

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJA

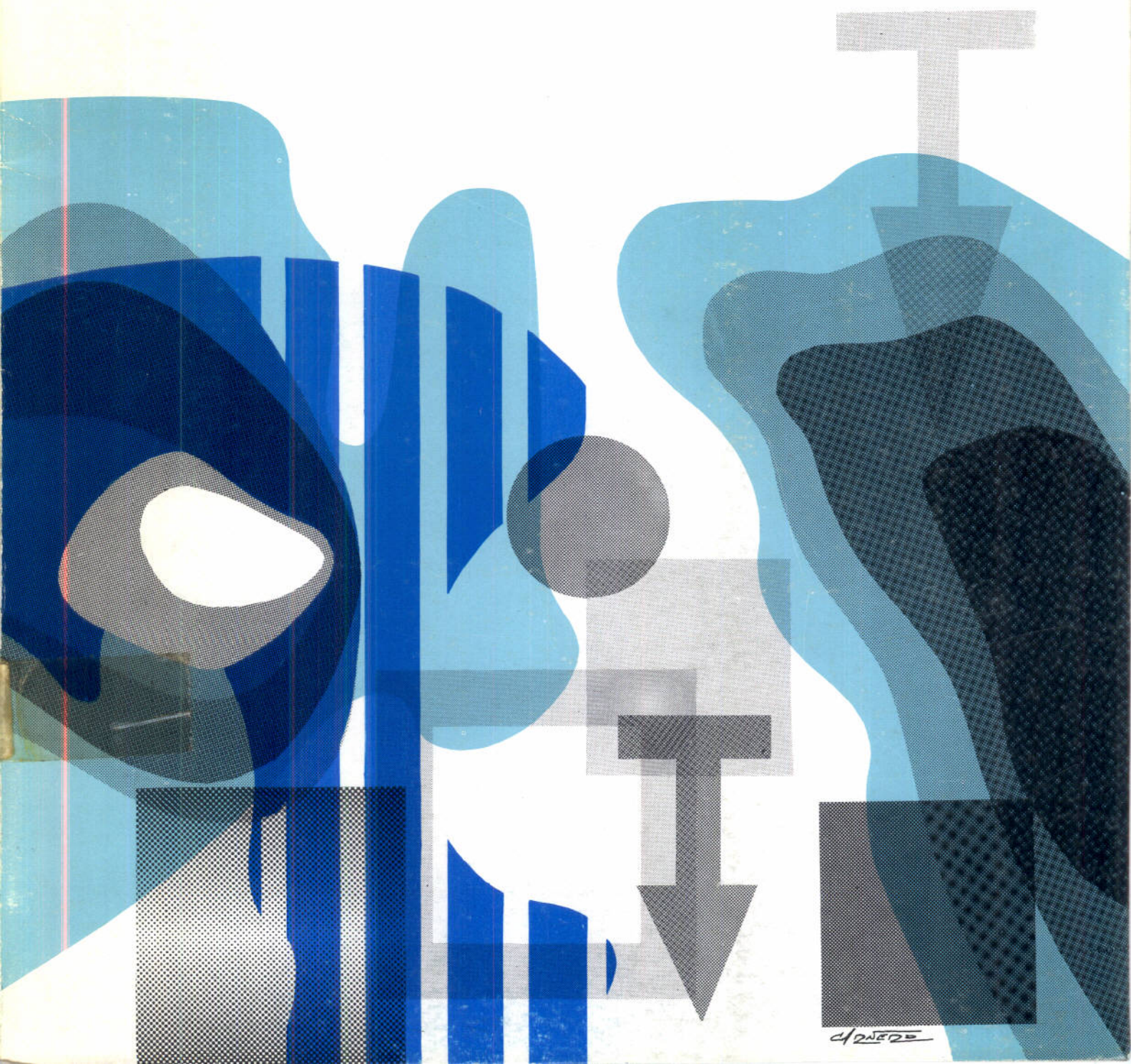
5-4

30

00237

MAPA GEOTECNICO GENERAL

ARANDA DE DUERO



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

ARANDA DE DUERO

HOJA 5-4/30

INDICE

	pág
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	9
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	18
2.5. Características geomorfológicas	27
2.6. Características hidrológicas	32
2.7. Características geotécnicas	35
3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS	41
3.1. Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	41
3.2. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	42
3.3. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	44
3.4. Terrenos con condiciones constructivas favorables	45
BIBLIOGRAFIA	47

1. INTRODUCCION

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA

2.1. CARACTERISTICAS FISICO-GEOGRAFICAS

Se considera la situación topográfica, el relieve y la red fluvial.

La Hoja estudiada corresponde a la designada con la numeración 5-4 del Mapa Topográfico Nacional a E 1:200.000 y se sitúa sobre la parte centro N de la Península Ibérica. Su demarcación está definida por las coordenadas:

Longitud: 3°11'10" 5 - 4°31'10", 5.30' O
de Greenwich dato europeo

Latitud: 42°00'04" 5 - 41°20'04", 6

Administrativamente incluye parte de las provincias de Burgos, Palencia, Segovia, Soria y Valladolid. Como centros de población más importantes destacan: Aranda de Duero, Peñafiel, Venta de Baños y Cuéllar.

La densidad demográfica es baja, oscilando entre los 12,45 hab/km² de Soria y los 45,57 hab/km² de Valladolid; este último dato debe tomarse con reservas, ya que corresponde a la media provincial, que resulta claramente condicionada por la notable concentración urbana de la capital. El dato real en la región estudiada debe hallarse en torno a los 26 hab/km².

La industrialización en la región incluida en la presente Hoja es baja, siendo Aranda de Duero el único núcleo que posee un cierto desarrollo.

Las principales fuentes de riqueza son la agricultura (cereales, vid, remolacha) y los aprovechamientos madereros.

La morfología de la zona, suave y subhorizontal, con altitudes que oscilan entre los 800 y los 1.000 m, se eleva bruscamente hacia el ángulo NE, en la Sierra de Peñas de Cervera, donde se alcanzan los 1.412 m de altitud máxima, y en el sector S, en la Sierra de Pradales, donde se llega a los 1.377 m.

El principal curso de agua es el Duero, que atraviesa la Hoja en sentido E-O. La red hidrográfica pertenece íntegramente a la cuenca del Duero.

CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Para el estudio de las condiciones climáticas de la Hoja se han consultado, aparte de una serie de datos generales del Servicio Meteorológico Nacional y del Ministerio de Obras Públicas, los puntuales de las estaciones de Aranda de Duero, Aranda de Duero-Azucarera, Aranda de Duero-La Ventosilla, Roa, Bahabón de Esgueva, Venta de Baños, La Aguilera, La Vid, Santo Domingo de Silos, Sardón de Duero, Campo de San Pedro y San Esteban de Gormaz. La elección de estas estaciones ha estado condicionada, en parte, por poseer datos que cubren amplios períodos de tiempo y, en parte, por representar entre ellas todas las posibles variaciones climáticas existentes.

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

Temperaturas

Las temperaturas medias anuales en un período de 30 años (1931-60) variaron desde 7^o C en el ángulo SE a 12^o C en el límite O; las máximas absolutas desde 39^o C en el ángulo NO a 36^o C en el NE; las mínimas absolutas desde 20^o C en los ángulos NE y SE a -15^o C en el sector O.

Las medias mensuales flucturaron entre 0 y 5^o C en los meses invernales y entre 13 y 22^o C en los estivales.

El número medio anual de horas de sol oscila entre las 2.700 del ángulo SO y las 2.200 del ángulo NE.

Precipitaciones

Las precipitaciones medias anuales para el período 1931-60 oscilaron entre los 800 mm del ángulo NE y los 500 mm del sector SO de la Hoja. Estas precipitaciones se repartieron en un período de tiempo que osciló entre 90 y 100 días.

La repartición mensual sitúa en el período abril-octubre la época lluviosa, con valores de 30-70 mm/mes; mientras que en el resto estos valores descienden acusadamente.

Las máximas en 24 h oscilaron entre un máximo de 64-30 mm, y 24-13 mm/24 h.

Las precipitaciones nívicas son frecuentes en todo el dominio de la Hoja, produciéndose los máximos en las sierras de Pradales y Peñas de Cervera. La humedad relativa media oscila entre el 45 y el 80 por ciento.

Índices climáticos

Del análisis comparativo de los índices de evapotranspiración, según Thornwaite, y la pluviometría media mensual, se deduce que los valores máximos de evapotranspiración oscilan entre los 135 mm/mes de Campo de San Pedro y los 128 mm/mes de Sardón de Duero.

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

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

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

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

Provincias	CLASE DE OBRA				
	Hormigón	Explanaciones	Aridos	Riegos y Tratamientos	Mezclas Bituminosas
BURGOS	0,760	0,693	0,942	0,300	0,507
PALENCIA	0,824	0,775	0,977	0,393	0,604
SEGOVIA	0,821	0,745	0,963	0,381	0,552
SORIA	0,693	0,623	0,952	0,332	0,496
VALLADOLID	0,796	0,736	0,953	0,316	0,548

2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO

Si bien la finalidad del mapa se aparta de lo que normalmente se entiende por cartografía geológica, su ejecución parte de la misma, por lo que conviene, antes de analizar otros puntos más concisos y prácticos, dar un esbozo de la geología de la Hoja. Para ello se pasará revista, por una parte a las rocas existentes, dando su cronoestratigrafía, distribución y naturaleza, y por otra a la tectónica sufrida, que dará razón de su situación relativa y su jerarquización dentro del conjunto total.

ROCAS

Los materiales representados en la Hoja son esencialmente terciarios, existiendo algunos afloramientos mesozoicos y metamórficos. Los materiales cuaternarios alcanzan cierto desarrollo en el Valle del Duero y en el sector SE de la Hoja.

A. METAMORFICO

El núcleo del anticlinal de Honrubia de la Cuesta lo integran neises glandulares y neises micáceos y anfibólicos. Los neises glandulares muestran colores grises claros, con grandes glándulas redondeadas de feldespato residual primario y masa intergranular lepidoblástica de feldespato, cuarzo y biotita.

Los neises micáceos afloran entre Honrubia y Fuentenebro, en capas muy hojosas de colores claros amarillentos que a simple vista sólo permiten reconocer laminillas de moscovita, biotita y granillos de cuarzo; es un estado de metamorfismo intermedio entre los neises y las filitas satinadas.

B. PALEOZOICO

Cámbrico. Formado por cuarcitas y pizarras. Aflora en la Sierra de Pradales, entre Aldeanueva de la Serrezuela y Villalvilla de Montejo. Las cuarcitas tienen mayor representación que las pizarras. En la base afloran pizarras negras y grises. Intercalados entre las cuarcitas hay filadíos satinados, muy hojosos, de grano fino, micáceos y de tonos oscuros.

Ordovícico. Sólo aflora entre las localidades de Honrubia de la Cuesta y Villalvilla de Montejo. Son cuarcitas de color marrón en superficie y tonos claros en corte fresco, que alternan con pizarras de color marrón o rojizo.

Silúrico. Aflora el Silúrico sólo en el ángulo SE de la Hoja. Son pizarras de tonos oscuros, poco silíceas, que se escinden en finas lajas de 1-2 mm de espesor. Estas pizarras terminan en otras negras, puras, blandas y arcillosas. La potencia del Silúrico es superior a los 100 m.

Devónico. Pertenece al Devónico un pequeño afloramiento ubicado al SE de Estebanvela. Son calizas algo silíceas, con bancos de pizarras marrones, intercaladas. Su potencia es pequeña, en general inferior a los 10 m.

C. MESOZOICO

c₁) Trías

Aflora extensamente en el sector SE de la Hoja y en la Sierra de Pradales.

Buntsandstein. Conglomerados cuarcíticos de cantos bien rodados de matriz arenosa en la base; hacia arriba pasan a areniscas rojas tenaces y algún nivel arcillo-arenoso de color rojizo o verde azulado.

Muestra una potencia superior a los 80 m.

Muschelkalk. Está representado por una pequeña franja que se extiende desde Montejo de Tiermes hasta el O de Liceras. Son areniscas, margocalizas arenosas de color verde azulado y algunos bancos, poco potentes, de dolomías.

Su potencia máxima es de 8 m.

Keuper. Existe sólo un afloramiento ubicado entre Liceras y Montejo de Tiermes. Predomina el carácter arenisco sobre el margoso. Son, pues, areniscas rojas y verdosas, que alternan con niveles arcillosos o margosos de color rojo, verde o azulado, en los que existen yesos, aunque en pequeña cantidad.

c₂) Jurásico

El Jurásico comienza con un tramo de calizas y dolomías, bien representado al N de Liceras y en la Sierra de Pradales, que alcanza una potencia del orden de los 30 m. Se atribuyen estos materiales al Retiense.

Sobre estas dolomías reposan margocalizas de tonos amarillentos y calizas blancas tableadas, que afloran tanto en la Sierra de Pradales como al N de Liceras. En el ángulo NE de la Hoja afloran de modo discontinuo, predominando el carácter margocalizo, pasando en ocasiones a calizas nodulosas.

En el sector NE aflora extensamente el Jurásico de facies Wealdica, integrado en su mayor parte por cuarzoarenitas y conglomerados y localmente por limolitas y calizas. Su potencia llega a los 200 m.

c₃) Cretáceo

El Cretáceo aflora en los mismos sectores que los materiales antes mencionados; es decir, Sierra de Pradales, Peñas de Cervera e inmediaciones de Liceras.

Albense. Está constituido por areniscas, arcosas, arcillas abigarradas y localmente conglomerados. Su potencia es muy variable, oscilando entre 10 y 110 m.

Cenomanense. Sobre el Albense reposa un tramo de margas blanco-verdosas y amarillentas, que hacia arriba pasan a calizas blancas muy tenaces, bien estratificadas. Su potencia llega a los 110 m.

Turonense-Senonense. Sobre el Cenomanense se desarrolla una potente serie de calizas de color gris claro, con algunas intercalaciones de calizo-dolomías cavernosas de color gris o rojizo. Su potencia puede llegar a los 100 m.

