Area III₆

Area de características portantes altas y asientos nulos.

Estabilidad general alta y excavaciones difíciles por ser roca sana y dura.



3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS

Se expone en este capítulo el resumen conjunto de todas las características estudiadas en los apartados anteriores, que tiene por objetivo final la división de la Hoja en zonas donde la concurrencia de los distintos problemas apuntados determinen la capacidad de utilización de los terrenos, desde el punto de vista constructivo.

Atendiendo a este punto, se han clasificado los terrenos como: Muy desfavorables, Desfavorables, Aceptables y Favorables, según sus condiciones constructivas.

Hay que dejar sentado de antemano que para esta calificación se han tenido en cuenta, además de los problemas en sí, su apreciación cuantitativa, la cual puede conducir a que zonas con los mismos tipos de problemas tengan acepción calificativa distinta, debido al distinto peso específico de cada problema.

Por otra parte, hay que hacer resaltar que esta calificación se refiere a zonas normalmente extensas, en las que las circunstancias locales de puntos aislados, así como el tipo de construcción, aprovechamiento, etc., pueden hacer cambiar localmente la calificación dada.

3.1. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES

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

Merecen el calificativo de muy desfavorables algunas zonas del Área III₅ donde la acumulación de limos yesíferos presenta una potencia respetable, dando ocasión a problemas de drenaje, asentamientos importantes y posibilidad de grandes erosiones, incluso con cargas pequeñas.

3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

Han merecido esta calificación una serie de zonas con problemas muy distintos y que se hallan repartidas de manera especial por la Región II y por la Región III.

Problemas de tipo geomorfológico, litológico e hidrológico

Se han incluido como tal a una serie de zonas en donde las fuertes pendientes de un relieve montañoso, la fracturación intensa de las rocas, por una tectónica compleja, y los abarrancamientos condicionan unas construcciones difíciles.

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

Se resumen en este grupo una serie de zonas, de la Región III, donde la acumulación de limos condicionan un drenaje difícil, con problemas de asientos importantes e inestabilidad por la fácil erosión.

Problemas de tipo geomorfológico e hidrológico

Se refiere este grupo a zonas de la Región II donde, a la impermeabilidad de los materiales o al drenaje difícil, se suma una morfología acusada.

Problemas de tipo geomorfológico y litológico

Como tal se califican unas zonas donde a un relieve de pendientes fuertes se suma una litología complicada por su naturaleza, fracturación, extrema dureza, etc. En estas zonas cualquier obra dará lugar a grandes volúmenes de excavación, inestabilidades, etc.

Problemas de tipo geomorfológico

Se resumen aquí las zonas más montañosas de la Región II, lo que dará lugar a que toda obra lleve consigo un gran volumen de excavaciones, con el consiguiente costo adicional a las mismas.

Problemas de tipo hidrológico

Se trata de unas zonas de la Región II y otras de la margen izquierda del Gállego, cuyos problemas de tipo hidrológico, tales como drenaje, nivel freático, disoluciones, etc., condicionarán las construcciones o aprovechamientos que se proyecten sobre ellas.

Problemas de tipo litológico

Se incluye en esta calificación a una zona donde la naturaleza de los materiales presentes ocasionará problemas en la Región II.

Se trata de las formaciones pizarrosas llamadas "Pizarras de Paracuellos", cuya fracturación intensa será siempre condicionante de importancia.

3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

Se reúnen en este apartado las zonas en donde los problemas de tipo constructivo que puedan presentarse serán resueltos con facilidad, por lo que pueden considerarse como aceptables.

Problemas de tipo litológico y geomorfológico

La naturaleza y características de los materiales que forman estas zonas, junto al relieve de tipo ondulado, dan unas características aceptables para estas áreas, dado la fácil solución que tendrán siempre estos problemas.

Problemas de tipo geomorfológico

En este grupo se consideran algunas áreas en donde se manifestarán problemas de tipo geomorfológico producidos por un relieve accidentado, que ocasionará desmontes y excavaciones de cierta importancia, con taludes de comportamiento imprevisto.

Problemas de tipo hidrológico

Estas zonas, que ocupan una muy extensa parte de la Región III, se caracterizan por la presencia de problemas de tipo hidrológico de poca entidad, producidos por la impermeabilidad de los materiales o por la proximidad del nivel freático.

Problemas de tipo litológico

Los problemas que puedan presentarse en estas zonas dependen de manera directa de la naturaleza de los materiales. En las Regiones II y III la presencia de yeso da lugar a esta calificación.

3.4. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

El resto de las zonas no consideradas en los apartados anteriores se pueden considerar como que poseen unas condiciones constructivas favorables; en esta concepción se han incluido una serie de zonas que merecen el calificativo de:

Terrenos sin problemas específicos aparentes

Se trata de zonas en que, a priori, no parece que puedan producirse problemas de ningún tipo, o que pueden ser resueltos con facilidad.

BIBLIOGRAFIA

- Derruan, M. - **Geomorfología**. Masson (1964).
- Jiménez Salas, J.A. - **Geotecnia y Cimientos** Ed. Rueda (1971).
- M.O.P. - **Datos Climáticos de Carreteras**. (1964).
- **Norma Sismorresistente P.G, S-1 Parte A**. (1968).
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España 1:200.000 Hoja 32**.
- I.G.M.E. **Hojas Geológicas 1:50.000 de Tarazona y Tabuenca**.
- Servicio Cartográfico del Ejército. **Hoja Topográfica a E. 1:200.000 nº 7-4 Zaragoza**.
- Servicio Cartográfico del Ejército. **Hoja Topográfica a E. 1:50.000 de Tarazona, Tauste, Remolinos, Zuera, Tabuenca, Pedrola, Alagón, Leciñena, Illueca, Epila, Zaragoza, Fuentes de Ebro, Calatayud, La Almunia, Longares y Pina**.
- Servicio Meteorológico Nacional. **Datos Climáticos de Buñuel, Veruela, Gallur, Calatayud, Aniñón, Cariñena, Epila, Aeropuerto de Sanjurjo y Ontinar del Salz**.
- S.G.O.P. Boletín nº 12. **Estudios Geológico-técnicos de los terrenos yesíferos de la cuenca del Ebro**. M.R. Llamos (1962).
- Quirantes, J. **Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario Continental de Los Monegros**. Tesis doctoral U. de Zaragoza (1969).
- INTECSA. Varios trabajos en la zona. Inéditos.