Garumnense. Está representado por un pequeño afloramiento ubicado en los alrededores de Quintanilla del Coco. Son calizas en bancos poco potentes, que alternan con margas de tonos claros y conglomerados bien cementados. Su potencia es de 30-40 m.

D. Terciario

En el ámbito de la región estudiada están representados tanto el Paleógeno como el Neógeno, aunque existe un predominio absoluto del Neógeno.

d₁) Paleógeno

En el sector ubicado al S de la Sierra de Pradales afloran areniscas, margas blancas y algunos niveles calizos atribuibles al Eoceno, cuya potencia es de 40 m.

Al Oligoceno se atribuyen los afloramientos de conglomerados y margas que bordean el sector O de las Peñas de Cervera. En ocasiones estos conglomerados, de cemento calizo, poseen una gran tenacidad. Su potencia llega a los 100 m como máximo.

d₂) Neógeno

Comprende materiales cuya edad es Mioceno-Plioceno, pertenecientes a la Cuenca del Duero. Pueden diferenciarse las siguientes Facies.

Facies Covarrubias. Conglomerados calcáreos-silíceos, de matriz arcillo-arenosa, que se apoyan sobre las brechas del Oligoceno o sobre las calizas del Cretáceo. Su potencia llega a los 100 m.

Vindoboniense. Comprende varias facies, con leves diferencias entre ellas según la área donde se localizan. Predomina el carácter arcilloso-arenoso.

En el sector oriental predominan areniscas, conglomerados, arcillas y margas, que van adquiriendo carácter yesífero en el sector central, desapareciendo los conglomerados. En el sector occidental son margas yesíferas, yesos y areniscas, predominando localmente los yesos.

La potencia del Vindoboniense es superior a los 300 m.

Pontiense-Calizas de los Páramos. Un potente banco calizo cuya potencia oscila de 1-30 m constituye la superficie de los páramos, cuya altitud oscila entre 900 y 1.000 m. La mayor potencia de estas calizas coincide generalmente con los sectores en que las facies yesíferas poseen mayor espesor. Las calizas son blancas o grises, a veces algo terrosas y margosas, con frecuentes suelos eluviales de descalcificación.

Depósitos de Rañas-Plioceno. Son depósitos constituidos por cantos redondeados de cuarcitas, con arenas y arcillas arenosas de color rojo. Su potencia es variable, alcanzando su máximo desarrollo al S de Pajares del Fresno, donde superan los 10 m.

E. CUATERNARIO

e₁) Diluvial

Se consideran como depósitos diluviales los extensos depósitos de arenas que afloran en el sector SO de la Hoja. Son arenas blancas, de grano fino, bien rodadas y prácticamente sin finos, cuya potencia puede llegar a los 30 m.

e₂) Aluvial

Aparece en todos los cursos importantes de la región. Está constituido esencialmente por limos y arenas, con niveles irregulares de arcillas y gravas. En el río Esgueva y Gromejon se han observado pequeños niveles de turbas; en el sector SO, cerca de las arenas, los ríos son esencialmente arenosos.

TECTONICA

La región estudiada se ubica en el dominio de la Cuenca del Duero, aflorando en el NE el Mesozoico de la Sierra de Cameros y en el S y SE las estribaciones septentrionales de la rama Castellana Ibérica y de la Sierra de Guadarrama.

La Cuenca del Duero forma parte del bloque meseteño, constituido por un zócalo de rocas ígneas y un Paleozoico plegado por la orogénesis herciniana.

En el Mesozoico, este bloque fue arrasado profundamente, formándose una superficie suavemente inclinada hacia el E. Este bloque quedaba limitado por el antiguo Thetys, que en aquel tiempo extendía sus costas cerca del sistema Ibérico. En el transcurso de las fases de la orogenia alpina las zonas periféricas de la Meseta se convirtieron en cadenas montañosas, a la vez que el bloque de la Meseta se hundió, determinando la cubeta del Duero.

El Oligoceno reposa en discordancia sobre el Mesozoico, lo cual indica la existencia de una pequeña fase de plegamiento.

Posee gran importancia en la región el reajuste desarrollado en época postpontiense, reflejado en los afloramientos Metamórficos y Cretácicos de Fuentidueña, que vienen acompañados de fracturas.

Así, en el embalse de Linares se aprecia una fractura con labio N hundido en materiales pontienses.

Como resumen puede decirse que en la región se ha desarrollado una primera fase de plegamiento herciniano que afecta a los materiales paleozoicos. La siguiente gran fase de plegamiento es postluteciense y premioceno, provocando el plegamiento de todo el Mesozoico.

El estudio de las fases permite reconocer la existencia de importantes movimientos epirogénicos, que dan lugar a áreas de sedimentación continental a finales del Jurásico, principios del Cretáceo y, localmente, al final del Cretáceo.

2.3. CRITERIOS DE DIVISION. CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

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

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

CRITERIOS DE DIVISION GEOTECNICA

Siguiendo los criterios previstos para la realización de la división zonal en esta escala de trabajo, así como las posibles subdivisiones, hemos delimitado tres Regiones y quince Areas, dos en la primera región, cinco en la segunda y ocho en la tercera.

La Región I, que incluye los terrenos paleozoicos y metamórficos de las estribaciones septentrionales de la Sierra de Guadarrama y de la rama Castellana de las Cordilleras Ibéricas, se distribuye por el sector SE de la Hoja. La Región II agrupa los terrenos mesozoicos, pertenecientes a las estribaciones de la Sierra de Cameros que ocupan todo el ángulo NE de la Hoja, Sierra de Pradales y alrededores de Liceras. La Región III corresponde al resto de la Hoja, siendo la de mayor extensión, con notable diferencia sobre las anteriores. Para la delimitación de las unidades de segundo orden (Areas) dentro de cada Región nos apoyamos en la homogeneidad macrogeomorfológica de los terrenos.

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

De acuerdo con estos criterios se han individualizado en la Región I, dos áreas: I₁ e I₂; en la Región II, cinco áreas, II₁, II₂, II_{2'}, II₃ y II_{3'}, y en la Región III ocho áreas, III₁, III_{1''}, III_{1'''}, III_{1IV}, III₂, III_{2'}, III₃ y III₄.

Dentro de la Area I se incluyen los terrenos paleozoicos, constituidos esencialmente por pizarras y cuarcitas, en general alteradas en los primeros metros, con relieve acentuado, replegadas por acción de los movimientos tectónicos, siendo mediano el grado de fisuración.

En la Area I₂ se incluyen los materiales metamórficos de tipo neísico, que suelen estar alterados en superficie, pero que en profundidad son muy tenaces, dando generalmente un relieve algo más acentuado que los materiales paleozoicos.

Dentro de la Area II₁ se han incluido los materiales esencialmente calizos del Jurásico y del Cretáceo. Suelen dar relieves fuertes, contrastando netamente respecto a los materiales supra e infrayacentes. En estas áreas se alcanzan las cotas máximas, que llegan hasta los 1.412 m. Se distribuyen por los sectores ubicados en el extremo NE, Sierra de Pradales y alrededores de Liceras.

Las Areas II₂ y II_{2'} corresponden a las formaciones de facies Weald del Jurásico y de la base del Cretáceo. La Area II_{2'} es esencialmente detrítica desde el punto de vista litológico, integrada por conglomerados, areniscas groseras y arenas esencialmente de edad Jurásica, que dan lugar a relieves de conglomerados o de areniscas muy cementadas. La Area II_{2'} comprende los niveles basales del Cretáceo y parte de los materiales jurásicos de facies Weald. Litológicamente, son margas, arcillas, arenas y areniscas, que dan relieves suaves y ondulados, contrastando netamente con los relieves desarrollados sobre los materiales supra e infrayacentes.

En las Areas II₃ y II_{3'} se incluyen los materiales triásicos del Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper, que afloran en la Sierra de Pradales y alrededores de Liceras. La Area II₃ incluye los materiales del Buntsandstein y del Muschelkalk, que en la región estudiada poseen una naturaleza litológica similar; son conglomerados y areniscas rojas, que dan lugar a un relieve ondulado con algunos resaltes, que corresponden a los niveles de conglomerados o de areniscas más tenaces. La Area II_{3'} corresponde a las margas y arcillas yesíferas del Keuper, poco resistentes a la erosión, que dan formas de relieve muy suave, que contrastan sensiblemente con los sectores adyacentes.

Dentro de la Area III₁, se incluyen los depósitos cuaternarios de tipo aluvial, conectados con la red fluvial actual. Litológicamente son mezclas areno-limosas, con niveles de gravas y arcillas, excepto en el sector SO, donde están constituidos esencialmente por arenas. En general son relieves subhorizontales y con muy baja resistencia a la erosión lineal.

La Area III_{1''} corresponde a la formación travertínica ubicada al SO de Santo Domingo de Silos. Su relieve es horizontal, ofreciendo estos materiales escasa resistencia a la erosión lineal.

Se incluyen en la Area III_{1'''} las formaciones diluviales que afloran en el sector SO; son arenas puras, silíceas, de granos redondeados, de relieve subhorizontal, sobre las que en ocasiones llegan a desarrollarse verdaderas dunas, aunque éstas actualmente están fijadas gracias a la vegetación de pinares. Su resistencia a la erosión lineal es muy baja, ya que en ningún punto existe cementación.

La Area III_{1V} corresponde a una formación eluvial, de arcillas residuales y gravas, ubicada al N de Espinosa de Cervera. Su relieve es horizontal, contrastando con las montañas que lo circundan, siendo muy baja su resistencia a la erosión lineal.

En la Area III₂ se incluyen los depósitos terciarios, integrados por margas, arcillas, areniscas y conglomerados, que se extienden por todo el sector Central y SE de la Hoja. Es la área de mayor extensión entre las consideradas. Su relieve es horizontal, sólo interrumpido por resaltes de capas duras (conglomerados, areniscas cementadas). Su altitud media oscila entre 800 y 1.000 m. Su resistencia a la erosión lineal es baja, aunque en general no existen notables abarrancamientos dado que las pendientes son suaves.

Se incluyen en la Area III₂ las formaciones terciarias de areniscas, conglomerados y margas, que afloran en el sector central y oriental de la Hoja. Estas formaciones dan relieves más abruptos que los de la Area III₂, siendo más frecuentes los resaltes de capas duras y mayor su resistencia a la erosión lineal.

En la Area III₃ se incluyen sólo las formaciones calizas, que ocupan las cotas más altas entre los materiales terciarios. Caracteriza a su relieve el desarrollo de "mesas" de bordes abruptos, sobre las que se ubican extensos eluviales; en ellas predomina la erosión areolar, excepto en los bordes de los afloramientos. Su cota oscila entre 850 y 1.000 m.

La Area III₄ comprende aquellos materiales terciarios que contienen yesos, tanto masivos como diseminados. Se ubica esta área en el sector oriental de la Hoja. Su relieve es acentuado, especialmente en los contactos con la Area III₃.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Area I₁

Comprende esta Area 4 afloramientos ubicados en el sector SE de la Hoja; los dos principales se ubican en la Sierra de Pradales y los otros dos, de mucha menor extensión, en el límite SE, en las inmediaciones de Santibáñez de Ayllón.

Su litología, aunque esencialmente pizarroso-cuarcítica, muestra variaciones de importancia, llegando localmente a predominar las filitas y micacitas. La competencia mecánica de estos materiales es, en general, adecuada, aunque puntualmente pueden existir variaciones provocadas por la alteración o por un predominio neto de micacitas o filitas.

La morfología es alomada o llana, sólo muy localmente puede llegar a ser abrupta, existiendo algunos resaltes, de escasa magnitud, motivados por algún potente banco cuarcítico.

Son materiales impermeables, excepto en los primeros metros, afectados por la meteorización (6-10 m), en que son permeables por fisuración; no obstante nunca dan caudales de importancia. La escorrentía superficial es adecuada, no existiendo encharcamientos en ningún punto.

Son materiales estables, sin riesgo de deslizamientos; sólo en puntos donde las pendientes son abruptas, y coincide la estratificación con la pendiente natural puede surgir algún problema, aunque siempre de escasa magnitud.

Area I₂

Se ubica esta Area en la Sierra de Pradales, en una estrecha franja de dirección NO-SE, al N de la localidad de Pradales.

Son neises glandulares de grano grueso, con bandas micáceas.

Su morfología oscila entre abrupta e inclinada, no existiendo resaltes dada la homogeneidad litológica.

Son materiales impermeables, mostrando cierta permeabilidad en "grande" en las zonas meteorizadas con menores pendientes. La escorrentía superficial es acusada, sin existir encharcamientos en ningún punto.

Su capacidad de carga es alta, no existiendo asentamientos de ningún tipo. Asimismo son áreas estables.

Area II₁

Se extiende esta Area de modo irregular por el sector NE de la Hoja, Sierra de Pradales y ángulo SE.

Su litología, aunque esencialmente caliza, muestra variaciones notables; y si en el Mapa de formaciones superficiales y sustrato se han efectuado algunas agrupaciones, en detalle es posible diferenciar calizas, dolomías, margocalizas y margas. En general la competencia mecánica de los materiales es variable, lo que condiciona su comportamiento selectivo frente a la erosión, pues mientras los niveles margosos son poco resistentes a la erosión lineal, los calizo-dolomíticos son poco erosionables.

La morfología es muy variable, oscilando entre montañosa y llana, predominando los relieves intermedios. Son frecuentes los grandes resaltes al pie de los cuales se producen acumulaciones de rocas sueltas, potencialmente inestables.

Son materiales prácticamente impermeables por porosidad, aunque con notable permeabilidad en grande. La escorrentía superficial es acusada, no existiendo encharcamientos ni zonas con drenaje deficiente, excepto en algún pequeño valle interior colmatado de rocas sueltas, donde pueden existir leves encharcamientos.

La capacidad de carga es alta, sin asentamientos, y siendo su estabilidad elevada, tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre.

Area II₂

Se ubica esta Area en los mismos sectores que la anteriormente descrita, aunque su extensión es mucho menor.

Su litología es esencialmente detrítica, predominando las areniscas, arenas y conglomerados sobre las arcillas arenosas y limolitas. El comportamiento de los materiales frente a la erosión lineal es variable, siendo los niveles más resistentes los conglomerados que, como consecuencia, resaltan topográficamente.

La morfología es abrupta o alomada, oscilando entre el 3 y el 15 por ciento, correspondiendo los valores superiores al sector situado en el NE de la Hoja, existiendo amplios sectores llanos.

La permeabilidad es variable, oscilando de impermeables en los niveles de areniscas y conglomerados cementados, a muy permeables en los francamente arenosos. El drenaje es generalmente favorable por escorrentía superficial, pudiendo ser deficiente en sectores deprimidos.

Son materiales estables, tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre, los sectores del NE, excepto los pequeños afloramientos ubicados en el límite oriental, donde existen dos sectores inestables bajo la acción del hombre. Los afloramientos ubicados en la Sierra de Pradales y ángulo SE, por contener intercalaciones arcillosas, son inestables en condiciones naturales.

La capacidad de carga es alta en el sector NE y media en la Sierra de Pradales y sector SE, dada la presencia de niveles margoso-arcillosos; los asentamientos serán medios en estos últimos sectores e inexistentes en los sectores del NE, donde predominan las litologías de areniscas y conglomerados.

Area II₂

Se incluye esta Area íntegramente en el sector NE de la Hoja, al oriente de Las Peñas de Cervera.

Litológicamente son margas, arcillas, arenas, areniscas y cuarzoarenitas. El comportamiento de los materiales frente a la erosión lineal es bajo, salvo los niveles de areniscas, que ofrecen notable resistencia y que dan lugar a resaltes topográficos, especialmente en los alrededores de Castrillo de la Reina.

La morfología es llana en casi toda la Area; sin embargo, al pie de los escarpes calizos de la Area II₁ las pendientes pueden ser abruptas e incluso montañosas (superiores al 30 por ciento). Las laderas de mayor pendiente suelen sufrir deslizamientos de ladera, favorecidos por los aportes hídricos procedentes de las calizas suprayacentes.

Son materiales impermeables, salvo los niveles arenosos, los cuales poseen escasa representación superficial; el drenaje es favorable por escorrentía superficial, salvo en sectores deprimidos, donde es deficiente, produciéndose encharcamientos, como acaece en la zona ubicada al NO de Hacinas.

La estabilidad de los materiales es elevada, salvo la estrecha franja que bordea por el O a la Area, y E de Espejón, en donde la alternancia de arenas (permeables) y margas y arcillas (impermeables) posee baja estabilidad en condiciones naturales.

La capacidad de carga es media y los asentamientos medios; los niveles de areniscas poseen alta capacidad de carga e inexistencia de asientos; sin embargo no es posible realizar una separación cartográfica dada su escasa representación superficial.

Area II₃

Comprende esta Area los terrenos triásicos del Buntsandstein y del Muschelkalk, que se distribuyen por la Sierra de Pradales, alrededores de Liceras y SE de Fuentidueña.

En su litología se diferencian conglomerados groseros, de naturaleza cuarcítica y matriz areniscosa, areniscas rojas bien cementadas, margas y arcillas de color rojizo, verdoso o azulado y algunos bancos de margocalizas verdosas, que se extienden en finas lajas.

Son materiales con resistencia variable a la erosión lineal, aunque en general es media o alta, destacando en el relieve los bancos de conglomerados.

La morfología oscila entre intermedia y montañosa, predominando los sectores con pendientes entre 7 y 15 por ciento, donde el relieve es alomado. Los recubrimientos suelen ser pequeños o inexistentes.

Son materiales impermeables, con drenaje favorable o aceptable por escorrentía superficial.

La estabilidad de los materiales es elevada y sólo se ha observado la caída de algunos bloques de conglomerados, por descalce.

La capacidad de carga es alta y los asentamientos inexistentes; sólo en algún sector deprimido, donde la meteorización sea intensa, pueden producirse leves asentamientos; estos sectores pueden ubicarse al S de Liceras.

Area II₃

Se incluyen en ella los terrenos triásicos en cuya litología aparecen yesos.

Litológicamente son margas y arcillas de coloraciones diversas y areniscas de tonos rojizos, azulados o verdosos; estas areniscas se escinden en lajas.

Entre las margas y arcillas existen yesos diseminados, que no llegan a constituir bancos de importancia. Entre las areniscas afloran lechos de margocalizas arenosas de color verdoso, que se escinden con facilidad en lajas. Estos materiales ofrecen baja resistencia a la erosión.

La morfología es llana o abrupta; esta notable variación está condicionada por el relieve de las calizas jurásicas suprayacentes, ya que cuando los materiales afloran al pie de grandes escarpes calizos, dan lugar a laderas de fuertes pendientes.

La permeabilidad es baja o nula, siendo favorable o aceptable el drenaje por escurrimiento superficial.

Las aguas procedentes de estos materiales serán agresivas, dado que transportarán sulfatos disueltos.

La estabilidad de los terrenos es baja, existiendo la posibilidad, aunque pequeña, de asentamientos bruscos por disolución de yesos.

Area III₁

Se agrupan en esta Area los depósitos ligados al cauce actual de los ríos (aluviales).

Su litología es limo-arenosa principalmente; sin embargo existen notables variaciones, existiendo arcillas, gravas y arenas puras en el sector SO de la Hoja. Localmente existen niveles poco potentes de turbas, tal como se observa en el tramo alto del Esgueva.

Presenta una morfología llana, sin resaltes acusados y con pendientes siempre inferiores al 3 por ciento. En general son materiales con escasa resistencia a la erosión; sin embargo, a causa de su escaso relieve la erosión no suele ser muy activa.

La permeabilidad es muy variable, oscilando de semipermeable a permeable. Los sectores semipermeables corresponden a los sectores donde predominan los materiales limo-arcillosos del terciario, donde además el drenaje puede ser deficiente por infiltración. Los aluviales francamente permeables corresponden a los ubicados en el sector O del Duero; el drenaje de estos aluviales es deficiente por percolación natural en los ríos Pisuerga, Duero y cursos tributarios, siendo aceptable en los cursos del límite SO, donde pueden producirse algunos encharcamientos.

Los niveles freáticos suelen estar a poca profundidad (3-6 m) y conectados por lo general con los cursos de agua existentes.

Son materiales estables, cuya capacidad de carga suele ser media, con asentamientos de tipo medio, salvo en aluviales de litología con predominio de limos donde la capacidad de carga es media y son posibles los asentamientos diferenciales.

Area III₁'

Se incluyen en esta Area los depósitos travertínicos que afloran al SO de Santo Domingo de Silos.

Son travertinos cuya potencia oscila de 3 a 10 m, de color blanquecino en los sectores más alterados.

Son terrenos estables y muy permeables, con drenaje favorable tanto por escorrentía como por percolación natural.

La capacidad de carga es media, existiendo la posibilidad de asentamientos bruscos por disolución de los carbonatos.

Area III_{1'''}

Se incluyen los depósitos arenosos, que afloran extensamente en el sector SO de la Hoja, entre las localidades de Carrascal del Río y Montemayor de Pinilla. Son depósitos desconectados de la red fluvial actual.

La potencia es variable de 4-15 m, aflorando debajo arcillas y margas yesíferas.

Son arenas de grano fino subredondeado, que localmente muestran algunas laminillas de micas; al S de San Miguel de Bernuy es posible que exista algo de materia orgánica entre las arenas. La resistencia a la erosión lineal es baja, aunque no existen abarrancamientos dada la escasa pendiente de la Area, siempre inferior al 3 por ciento.

El relieve es llano, existiendo sectores con pequeñas dunas, actualmente fijadas por la vegetación, en el sector situado al N de Navalilla.

La permeabilidad es alta, siendo aceptable el drenaje por percolación. El nivel freático suele estar a poca profundidad (4-6 m), por lo que, en zonas deprimidas, se producen encharcamientos.

Son materiales inestables bajo la acción del hombre.

Sus características mecánicas son de tipo medio, tanto respecto a la capacidad de carga, como a los asentamientos previsibles.

Area III_{1IV}

Esta Area incluye las formaciones eluviales de arcillas residuales y gravas que afloran al N de Espinosa de Cervera.

Litológicamente son arcillas residuales, procedentes de la meteorización de calizas, de color rojizo, con cantos y gravas calizas, cuya potencia oscila de 3 a 7 m. Son materiales poco resistentes a la erosión, aunque dada la escasa pendiente existente no se observan procesos erosivos de intensidad.

La morfología es llana, siempre con pendientes inferiores al 3 por ciento.

Son materiales casi impermeables dado el elevado contenido en arcillas; el drenaje es deficiente, efectuándose éste por percolación.

Son materiales estables, con capacidad de carga media y asentamientos de magnitud media.

Area III₂

Comprende esta Area un conjunto de materiales terciarios, de granulometría fina, bien representados en el sector suroriental de la Hoja, alrededores de Quintanilla de la Mata, en el límite N, y sector comprendido entre Membibre de la Hoz y Fuentesoto, en el límite S central de la Hoja.

En la litología se diferencian margas, arcillas y arenas, así como los términos intermedios entre estos materiales.

Morfológicamente dan relieves llanos o intermedios, con alomaciones. La baja resistencia a la erosión lineal permite el desarrollo de abarrancamientos, especialmente en el sector ubicado entre Cascajares y Valvieja.

Son materiales estables tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre; sin embargo, como los procesos erosivos se producen con intensidad, son frecuentes las caídas de bloques e incluso algún deslizamiento, aunque siempre de reducidas dimensiones.

Se consideran como materiales impermeables, existiendo sólo algún pequeño nivel arenoso, que al estar alterado posee una cierta permeabilidad; sin embargo, en relación con estos materiales nunca se darán acuíferos de gran importancia. El drenaje es variable, realizándose por escorrentía, de aquí que oscile entre desfavorable o favorable según la pendiente natural.

Las características mecánicas, tanto de capacidad de carga como de asentamientos, se consideran como de tipo medio, aunque dada la heterogeneidad litológica de la área son posibles importantes diferencias mecánicas al variar en pequeñas distancias la competencia de los materiales.

Area III₂

Se incluyen en esta Area los materiales terciarios en que predominan los materiales detríticos groseros.

Litológicamente comprende conglomerados, areniscas, gravas, arcillas, arenas y, en menor proporción, arcillas y margas. La resistencia a la erosión de los materiales es muy variable, resaltando los niveles conglomeráticos, que en ocasiones dan relieves ligeramente escalonados. Asimismo son frecuentes los abarrancamientos al N de Villálvaro. La morfología es llana en la mayor parte de la Area; sólo en los sectores que bordean las sierras mesozoicas del NE, al N de la Sierra de Pradales y en las laderas de los valles más encajados, es posible encontrar pendientes intermedias e incluso altas, es decir, pendientes comprendidas entre el 7 y el 30 por ciento. En ocasiones se producen caídas de bloques.

Son materiales estables; sin embargo, en sectores localizados pueden ser inestables bajo la acción humana e incluso en condiciones naturales; así en los sectores situados al E de Huerta del Rey y al SE de Pajares del Fresno se ha observado inestabilidad en los materiales bajo la acción del hombre. Son inestables bajo condiciones naturales tres afloramientos de pequeñas dimensiones, situados en los siguientes puntos: E de Caleruela, O de Santa María del Mercadillo y S de Pineda Trasmonte.

Son materiales impermeables en general; no obstante aquellos niveles conglomeráticos cuyo cemento ha sido meteorizado e incluso algunos niveles de areniscas pueden considerarse como acuíferos; sin embargo nunca se darán caudales de gran importancia. El drenaje es función de las pendientes naturales, ya que se realiza por escorrentía, por lo que puede ser favorable o desfavorable, aunque no se observan encharcamientos en las zonas con peores condiciones de evacuación.

Las características mecánicas, tanto de capacidad de carga como de asentamientos, se consideran como medias, aunque estas características pueden ser inferiores en sectores o puntos muy localizados donde predominen las margas y arcillas; por otra parte en las zonas donde existan recubrimientos importantes pueden surgir problemas motivados por las deficientes características mecánicas.

Area III₃

Se incluyen en esta Area los afloramientos terciarios de materiales calizos.

La litología es caliza, aunque localmente pueden existir niveles margocalizos o margosos, especialmente en la base de la formación, donde afloran margocalizas rosadas arenosas e incluso margas de tonos claros. La potencia del conjunto oscila entre 10 y 40 m.

La resistencia a la erosión lineal es media, siendo menor la resistencia a la areolar, existiendo sectores con cierta carstificación, en los alrededores de Cuéllar, Campaspero y Olombrada.

Su relieve es subhorizontal, dando lugar a altiplanicies o mesas, cuyos bordes muestran fuertes pendientes.

Son materiales estables, en los que se observan desprendimientos de bloques y que incluso pueden verse afectados por los deslizamientos de los materiales infrayacentes, especialmente en los sectores ubicados en la región occidental de la Hoja.

Son materiales impermeables por porosidad, aunque por fisuración se consideran como permeables. El drenaje es aceptable por percolación a través de fisuras. Se considera que pueden estar aislados e incluso contienen aguas colgadas. Son probablemente el principal acuífero del terciario en el dominio de la Hoja.

Se considera que la capacidad de carga de los materiales es alta, no existiendo asentamientos; los únicos problemas que pueden surgir estarán en relación con los recubrimientos.

Area III₄

Los depósitos terciarios en los que se ha constatado la presencia de yesos se incluyen en esta Area.

Se distribuyen estos materiales por todo el sector occidental de la Hoja y por gran parte del sector central. Son margas yesíferas, arcillas y margas; localmente afloran areniscas y yesos en niveles potentes. En el sector ubicado al N de Aranda de Duero los yesos aparecen como diseminaciones, sin constituir lechos de potencia apreciable.

Son materiales poco resistentes a la erosión lineal, por lo que con cierta frecuencia se producen abarrancamientos.

La morfología de esta Area es llana o alomada, alcanzándose pendientes comprendidas entre 7 y 15 por ciento al pie de los afloramientos calizos de la Area III₃. Esta variación en la morfología, junto a su escasa resistencia a la erosión lineal, permiten el desarrollo de numerosos fenómenos geológicos exógenos, aparte de los abarrancamientos ya mencionados (deslizamientos, laderas inestables, caídas de bloques, etc.).

Se consideran como materiales impermeables, con unas condiciones de drenaje por escorrentía determinadas por la pendiente natural favorables, aceptables o deficientes, llegando en áreas deprimidas a producirse leves encharcamientos. Son áreas prácticamente sin acuíferos, si se exceptúan los lentejones areniscosos intercalados, aunque estos suelen ser siempre de escasa magnitud. Las aguas procedentes de estos niveles, poseerán notable contenido en sulfatos lo cual aumenta las condiciones litológicas desfavorables del área.

Sus condiciones mecánicas se consideran como de tipo medio, sin embargo, la existencia de bancos de yesos en los sectores más orientales, pueden dar lugar a asentamientos bruscos por disolución.

2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

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

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

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

La descripción se realizará a partir de las quince unidades ya definidas, especificando para cada una de ellas las diferentes litologías. Este criterio se mantendrá en los apartados sucesivos, de tal forma que, a partir de ahora, referiremos a ellas el conjunto de características de la Hoja. Únicamente en el último capítulo se modificará este criterio para poder efectuar la interpretación geotécnica de los terrenos de forma más precisa.

Area I₁

Se incluyen dentro de esta subdivisión el conjunto de rocas paleozoicas que afloran en la región.

Pizarras arcillosas - P_{11/5}

Afloran en el ángulo SE de la Hoja, en los alrededores de Santibáñez de Ayllón.

Están constituidas por un nivel basal de cuarcitas, sobre el que reposan pizarras negras y verdosas de grano fino, así como calcoesquistos.

Pizarras y cuarcitas - P₁₁₋₁₀₃

Constituyen un importante afloramiento en la Sierra de Pradales, atravesado por la banda de neises que se describe en I₂.

Son pizarras de tonos verdosos o violáceos, entre las que se intercalan cuarcitas, en bancos de 20-40 cm, de color verdoso en superficie y tonos claros en corte fresco. Aparecen intercalaciones de filadios y micaesquistos poco potentes.

En general poseen elevada resistencia a la erosión y gran competencia mecánica. Dan suelos poco potentes de tipo arcilloso o limoso.

Area I₂

Neises - z

Afloran sólo en la Sierra de Pradales, en una estrecha franja de dirección NO-SE.

Predominan los neises glandulares de grano grueso, aunque pueden existir variaciones texturales.

En general son rocas compactas, con notable foliación en ciertas zonas y con recubrimientos poco potentes de tipo limo arenoso.

Area II₁

Se incluye la totalidad de los materiales mesozoicos de naturaleza esencialmente carbonatada. Aunque en principio se han diferenciado cinco divisiones litológicas, sólo poseen valor representativo cuatro de ellas.

Calizas – S₁₂, Calizas y dolomías – S₁₂₋₁₃

Se incluye un conjunto de litologías cuya edad comprende Jurásico y Cretácico.

Se extienden de modo irregular por la Sierra de Pradales, ángulo SE y sector NE de la Hoja, alcanzando el conjunto notable desarrollo superficial.

Son calizas de grano fino de color blanco y grisáceo, con algunos niveles dolomíticos poco potentes y a veces con finos lechos margocalizos. En la base de la formación caliza del Cretáceo Superior afloran margocalizas con lechos de margas de color verdoso.

En las cercanías del Valle de Tabladillo, se ha constatado la presencia de algunos lentejones de yeso, entre las calizas del Cretáceo, hecho que no se repite en ningún otro punto en el ámbito de la Hoja.

Son materiales que ofrecen notable resistencia a la erosión.

Calizas y conglomerados – S₁₂₋₇

Esta litología sólo está representada en un pequeño afloramiento ubicado en los alrededores de Quintanilla del Coco.

Son calizas de color crema, distribuidas en bancos poco potentes, que alternan con bancos de conglomerados calizos de cemento calizo y algunos lechos de margocalizas.

La resistencia a la erosión es menor que la del grupo anterior. Existen recubrimientos poco potentes de tipo arcilloso.

Calizas y margas – S₁₂₋₁₀₅

Se extiende este grupo por el ángulo SE al N de Licerías y en retazos dispersos por la Sierra de Pradales.

Son calizas tableadas, distribuidas en bancos de 20-40 cm, entre las que se intercalan paquetes de margas amarillentas e incluso margocalizas de tonos grises o azulados.

Los recubrimientos son nulos. Su resistencia a la erosión es elevada.

Calizas y areniscas – S₁₂₋₈

Se extiende por el sector S de la Hoja entre las localidades de Cobos de Fuentidueñas y Navares de Enmedio.

Son calizas de color blanco, que alternan con areniscas de color grisáceo en superficie, de cemento calizo, y niveles de conglomerados calizos, entre las que se intercalan finos lechos de margas blancas y asalmonadas.

Los recubrimientos son frecuentes y alta la resistencia a la erosión.

Area II₂

Se incluyen las formaciones detríticas del Jurásico Superior y Cretácico Inferior que afloran extensamente en el sector NE de la Hoja, existiendo retazos en la Sierra de Pradales y pequeños afloramientos al N de Liceras.

Están formados por una mezcla de arenas, areniscas y conglomerados esencialmente.

Las granulometrías son muy variadas, predominando las gruesas, aunque siempre muestran una distribución irregular.

Areniscas — S₈

Están representadas por un pequeño afloramiento ubicado al SE de Moncalbillo.

Son areniscas de grano grueso, de color blanco-amarillento, constituidas por un 90 por ciento de cuarzo; aparece de forma aislada algún nivel conglomerático.

La resistencia a la erosión en estos materiales es alta o media; desarrollarán suelos de arenas, por alteración y pérdida de cohesión, de los niveles superiores de areniscas.

Conglomerados y areniscas — S₇₋₈

Este grupo litológico aflora extensamente en el límite NE de la Hoja, en las localidades de Moncalbillo, E de Plumarejos y Espeja de San Marcelino.

Son areniscas similares a las anteriores, alternando con niveles conglomeráticos, bien cementados, de gran tamaño. Tanto los conglomerados como las areniscas son de cuarzo.

La resistencia a la erosión del conjunto es alta y los recubrimientos sólo son importantes en zonas deprimidas, en cuyo caso son arenosos.

Arenas y areniscas — S₃₋₈

Este grupo está representado por dos pequeños afloramientos ubicados al E de Espejón y por otros afloramientos de mayor importancia ubicados en la Sierra de Pradales y N de Liceras.

Son arenas y areniscas de color blanco o blanco-azulado, en general poco cementadas, con algunos niveles de conglomerados sueltos. Localmente afloran lentejones de arcillas arenosas de coloraciones diversas y cuya potencia, especialmente en la Sierra de Pradales, puede llegar a varios metros.

La resistencia a la erosión de estos materiales es baja, dando lugar a suelos arenosos poco potentes.

Conglomerados, areniscas y argilitas — S₇₋₈₋₁₀ Calizas, areniscas y conglomerados — S₁₂₋₈₋₇

Se incluyen estos dos grupos, dado que son litologías similares. Afloran extensamente en el sector NE de la Hoja.

Son areniscas rojas y grises, conglomerados y arcillas arenosas de color rojizo o verdoso, en el primer caso; en el segundo, bancos de caliza poco potentes sustituyen a las arcillas, lo cual no quiere decir que no existan pequeños niveles arcillosos.

La resistencia a la erosión en general es alta, salvo en los niveles de argilitas. Los recubrimientos son escasos y cuando existen son de tipo areno-arcilloso.

Area II₂

Comprende las formaciones mesozoicas, no triásicas, en las que predominan las margas y arcillas. Afloran exclusivamente en el sector NE de la Hoja.

Arcillas, areniscas y margas – S₅₋₈₋₁₀₅

Este grupo está representado por afloramientos de diversa extensión, situados en el sector NE de la Hoja, mereciendo destacarse el comprendido entre las localidades de Castrillo de la Reina y Pinilla de los Barruecos.

Son arcillas arenosas de coloraciones diversas, que alternan con bancos de areniscas cementadas de tonos rojizos o blancuzcos, y margas, también arenosas, de color violeta o verdoso.

Su resistencia a la erosión es baja salvo en los niveles de areniscas, que destacan dando relieves escalonados. Los eluviales son de tipo arcilloso.

Areniscas, margas y calizas – S₈₋₁₀₅₋₁₂

Constituye este grupo una estrecha franja al N de Santibáñez del Val.

Son areniscas grises, muy tenaces, de color rojizo, que alternan con margas arenosas asalmonadas y algunos bancos calizos de color gris.

Su resistencia a la erosión es media, dando pequeños eluviales de color arcilloso.

Arcillas, arenas y margas – S₅₋₃₋₁₀₅

Constituye una amplia banda que se extiende desde Villanueva de Carazo hasta Espeja de San Marcelino, existiendo otro afloramiento de menores dimensiones en las cercanías de Navas del Pinar.

Son arcillas rojizas y verdosas, que alternan con arenas blancas, en ocasiones caoliníferas, y margas arenosas verdosas.

Su resistencia a la erosión es baja, dando lugar a niveles arenosos de color asalmonado.

Area II₃

Comprende esta Area los terrenos triásicos del Buntsandstein y Muschelkalk, los cuales afloran ampliamente al S de Liceras y entre las localidades de Aldeanueva de la Serrezuela y Villalvilla de Montejo, en la Sierra de Pradales.

Areniscas, margas y conglomerados — S₈₋₁₀₅₋₇

Son areniscas rojas con intercalaciones margosas rojas o verdosas y en la base conglomerados cuarcíticos con matriz areniscosa roja. Existen algunos niveles de margocalizas verdosas o calizo-dolomías grises, aunque de escasa potencia.

La resistencia a la erosión es media o alta, existiendo recubrimientos areno-arcillosos de color rojizo.

Area II₃

Se incluyen en esta Area los materiales triásicos, pertenecientes al Keuper, que suelen contener yesos.

Arcillas, margas y yesos — S₅₋₁₀₅₋₁₄

Sólo aflora este grupo en una estrecha franja, que se extiende desde Montejo de Tiermes hasta el O de Licerias.

Son margas abigarradas, en general yesíferas, arcillas rojas y verdosas y yesos en bancos poco potentes; localmente afloran bancos rojizos de areniscas. La resistencia a la erosión es baja y suelen dar lugar a suelos arcillosos potentes.

Area III₁

Se incluyen las formaciones superficiales ligadas al cauce actual de los ríos (Formaciones aluviales).

Arcillas, arenas, gravas, limos (Depósitos aluviales) — Q_a

Se encuentran en los cauces de todos los ríos importantes de la región. Los depósitos aluviales que transcurren por los materiales mesozoicos suelen mostrar las granulometrías más groseras, mostrando tonos rojizos a causa de las arcillas de descalcificación o de los arrastres del Triás.

En el dominio del Terciario predominan los aluviales limosos sin que falten niveles de gravas e incluso de arenas.

Los ríos Esgueva y Henar, en su curso alto, muestran niveles de turbas poco potentes. Estos niveles de turbas deben existir en otros aluviales, aunque no ha sido posible constatar su existencia claramente.

Arenas (Depósitos aluviales) — Q_{a/3}

Corresponden a los aluviales del sector SO, constituidos exclusivamente por arenas finas, aunque es posible que existan lechos de materia orgánica.

Su potencia, aunque variable, suele ser superior a los 3 m, no apareciendo nunca cementación.

Area III₁''

Travertino – Q_k

Corresponde a los depósitos travertínicos situados al SO de Santo Domingo de Silos.

Son travertinos cuya potencia oscila de 3-10 m, de color blanco en superficie, por alteración.

La resistencia a la erosión lineal es baja y media a la erosión areolar.

Area III₁'''

Arena limpia (Depósitos fluviales) Q_{f/3}

Se incluyen los depósitos granulares ubicados en el sector SO de la Hoja.

Su litología es eminentemente arenosa (prácticamente sin finos) siendo su coloración blanca. El grano es subredondeado.

El grado de cementación es nulo, apareciendo los depósitos en estado completamente suelto.

Area III_{1IV}

Arcillas, gravas y cantos (Depósitos eluviales) – Q_e

Corresponde a un afloramiento existente al N de Espinosa de Cervera; son arcillas rojas de descalcificación que engloban cantos y gravas de calizas.

Su resistencia a la erosión es baja.

Area III₂

Corresponde esta Area a aquellos materiales terciarios en los que predominan las granulometrías finas. Se han diferenciado cuatro litologías, que pueden agruparse en dos conjuntos de materiales.

Arenas arcillosas – T_{3/5} y arcillas arenosas – T_{5/3}

Las denominadas arenas arcillosas afloran en el límite meridional de la Hoja, mientras que las arcillas arenosas aparecen en el límite N.

Los componentes principales son arenas groseras y arcillas de tonos rojizos, asalmoados o verdosos; la diferente proporción entre los componentes determinó la diferenciación de los grupos litológicos. No obstante, es necesario hacer constar que dentro de un mismo grupo existen importantes variaciones litológicas, pudiéndose llegar en algunos puntos a existir arcillas puras o arenas con pocos finos.

Su resistencia a la erosión es baja, originándose suelos arcillosos rojos.

Margas arcillosas y areniscas — T_{105/5-8} y Margas, arcillas y calizas — T₁₀₅₋₅₋₁₂

Comprenden estos grupos amplios sectores situados al S y SE de la Hoja.

Predominan las margas o margas arcillosas de color asalmonado y las arcillas blanco verdosas; la diferencia entre ambos grupos se debe a la presencia de areniscas de grano fino de color blanco o asalmonado en el T_{105/5-8} y de calizas arenosas, bastante margosas, de color blanquecino en el T₁₀₅₋₅₋₁₂; en este último grupo se ha constatado la presencia de algunos niveles de sílex, poco potentes.

La resistencia a la erosión es baja; existen suelos eluviales o coluviales poco potentes de tipo limoso.

Area III₂

Se incluyen los depósitos terciarios constituidos principalmente por materiales detríticos gruesos.

Conglomerados — T₇

Comprende los materiales situados en los alrededores de Estebanvela. Son conglomerados calizos y cuarcíticos heterométricos cementados, con algunos lechos intercalados de tipo arcilloso.

Su resistencia a la erosión es alta.

Arcillas, gravas y conglomerados — T₅₋₂₋₇. Gravas, arcillas y conglomerados — T₂₋₅₋₇

Comprende importantes afloramientos que bordean las sierras mesozoicas que aparecen en el sector NE.

Son arcillas rojas alternando con gravas subredondeadas y niveles de conglomerados en ocasiones muy bien cementados. Las proporciones relativas entre los diversos materiales justifican los grupos litológicos diferenciados.

La resistencia a la erosión es alta en los conglomerados y baja en las arcillas y gravas sueltas. Se originan suelos eluviales potentes, de tipo arcilloso, de color rojo.

Gravas, arenas y arcillas — T₂₋₃₋₅. Arcillas arenosas y gravas — T_{5/3-2} y Arenas y gravas — T₃₋₂

Se agrupan los depósitos pliocenos, que se distribuyen de modo irregular por el dominio de la Hoja, situándose los afloramientos al S de Pajares de Fresno, N de Traspinedo y alrededores de Magaz.

Son gravas cuarcíticas subredondeadas, arenas gruesas y arcillas de tonos amarillentos o asalmonados. Según los afloramientos varía el porcentaje de los componentes, correspondiendo las granulometrías más finas al sector SE de la Hoja.

La resistencia a la erosión es baja; originan suelos en los que predominan las gravas o arenas.

Margas arenosas y conglomerados — T_{105/3-7}

Se incluyen una serie de afloramientos que se extienden de modo intermitente entre las localidades de Fontioso e Hinojar del Rey.

Su litología comprende margas arenosas asalmonadas y verdosas, alternando con conglomerados heterométricos poco cementados; asimismo existen intercalaciones poco potentes, de margocalizas arenosas e incluso algún banco calizo de color grisáceo de poca potencia.

La resistencia a la erosión es media, siendo escasos los suelos.

Conglomerados, arcillas y areniscas — T₇₋₅₋₈

Aflora este grupo ampliamente en el sector comprendido entre Aranda de Duero y el límite oriental de la Hoja.

Son conglomerados subredondeados heterométricos, en bancos potentes y de matriz arenosa, que alternan con arcillas rojas asalmonadas y amarillentas, y areniscas bien cementadas de coloraciones diversas, muy tenaces; localmente aparecen bancos de margocalizas e incluso de calizas.

La resistencia a la erosión es variable, llegando a ser alta en las areniscas, que en ocasiones dan notables resaltes. Son frecuentes los suelos eluviales, en general de tipo arcilloso o limoso.

Area III₃

Comprende los depósitos terciarios de naturaleza fundamentalmente caliza.

Calizas — T₁₂

Constituyen importantes afloramientos por casi todo el dominio de la Hoja, alcanzando su máximo desarrollo en la mitad occidental de la Hoja.

Comienzan este grupo con niveles de margocalizas, de tonos claros, que pasan a margocalizas asalmonadas y blancas, que paulatinamente pasan a calizas potentes de color blanco, en ocasiones algo oquerosas, de grano fino.

Su resistencia a la erosión areolar es baja, y media a la erosión lineal. Suelen dar suelos de potencia variable, de naturaleza limosa o arcillosa.

Calizas, areniscas y conglomerados — T₁₂₋₈₋₇

Comprende este grupo un notable afloramiento que se extiende desde Cobos de Fuentidueña, hasta Navares de Enmedio.

Son calizas de color grisáceo en superficie, en ocasiones algo margosas, que alternan con areniscas muy cementadas de naturaleza caliza y conglomerados cementados igualmente calizos. Localmente afloran finos lechos de margas blancas.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I ₁	Se incluyen el conjunto de rocas paleozoicas que afloran en la región. Son pizarras, pizarras arcillosas y cuarcitas. En general son compactas, poco tectonizadas y, con escasos recubrimientos arcillosos.
	I ₂	Comprende neises glandulares, aunque existen variaciones texturales. En general son rocas compactas, con alteración superficial y recubrimientos poco potentes de tipo limo-arenoso.
II	II ₁	Se incluyen todos los materiales mesozoicos no triásicos de naturaleza caliza. Son calizas, dolomías, margocalizas y en pequeña proporción margas, areniscas, conglomerados y limolitas. Presentan elevada resistencia a la erosión, y escasos recubrimientos arcillosos.
	II ₂	Se incluyen los terrenos mesozoicos, no triásicos, constituidos esencialmente por materiales detríticos. Son areniscas, conglomerados, arenas y argillitas. Su resistencia a la erosión es variable, dependiendo del grado de cementación de los materiales. Se originan suelos arcillo-arenosos.
	II _{2'}	Comprende los terrenos mesozoicos no triásicos, en que predominan las margas y arcillas. Son arcillas, margas y en menor proporción arenas y areniscas. Su resistencia a la erosión es baja en general, se originan suelos rojizos de tipo limoso y arcilloso.
	II ₃	Comprende los terrenos del Buntsandstein y Muschelkalk. Se diferencian areniscas y conglomerados como componentes principales, y como minoritarios calizas, margas y arcillas. La resistencia a la erosión es media, existiendo suelos eluviales areno-arcillosos de color rojo.
	II _{3'}	Se incluyen los materiales triásicos que contienen yesos. Son arcillas, margas y yesos; en pequeña proporción areniscas y arenas. Resistencia a la erosión baja; suelos eluviales arcillosos potentes de color rojo.
III	III ₁	Los depósitos aquí incluidos los integran una mezcla de arenas, limos, arcilla y gravas. Son depósitos aluviales. Resistencia a la erosión baja.
	III _{1''}	Travertinos. Resistencia a la erosión baja. Alterados en superficie.
	III _{1'''}	Son depósitos arenosos, prácticamente sin finos, sin cementación de color blanco. Resistencia a la erosión muy baja.
	III _{1IV}	Los depósitos incluidos son de arcillas, gravas y cantos, de color oscuro, rojizo o marrón. No cementados. Resistencia a la erosión baja.
	III ₂	Son depósitos de arcillas, margas, areniscas y en menor proporción gravas y conglomerados, de coloraciones asalmonadas o rojizas. Baja resistencia a la erosión. Suelos eluviales de tipo arcilloso o limoso.
	III _{2'}	Se incluyen los depósitos en que predominan los materiales detríticos gruesos. Son gravas, areniscas, conglomerados y en menor proporción margas y arcillas. Su resistencia a la erosión es media. Suelos eluviales en los que predominan las gravas.
	III ₃	Se incluyen depósitos terciarios calizos, aunque existen niveles de margocalizas e incluso de areniscas calcáreas y conglomerados calizos. Resistencia a la erosión media. Frecuentes aluviales de tipo arcilloso o limoso.
	III ₄	Se incluyen los depósitos terciarios que contienen yesos. Son margas arcillosas, arcillas, areniscas y yeso, de color ocre, verdoso o asalmonado; los yesos suelen ser diseminaciones o pequeños lechos. Baja resistencia a la erosión. Suelos de tipo arcilloso o limoso.



Escala: 1:400.000

FORMACIONES SUPERFICIALES

- Qe** Arcillas, arenas, limos y gravas, mezcla de materiales conectados al cauce actual de los ríos (Depósitos aluviales)
- Qa/3** Arenas, materiales conectados al cauce actual de los ríos (Depósitos aluviales)
- Qf/3** Arenas. Materiales desconectados del cauce actual de los ríos (Depósitos fluviales)

Qr Travertinos**Qe** Arcillas, gravas y cantos (Depósitos eluviales)

SUSTRATO

- S** Neises
- P11-103** Pizarras y cuarcitas
- P11/5** Pizarras arcillosas
- S8** Areniscas
- S12** Calizas
- S3-8** Arenas y areniscas
- S7-8** Conglomerados y areniscas
- S12-13** Calizas y dolomías
- S12-105** Calizas y margas
- S12-8** Calizas y areniscas
- S12-7** Calizas y conglomerados
- S5-8-105** Arcillas, areniscas y margas
- S5-3-105** Arcillas, arenas y margas
- S5-105-14** Arcillas, margas y yesos
- S7-8-10** Conglomerados, areniscas y argilitas
- S8-105-7** Areniscas, margas y conglomerados
- S8-105-12** Areniscas, margas y calizas
- S12-8-7** Calizas, areniscas y conglomerados
- T7** Conglomerados
- T12** Calizas
- T3/5** Arenas arcillosas
- T5/3** Arcillas arenosas
- T3/2** Arenas y gravas
- T105-5** Margas y arcillas
- T105-5-12** Margas, arcillas y calizas
- T5/3-2** Arcillas arenosas y gravas
- T105/5-8** Margas arcillosas y areniscas
- T105/8-5** Margas yesíferas y arcillas
- T105/3-7** Margas arenosas y conglomerados
- T5-105/8** Arcillas y margas yesíferas
- T2-3-5** Gravas, arenas y arcillas
- T2-5-7** Gravas, arcillas y conglomerados
- T5-2-7** Arcillas, gravas y conglomerados
- T7-5-8** Conglomerados, arcillas y areniscas
- T12-8-7** Calizas, areniscas y conglomerados

Su resistencia a la erosión es alta, siendo escasos los recubrimientos.

Area III₄

Se incluyen en esta Area los materiales terciarios en cuya litología existen yesos.

Margas y arcillas — T₁₀₅₋₅

Comprende este grupo extensos afloramientos ubicados en el cuadrante NE de la Hoja, entre las localidades de Coruña del Conde y Espinosa de Cerrato.

Son margas y arcillas de color rojizo, asalmonado o amarillento, con intercalaciones de areniscas e incluso algún banco margocalizo. En los niveles de margas, cuando éstas presentan tonos verdosos o blanquecinos, existen indicios de yesos, aunque no se han llegado a observar lechos ni bancos de yesos masivos.

Arcillas y margas yesíferas — T_{5-105/8}

Constituye este grupo importantes afloramientos en toda la mitad occidental de la Hoja.

Son arcillas marrones o asalmonadas, y margas verdosas o blanquecinas, entre las que se encuentran frecuentes cristales de yeso e incluso lechos de yeso fibroso de hasta 8 cm de potencia. En los puntos donde no se observan cristales, son frecuentes las eflorescencias de sulfatos.

La resistencia a la erosión es baja, existiendo suelos eluviales y coluviales arcillosos de notable espesor.

Margas yesíferas y arcillas — T_{105/8-5}

Este grupo aflora en los mismos sectores que el anteriormente descrito.

Son margas yesíferas de color ocre, blanco, verde y asalmonado, con arcillas asalmonadas, entre las que se intercalan lentejones arenosos de color ocre y bancos de margocalizas de color crema o blanco. En ocasiones los yesos pueden constituir bancos de hasta 1 m de potencia.

Ofrecen baja resistencia a la erosión lineal.

Son frecuentes los suelos eluviales y coluviales de tipo arcilloso.

2.5. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS

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

Este análisis tendrá como base las características y comportamiento de las diferentes familias de rocas ante las condiciones ambientales, resaltando aquellos problemas que surjan en el terreno, bien por causas puramente naturales, bien al ser trastocado su equilibrio bajo la acción 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 I₁

Presenta una morfología muy variada que oscila de llana a montañosa, si bien predominan los relieves alomados, apareciendo los relieves montañosos en un pequeño sector ubicado con el ángulo SE de la Hoja.

Toda la Area se considera estable, aunque localmente, a causa de la tectonización, puede surgir cierta inestabilidad; sin embargo siempre serán zonas de poca extensión.

Los fenómenos exógenos que pueden existir son siempre de escasa consideración (acumulaciones de materiales sueltos) y sin representación a la escala del presente estudio.

Area I₂

Esta Area muestra una morfología de tipo abrupto o intermedio; es decir, con pendientes que oscilan entre el 7 y el 30 por ciento, predominando los valores más altos.

Es una Area estable, tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre.

Los fenómenos geológicos exógenos poseen escasa importancia, pues el único proceso notable es la meteorización, que permite el desarrollo de suelos potentes en puntos aislados.

Area II₁

Presenta esta Area morfologías diversas, desde llanas a montañas, alcanzándose en ella las cotas máximas en el ámbito de la Hoja. Predominan los relieves abruptos, e incluso en los sectores de relieve llano pueden surgir zonas pequeñas con pendientes superiores al 30 por ciento. En ocasiones su morfología es de Altiplanicie. Son siempre zonas estables, tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre.

Las características climáticas son desfavorables por el alto grado de heladicidad. Los fenómenos geológicos exógenos se reducen a acumulaciones de rocas sueltas y formas de relieve muy acusadas o acusadas, y caída de bloques; localmente pueden existir pequeños recubrimientos de arcillas residuales. Los procesos cársticos poseen escasa representación.

Area II₂

Muestra esta Area un relieve muy variado con zonas cuya morfología oscila de plana a montañosa, predominando los relieves intermedios; sin embargo, la principal característica de la Area son las frecuentes rupturas de pendiente, motivadas por la alternancia de niveles duros y blandos.

Son materiales estables, aunque al NE de Moncalvillo se ha podido observar un pequeño deslizamiento, desarrollado en un banco arcilloso de notable potencia; sin embargo esto es un fenómeno local.

Se observan algunos recubrimientos de arcillas y arenas, en relación con las cuales, o con algunos niveles arcillosos, pueden desarrollarse leves recubrimientos.

En el sector incluido en la Sierra de Pradales, por la presencia de intercalaciones arcillosas, las laderas, con pendiente superiores al 7 por ciento son inestables, existiendo deslizamientos en potencia.

Area II₂'

Predominan en la Area las zonas llanas; sin embargo existen frecuentes sectores con relieve abrupto o montañoso.

En esta Area muestran notable desarrollo los fenómenos geológicos exógenos. En las zonas llanas existen notables recubrimientos arcillosos, mientras que en las zonas con pendientes superiores al 7 por ciento (zonas inestables en condiciones naturales) son frecuentes los deslizamientos de ladera, tanto activos como en potencia, así como los abarrancamientos.

Area II₃

Muestra esta Area una morfología variada desde llana a montañosa, predominando los relieves intermedios o planos. En los sectores de areniscas se produce un relieve levemente alomado.

Son zonas estables en las que los procesos erosivos poseen escasa intensidad; sólo existen algunos leves recubrimientos arcillo-arenosos.

Area II₃'

La morfología de la Area es plana e intermedia en el contacto con la Area II₁.

Es una Area inestable en condiciones naturales y bajo la acción humana. Poseen escasa importancia los fenómenos geológicos exógenos.

Areas III₁; III₁''; III₁IV

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

Pese a estar constituidas por materiales sueltos o poco resistentes a la erosión lineal, la carencia de fuertes pendientes impide una marcada acción de los agentes erosivos, por lo que sólo se observa algún leve abarrancamiento en el contacto con las áreas que la circundan.

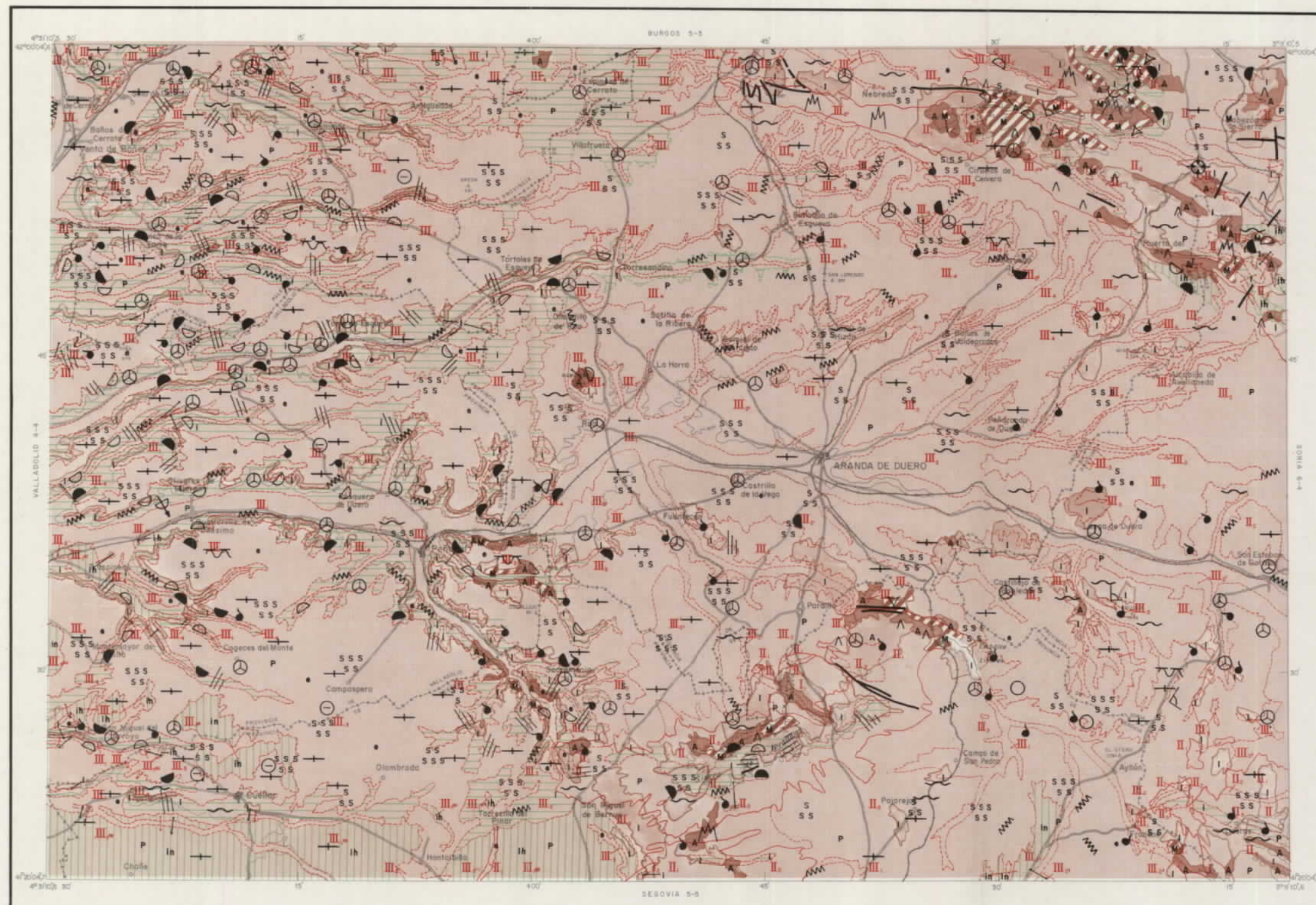
Su grado de estabilidad es alto.

Area III₁'''

Presentan una morfología con pendientes inferiores al 7 por ciento, suavemente ondulada. En el sector situado al N de Navalilla, existen pequeñas dunas, aunque fijadas por la vegetación.

Es una área inestable bajo la acción del hombre.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I ₁	Presenta una morfología variada en la que se observan relieves que oscilan de llanos a montañosos, predominando los alomados. Toda la Area se considera estable, aunque en zonas muy tectonizadas pueden existir pequeños deslizamientos.
	I ₂	Presenta una morfología que oscila de intermedia a abrupta, predominando los sectores abruptos. Es una Area estable, donde se producen algunas acumulaciones por meteorización.
II	II ₁	Presenta una morfología muy variada, de llana a montañosa, alcanzándose en esta zona las máximas cotas absolutas. La estabilidad de los terrenos es elevada, alcanzando notable importancia la climatología (heladicidad), que favorece la disgregación de las rocas, y provocando desprendimientos de bloques y acumulaciones de rocas sueltas.
	II ₂	Muestra una variada morfología, que oscila de llana a montañosa, predominando, los relieves intermedios. Caracteriza a la zona las frecuentes rupturas de pendiente. Toda la Area se considera estable, excepto en el sector situado al S, donde la presencia de niveles arcillosos, confieren cierta inestabilidad para las pendientes superiores al 7 por ciento.
	II _{2'}	Presenta una morfología llana, aunque localmente se presentan sectores montañosos o abruptos. Las zonas llanas son estables, e inestables cuando las pendientes son superiores al 7 por ciento, donde se dan frecuentes deslizamientos de ladera. Existen numerosos abarrancamientos.
	II ₃	Muestra una morfología variada que oscila de llana a montañosa, predominando los relieves llanos e intermedios. Es una Area estable, con escaso desarrollo de los fenómenos geológicos exógenos.
	II _{3'}	Presenta una morfología llana a intermedia en el contacto con la Area II ₁ . Es una Area inestable, en condiciones naturales y bajo la acción humana. Los fenómenos geológicos exógenos tienen escaso desarrollo.
III	III ₁ III _{1''} III _{1IV}	Presentan una morfología llana, con pendientes siempre inferiores al 3 por ciento. Pese a estar constituidas por materiales sueltos, su grado de estabilidad es elevado, pues los posibles problemas que puedan aparecer a causa de los fenómenos erosivos no adquieren grandes proporciones.
	III _{1'''}	Presentan una morfología, con pendientes inferiores al 7 por ciento. Es una Area inestable bajo la acción del hombre, con escasa resistencia a la erosión lineal.
	III ₂ III _{2'}	Presentan una morfología llana, con pendientes inferiores al 3 por ciento, sólo localmente existen relieves intermedios. Son materiales estables salvo en sectores bien definidos, donde pueden ser inestables, en condiciones naturales o bajo la acción del hombre. Los procesos geológicos exógenos poseen notable desarrollo.
	III ₃	Muestra una morfología llana, que con frecuencia da relieves de altiplanicie bordeadas por pendientes abruptas. La estabilidad es elevada. Existen importantes recubrimientos eluviales.
	III ₄	Presenta una morfología alomada, aunque en los valles cerrados, pueden alcanzar pendientes superiores al 15 por ciento. Su inestabilidad es acusada en condiciones naturales, existiendo numerosos deslizamientos. En general los fenómenos geológicos exógenos tienen gran desarrollo.



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

FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

- Falla o zona de falla
- Falla supuesta
- Formas de relieve llanas
- Formas de relieve alomadas
- Formas de relieve acusadas
- Formas de relieve muy acusadas
- Taludes rocosos verticales
- Abarrancamientos

SIMBOLOGIA

- Deslizamientos en potencia
- Deslizamientos activos
- Laderas inestables
- Desprendimientos de bloques
- Altiplanicie
- Area carstificada

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- Hundimiento
- Acumulaciones de rocas sueltas
- Taludes de materiales sueltos
- Desmoronamientos
- Recubrimientos por alteración
- Area de cuevas vivienda

DIVISION ZONAL

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

Areas III₂ y III_{2'}

Muestran una morfología generalmente llana, con pendientes en general inferiores al 3 por ciento; localmente se presentan relieves intermedios.

Los fenómenos geológicos exógenos muestran notable desarrollo, especialmente los procesos relacionados con la erosión lineal, produciéndose importantes abarrancamientos en los alrededores de Fresno de Cantespino, Matanza de Soria, Cilleruelo de Abajo y Gumiel del Mercado.

Son materiales estables en general; no obstante pueden ser inestables bajo la acción humana en el sector situado al NE de Quintanarraya, e incluso inestables en condiciones naturales en los sectores siguientes: Fuentepiñel, Aldeasoña, Caleruega, S de Pinilla Trasmonte y O de Guimara, en todos los cuales se han observado deslizamientos activos o en potencia.

En casi todos los pueblos situados en esta Area se suelen construir cuevas-vivienda o bodegas que cuando alcanzan dimensiones importantes, pueden llegar a afectar a las construcciones situadas en superficie, tal como ha ocurrido en Roa, donde se han derruido varias casas por hundimiento de las bodegas excavadas bajo el pueblo.

Por último es necesario indicar que son frecuentes los recubrimientos, aunque en general son de poca potencia.

Area III₃

La morfología de la Area es prácticamente llana, dando a veces relieves en altiplanicies.

Los límites de la Area suelen mostrar pendientes abruptas e incluso superiores. Estos escarpes suelen sufrir frecuentes caídas de bloques.

Salvo estos problemas, y los ocasionados por eventuales recubrimientos, la estabilidad natural de estas zonas es elevada y sus características geomorfológicas favorables.

Existe un leve carst al N de Cuéllar.

Area III₄

Presenta esta Area una morfología alomada, aunque en los valles cerrados pueden llegar a alcanzarse pendientes hasta del 15 por ciento, e incluso superiores, en el contacto con las calizas de la Area III₃.

La baja resistencia a la erosión permite la proliferación de fenómenos geológicos exógenos, destacando los frecuentes deslizamientos de ladera y los abarrancamientos. Se han observado desmoronamientos, al N de Sardón de Duero, motivados por la erosión del río Duero.

Son frecuentes los recubrimientos de potencia variable y las áreas de cuevas-vivienda o bodegas, con características similares a las descritas en las Areas III₂ y III_{2'}.

Es una Area inestable tanto en condiciones naturales como bajo la acción humana, lo cual no impide que en los sectores cuya pendiente sea inferior al 3 por ciento la estabilidad sea alta.

2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

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

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

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

Areas I₁ y I₂

En ambas, sus materiales se consideran impermeables, con cierta permeabilidad en las zonas muy tectonizadas o alteradas.

La escorrentía superficial es muy activa y favorable, dada la acusada topografía de la Area.

Son áreas prácticamente sin acuíferos; la aparición de manantiales suele estar relacionada con zonas de fractura.

No existen sectores encharcados ni con drenaje deficiente.

Area II₁

Los materiales que afloran en esta Area se consideran como impermeables por porosidad, aunque permeables por fisuración.

El drenaje es siempre favorable, tanto por escorrentía superficial como por percolación a través de fisuras.

Se considera que en la Area existen importantes acuíferos por fisuración.

Areas II₂ y II_{2'}

Las características hidrológicas de estas Areas son muy variables. En el sector NE y en la Sierra de Pradales, que constituyen la mayor parte de las áreas, se consideran los materiales como impermeables; sólo la pequeña franja situada al N de Licerías se considera como semipermeable y como permeables los dos afloramientos existentes al SE de Navas del Pinar.

El drenaje es favorable por escorrentía superficial, excepto al N de Licerías donde es deficiente por percolación, y en los alrededores de Navas del Pinar donde es favorable tanto por escorrentía como por percolación natural. Existen sectores con drenaje deficiente, por escorrentía poco activa, incluidos en zonas con drenaje favorable; así acaece al N de Hacinas.

Son áreas prácticamente sin acuíferos, aunque pueden existir pequeños niveles acuíferos ligados a litologías arenosas.

Areas II₃ y II_{3'}

Sus materiales se consideran como impermeables tanto por porosidad como por fisuración.

El drenaje, que se realiza por escorrentía superficial, se considera aceptable en los sectores ubicados al SE de la Hoja y en los alrededores de Fuentidueña y favorable en la Sierra de Pradales.

Son áreas prácticamente sin acuíferos, existiendo la posibilidad de pequeños acuíferos ligados a las formaciones de areniscas muy alteradas o fisuradas. Las aguas que proceden de los niveles de Keuper (alrededores de Licerías) pueden contener sales disueltas dada la presencia de sulfatos tanto en lechos como diseminados.

Áreas III₁ y III_{1V}

Los materiales que integran esta división zonal presentan unas características hidrológicas diferentes según la posición en el ámbito de la Hoja. La mayor parte de los materiales se consideran como semipermeables e incluso impermeables dado el predominio de litologías de tipo arcillo-limoso, considerándose como permeables los sectores correspondientes al río Pisuerga y sector oriental del Duero y pequeños cursos situados sobre los materiales calizos mesozoicos, en los que predominan las fracciones detríticas.

El drenaje es deficiente, por percolación natural en toda la Área, si se exceptúan los pequeños cauces del sector NE, donde es favorable por escorrentía superficial.

El nivel freático suele encontrarse a poca profundidad (3-5 m), existiendo zonas encharcadas, bien por causa de la deficiente escorrentía, bien por la poca profundidad a que se encuentra el nivel freático.

En general pueden existir acuíferos por porosidad intergranular en todos los sectores donde predominan las granulometrías groseras.

Área III_{1''}

Los materiales que integran esta Área se consideran como permeables por porosidad, siendo favorable su drenaje, tanto por escorrentía como por percolación natural.

Se consideran estos materiales como acuíferos.

Área III_{1'''}

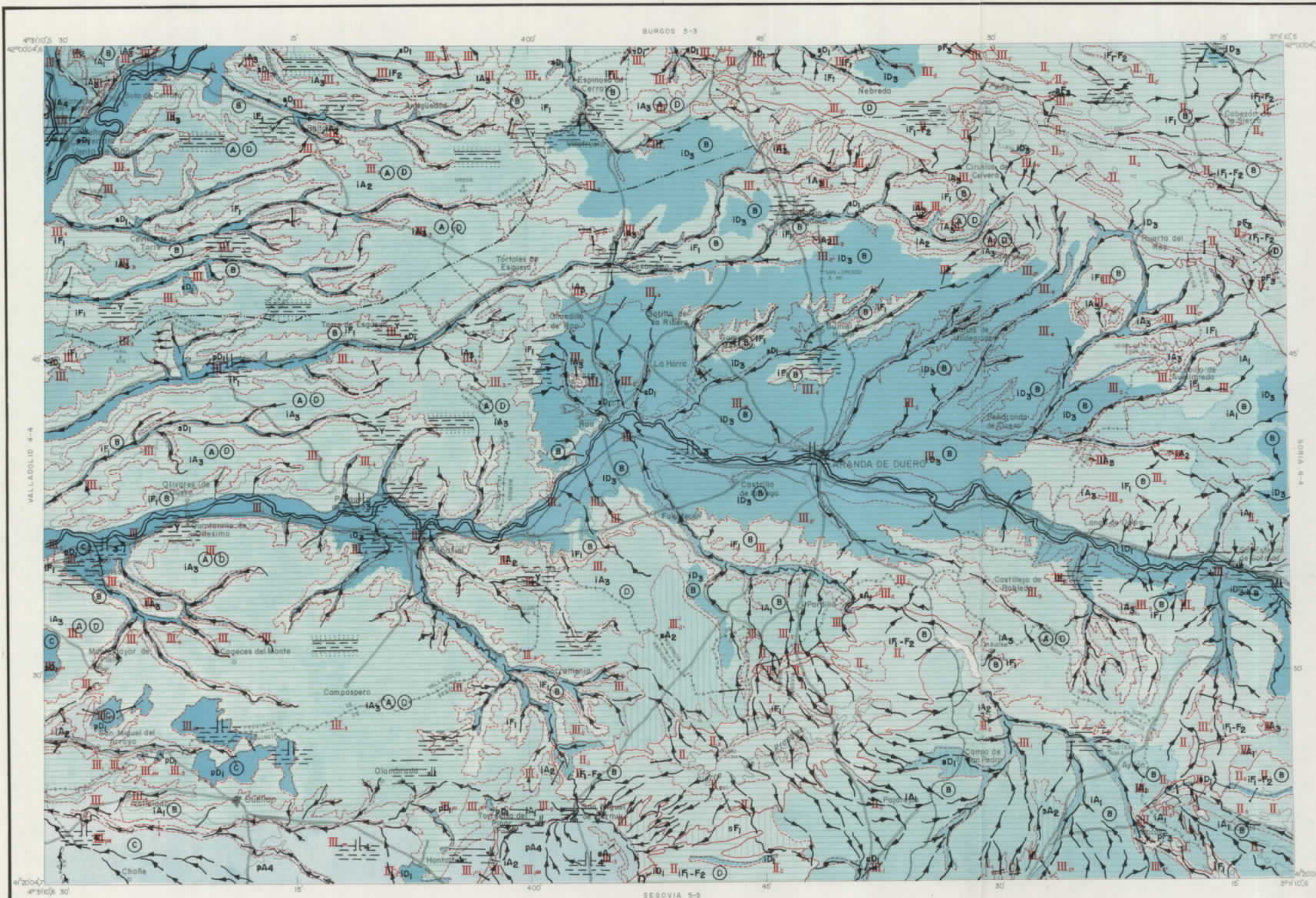
Los materiales que se integran en esta Área se consideran como permeables por porosidad intergranular y constituyen acuíferos extensos.

El drenaje es deficiente por percolación en las zonas deprimidas ubicadas entre Cuéllar y Sardón de Duero, desarrollándose notables encharcamientos. Todo el sector situado en el borde S posee un drenaje aceptable por percolación, existiendo sin embargo zonas encharcadas de cierta extensión al S de Torrecilla del Pinar.

Áreas III₂ y III_{2'}

Los materiales que se incluyen en estas divisiones territoriales se consideran como impermeables, aunque pueden existir variaciones locales motivadas por cambios de granulometría y grado de cementación; no obstante, son cambios tan localizados que no deben influir en las características globales de estas áreas.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I ₁ I ₂	En ambas se consideran sus materiales como impermeables, con una cierta permeabilidad ligada a su grado de tectonización. El drenaje por escorrentía superficial es favorable, dada su acusada morfología. La aparición de agua en profundidad aparece ligada a zonas de fracturación o alteración.
II	II ₁	Los materiales de la Area se consideran como impermeables por porosidad, aunque permeables por fisuración. El drenaje es favorable tanto por escorrentía como por percolación a través de fracturas. En esta Area existen importantes acuíferos por fisuración.
	II ₂ II _{2'}	Los materiales de la mayor parte de estas Areas, son impermeables, siendo semipermeables e incluso permeables al predominar las litologías detríticas poco cementadas. El drenaje es en general favorable por escorrentía superficial, salvo en sectores deprimidos donde es deficiente o donde predominan las fracciones arenosas en que es favorable por escorrentía y percolación. Son Areas prácticamente sin acuíferos, salvo en sectores muy localizados.
	II ₃ II _{3'}	En ambas los materiales son impermeables. El drenaje es aceptable o favorable según la morfología. Son Areas prácticamente sin acuíferos. Las Areas del sector correspondiente al Keuper pueden contener sulfatos.
III	III ₁ III _{1IV}	Las características hidrológicas de los materiales varían mucho según su situación en el ámbito de la Hoja. La mayoría de los materiales se consideran semipermeables e incluso impermeables; sólo son permeables el sector occidental del Duero y pequeños cursos constituidos por litologías detríticas gruesas. El drenaje es deficiente, por percolación natural, salvo sectores muy definidos. El nivel freático es poco profundo. Existen encharcamientos. Existen acuíferos en todos los sectores donde predominan los materiales detríticos.
	III _{1''}	Los materiales son permeables por porosidad. El drenaje es favorable tanto por percolación como por escorrentía superficial. Se consideran estos materiales como acuíferos.
	III _{1'''}	Sus materiales se consideran como permeables por porosidad intergranular. El drenaje, por percolación, es deficiente en las zonas deprimidas y aceptable en el resto de la Area. El nivel freático suele ser poco profundo. Constituyen acuíferos.
	III ₂ III _{2'}	Son materiales impermeables en su mayor parte. El drenaje, es por escorrentía superficial, por lo que es función de la topografía, oscilando de favorable a deficiente. Son Areas prácticamente sin acuíferos.
	III ₃	Los materiales se consideran como impermeables por porosidad y permeables por fisuración. El drenaje es aceptable por percolación a través de fracturas. Constituye un importante acuífero.
	III ₄	Sus materiales son impermeables. Es pues una Area prácticamente sin acuíferos. El drenaje es, en la mayor parte de la Area, favorable por escorrentía superficial pasando a desfavorable en sectores deprimidos. Las aguas subterráneas pueden ser selenitosas.



Escala, 1:400.000

CONDICIONES DE DRENAJE



Zonas con drenaje Nulo



Zonas con drenaje Deficiente

D₁ Drenaje por percolación natural
D₂ Drenaje por escorrentía poco activa



Zonas con drenaje Aceptable

A₁ Drenaje por escorrentía activa
A₂ Drenaje por percolación y escorrentía
A₃ Drenaje aceptable por percolación a través de fracturas
A₄ Drenaje por percolación. Zonas de encharcamiento



Zonas con drenaje Favorable

F₁ Drenaje por escorrentía muy activa
F₂ Drenaje por percolación a través de fisuras
F₃ Drenaje por escorrentía y percolación natural

Límite de separación de zonas

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES



Materiales permeables



Materiales semipermeables



Materiales impermeables

Límite de separación de los distintos materiales

SIMBOLOGIA

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

HIDROLOGIA SUPERFICIAL



Límite de subcuenca hidrográfica



Red de drenaje

(A) Zonas con acuíferos aislados

(B) Zonas sin acuíferos

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

(D) Zonas con acuíferos por fisuración

FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS



Zonas propensas a encharcamientos



Nivel freático a escasa profundidad



3) profundidad del nivel freático



Presencia de aguas seleníticas



Aguas colgadas



Aguas ligadas a fenómenos de fracturación

DIVISION ZONAL



Límite de separación de Regiones



Límite de separación de Areas



Designación de un Area

El drenaje es función de la topografía, oscilando de favorable por escorrentía muy activa a deficiente.

Los sectores con drenaje más deficiente se sitúan en el sector central de la Hoja.

Son áreas prácticamente sin acuíferos.

Area III₃

Sus materiales se consideran como impermeables por porosidad y permeables por fisuración.

El drenaje es aceptable por percolación a través de fisuras.

La Area constituye el principal acuífero del sector O de la Hoja, aunque no constituye una única unidad, sino una serie de acuíferos (por fisuración) aislados, siendo frecuente la existencia de aguas colgadas. En algunos sectores se producen procesos cársticos aunque su desarrollo es poco acentuado.

Area III₄

Los materiales de esta Area se consideran como impermeables, aunque existen lentejones arenosos muy localizados con notable permeabilidad en la zona comprendida entre Baltanás y Antigüedad, así como en los alrededores de Cevico de la Torre, existiendo niveles similares distribuidos de modo irregular por toda la Area; no obstante siempre son de escasa magnitud. Es pues una Area prácticamente sin acuíferos.

El drenaje es, en la mayor parte de la Area, favorable por escorrentía superficial, pudiendo ser aceptable e incluso desfavorable en sectores deprimidos o con escasa pendiente.

Es necesario resaltar que la presencia de sulfatos diseminados o en lechos conferirán diferentes características a las aguas procedentes de esta Area.

2.7. CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

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

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

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

Areas I₁ y I₂

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

Localmente pueden surgir problemas ligados a los recubrimientos, especialmente al S de Villalvilla de Montejo, en los cuales las características mecánicas son muy inferiores a los de la roca sana.

Areas II₁ y II₃

Los terrenos que se integran en estas Areas admiten capacidades de carga altas, sin que se produzcan asentamientos de ningún tipo.

Los únicos problemas que pueden surgir serán en relación con los recubrimientos desarrollados sobre los materiales areniscosos de la Sierra de Pradales y del ángulo SE de la Hoja.

Area II₂

Los terrenos que se incluyen poseen, en la mayor parte de la Area, capacidades de carga alta e inexistencia de asientos, salvo en los sectores situados en la Sierra de Pradales y S de Navas del Pinar, donde las capacidades de carga son de magnitud media, produciendo dichas cargas asentamientos del mismo orden de magnitud. Esta variación se debe a la presencia de intercalaciones arcillosas y a la desagregación de los materiales arenosos.

Es preciso hacer constar que pueden surgir variaciones tanto en las capacidades de carga como en las magnitudes de los asentamientos, por la presencia, en todo el dominio de la Area, de algunas intercalaciones arcillosas o por variaciones en el grado de cementación de las areniscas.

Area II_{2'}

Los terrenos que se incluyen en esta Area poseen capacidades de carga de magnitud media, dándose para ellas asentamientos del mismo orden.

Pueden existir leves variaciones en la magnitud de cargas y asentamientos, tanto en sentido positivo como negativo, según se trate de niveles granulares bien cementados o niveles arcillosos de superior plasticidad.

Los recubrimientos de esta Area tendrán características geotécnicas inferiores a las del sustrato.

Area II_{3'}

Sus terrenos admiten capacidades de carga bajas y asentamientos de magnitud media, que pueden ser bruscos en ocasiones y motivados por disolución de niveles yesíferos.

Los recubrimientos arcillosos ubicados en esta Area mostrarán problemas geotécnicos superiores a los del sustrato.

Areas III₁ y III_{1IV}

La heterogeneidad litológica de sus materiales determina importantes variaciones en las características geotécnicas. Los materiales que integran los cauces de los ríos Duero y Pisuegra, que son los de menor contenido en finos, ofrecen una capacidad de carga de magnitud media y asentamientos de igual tipo; estas características son iguales para los aluviales situados al NE de Espinosa de Cervera. En los del sector NE pueden producirse asentamientos diferenciales.

Los restantes sectores ofrecen capacidades de carga de magnitud baja y asentamientos de tipo medio, que frecuentemente serán diferenciales.

Area III_{1''}

Los terrenos de la Area considerada admiten capacidades de carga de magnitud media, pudiendo producirse asentamientos bruscos, de tipo medio, como consecuencia de la disolución de los carbonatos.

Area III_{1'''}

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

Influyen en sumo grado, en las características geotécnicas de este grupo, la existencia de un nivel freático a poca profundidad, que mantiene el suelo en estado de saturación total.

Areas III₂ y III_{2'}

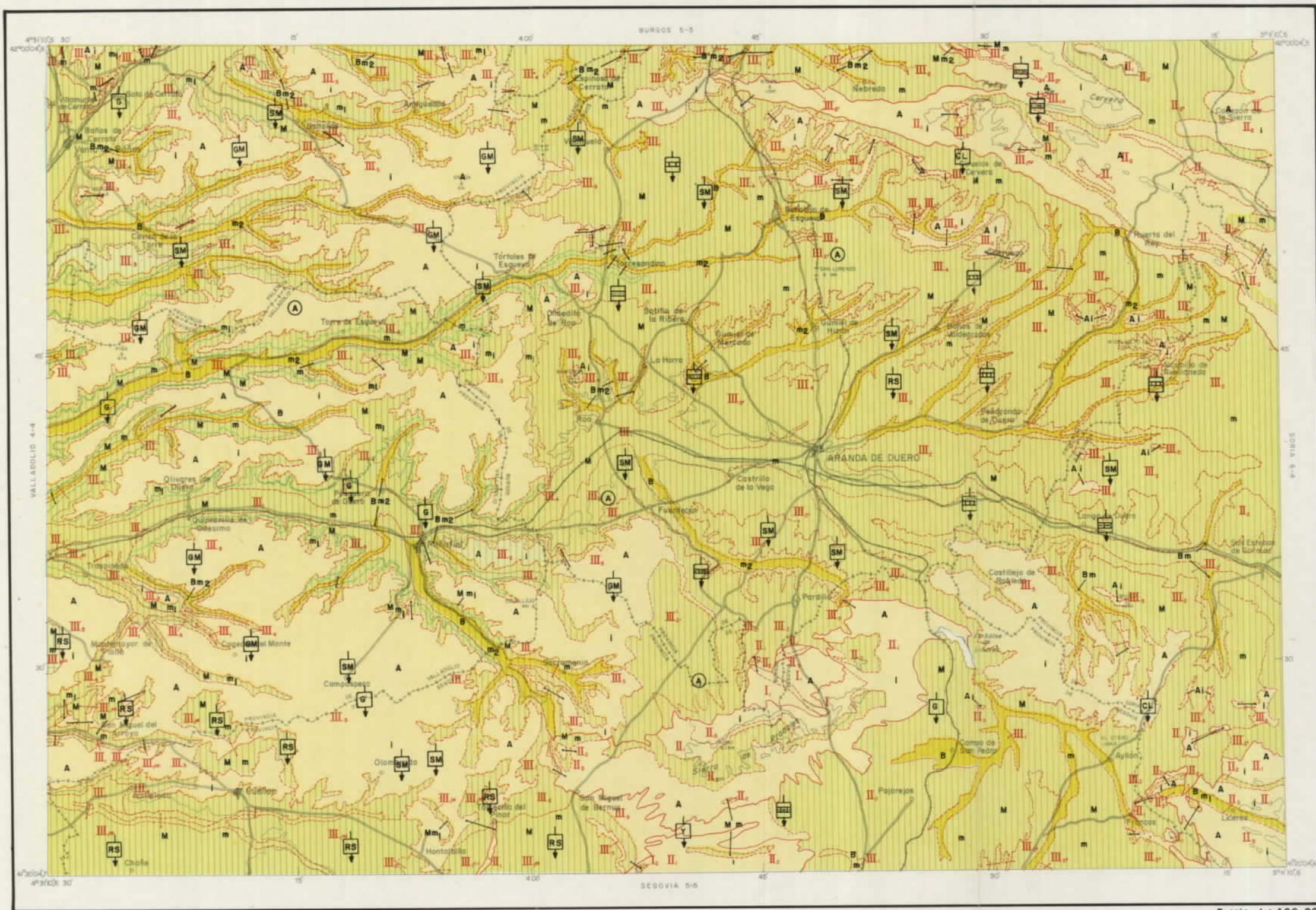
Sus terrenos admiten capacidades de cargas de magnitud media, que producen asentamientos del mismo origen. En el sector situado en los alrededores de Estebanvela, la capacidad de carga es alta, no produciéndose asentamientos de ningún tipo, lo cual se debe al elevado grado de cementación de los conglomerados que afloran aquí.

En estas Areas existen variaciones litológicas que pueden determinar diferencias importantes en sus características geotécnicas, lo cual exigirá un análisis cuidadoso de estas variaciones, al influir decisivamente en el comportamiento del suelo.

Area III₃





Los terrenos de la Area admiten capacidades de carga altas, sin que se produzcan asentamientos de ningún tipo. Los recubrimientos pueden ser potentes y de variada litología, pudiendo surgir problemas geotécnicos en relación con ellos, dado que sus características mecánicas son siempre inferiores a las del sustrato.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I ₁ I ₂	Sus terrenos admiten capacidades de carga altas, sin que se produzcan asentamientos de ningún tipo. Los problemas mecánicos están ligados siempre a los recubrimientos a veces potentes y heterométricos.
II	II ₁ II ₃	Los terrenos admiten capacidades de carga altas, sin que se produzcan asentamientos de ningún tipo. Los problemas mecánicos están ligados a los recubrimientos desarrollados sobre los materiales arenosos, a veces potentes e inestables.
	II ₂	Sus terrenos en la mayoría admiten capacidades de carga altas, sin que se produzcan asentamientos, salvo en ciertos sectores, donde la capacidad de carga es media y los asentamientos de igual magnitud, debido a la presencia de intercalaciones arcillosas. Los problemas mecánicos están ligados al diferente comportamiento de las litologías predominantes: areniscas y arcillas.
	II _{2'}	Los terrenos admiten capacidades de carga de magnitud media, que producen asentamientos de igual magnitud. Pueden existir variaciones tanto en sentido positivo como negativo, según la litología predominante. Los problemas mecánicos están ligados a los recubrimientos o al diferente comportamiento mecánico de las litologías predominantes: areniscas, arenas y arcillas.
	II _{3'}	Los terrenos admiten capacidades de carga bajas y asentamientos de magnitud media, que pueden ser bruscos en ocasiones y motivados por disolución de niveles yesíferos. Los problemas mecánicos se verán incrementados en los recubrimientos.
III	III ₁ III _{1IV}	La heterogeneidad litológica de sus materiales determina importantes variaciones en sus características geotécnicas. Las capacidades de carga oscilan de bajas a medias, produciéndose asentamientos de magnitud media, que en ocasiones serán diferenciales. Los problemas mecánicos están ligados a las variaciones litológicas y a la presencia de niveles freáticos altos en general.
	III _{1''}	Sus terrenos admiten capacidades de carga de magnitud media, pudiendo producirse asentamientos de magnitud media por disolución de carbonatos.
	III _{1'''}	Sus terrenos admiten capacidades de carga de magnitud media, que producen asentamientos del mismo orden. Los problemas mecánicos están influenciados por la existencia de un nivel freático, a poca profundidad, que mantiene el suelo en estado de saturación total.
	III ₂ III _{2'}	En general sus terrenos admiten capacidades de carga de magnitud media, que producen asentamientos de igual magnitud, salvo en sectores donde existe un elevado grado de cementación, donde la capacidad de carga es alta, no produciéndose asentamientos de ningún tipo.
	III ₃	Sus terrenos admiten capacidades de carga altas sin que se produzcan asentamientos de ningún tipo. Los problemas mecánicos estarán relacionados con los recubrimientos.
	III ₄	Sus terrenos admiten capacidades de carga de magnitud media que producen asentamientos de igual magnitud. Son posibles los asentamientos bruscos por disolución de yesos. Las aguas, cargadas de iones sulfato, son corrosivos frente a los aglomerantes hidráulicos normales.




Escala, 1 : 400.000


CAPACIDAD DE CARGA

- | | |
|---|---------------------------------------|
|  | Zonas con capacidad de carga Alta |
|  | Zonas con capacidad de carga Media |
|  | Zonas con capacidad de carga Baja |
|  | Zonas con capacidad de carga Muy Baja |

Límite de separación de Zonas

ASIENTOS PREVISIBLES

-  Zonas con inexistencia de asientos

 Zonas con asientos de magnitud media

 - m Asientos de magnitud media
 - m_1 Asientos bruscos por disolución de yesos
 - m_2 Asientos diferenciales
 - m_3 Asientos bruscos por disolución de carbonatos


Zonas con asientos de magnitud elevada

Límite de separación de Zonas


SIMBOLOGIA


GRADO DE SISMICIDAD

- (A) Bajo $G \leq VI$
 (B) Medio $VI < G \leq VII$
 (C) Alto $G > VIII$
 --- Límite de separación de Zonas




- 
- RG Recubrimientos de gravas
 - RS Recubrimientos de arenas
 - RCL Recubrimientos arcillosos
 - RSM Recubrimientos areno-limosos

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- 
 Yesos masivos o diseminados
 Recubrimientos de gravas y limos
 Niveles de areniscas y margas
 Materia orgánica

- 
 Niveles de calizas
 Niveles de margocalizas
 Niveles de areniscas

DIVISION ZONAL

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

Area III₄

Los terrenos admiten capacidades de carga de magnitud media, que producen asentamientos del mismo orden. Estos asentamientos pueden ser bruscos por disolución de yesos en los sectores situados en la parte occidental de la Hoja, donde existen bancos de potencia notable.

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

De acuerdo con el "Mapa de Zonas Sísmicas generalizado de la Península Ibérica" se observan dos zonas distintas en la Hoja.

En el ángulo NE se encuentra una zona en que $V \leq G \leq VI$ y en el resto de la Hoja es $G < V$, y, por lo tanto, en toda la superficie que abarca la zona estudiada no tienden a producirse, por acciones sísmicas efectos dañosos en las construcciones o bien pueden ser daños ligeros. Por consiguiente, no será necesario prever en las construcciones o edificaciones las especificaciones marcadas por el Gobierno en la "Norma Sismorresistente P.G., S-1 (1968) Parte A" ni la posible aparición de fenómenos sísmicos.

3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS

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

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

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

3.1. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES

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

Problemas de tipo Geomorfológico

Se incluyen aquellos sectores, ubicados en las estribaciones de la Sierra de Cameros, Sierra de Pradales y ángulo SE de la Hoja, que muestran una morfología muy acusada, con pendientes naturales superiores al 30 por ciento. En estos sectores se alcanzan las máximas cotas absolutas, manteniéndose la altitud siempre por encima de los 1.200 m.

A las características mencionadas se unen el grado de tectonización y las adversas condiciones climáticas (heladicidad), factores que activan la disgregación de los materiales y la acción de depósitos de materiales sueltos de escasa estabilidad.

Pese a presentar unas características hidrológicas y geotécnicas favorables, las adversas características geomorfológicas justifican la valoración de las características constructivas de los terrenos como muy desfavorables.

Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d)

Se incluyen los terrenos que integran el sector oriental de la Area III₄, y pequeños sectores de la Area II₂, ubicados en el ángulo NE de la Hoja.

Son materiales con características geomorfológicas deficientes, tanto por sus pendientes naturales, que pueden llegar a ser superiores al 30 por ciento, como por su escasa estabilidad, siendo frecuentes los deslizamientos de ladera, algunos de los cuales alcanzan notable magnitud.

Los problemas de tipo geotécnico (p.d) son variados, comprendiendo capacidades de carga bajas o medias, con asentamientos de magnitud media y presencia de aguas selenitosas, en el sector O, que por ser altamente agresivas pueden exigir el empleo de cementos especiales.

La conjunción de todos estos factores han condicionado la clasificación de las características constructivas de estos terrenos como muy desfavorables.

Problemas de tipo Geomorfológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d)

Los terrenos incluidos corresponden a la Area II₃, que afloran únicamente en el ángulo SE de la Hoja.

Los materiales muestran una morfología acusada o intermedia, con laderas inestables, aunque no se ha llegado a observar deslizamientos de ladera de notable magnitud.

Son terrenos impermeables, que muestran un drenaje aceptable por escorrentía superficial, salvo en sectores deprimidos, de escasa extensión, en los que se pueden producir encharcamientos.

En su litología predominan las arcillas y margas, con algunas intercalaciones de areniscas y yesos. Sus características mecánicas muestran una capacidad de carga baja, con asentamientos de magnitud media, que pueden ser bruscos por disolución de los yesos. Las aguas procedentes de estos niveles pueden contener abundantes iones sulfato, que les confieren propiedades agresivas frente a los aglomerantes hidráulicos, lo que exige el empleo de cementos especiales.

La conjunción de estos factores ha motivado la clasificación como "muy desfavorables" de las características constructivas de estos terrenos.

3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

Se incluyen aquellos terrenos en los cuales, con características constructivas desfavorables, pueden existir los problemas siguientes: de tipo geotécnico (p.d); de tipo geomorfológico, de tipo hidrológico y geotécnico (p.d); de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d); de tipo litológico, hidrológico y geotécnico (p.d).

Problemas de tipo Geotécnico (p.d)

Se incluyen gran parte de los terrenos de las Areas III₄ y III₂, comprendidas entre Aranda de Duero y el límite N de la Hoja.

Son materiales estables, excepto en los alrededores del río Franco, con un drenaje aceptable o favorable por escorrentía superficial y con una morfología alomada, que sólo localmente puede superar el 15 por ciento de pendiente.

La capacidad de carga es media, produciéndose asentamientos de tipo medio, que se verán incrementados en los aluviales desarrollados sobre estos terrenos. La presencia de diseminaciones de yesos provocará un notable contenido en sulfatos en las aguas procedentes de estos materiales, aguas que por tanto serán agresivas frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.

Las características expuestas justifican la clasificación de las características constructivas de estos terrenos como desfavorables.

Problemas de tipo Geomorfológico

Se incluyen aquellos terrenos ubicados en la Sierra de Pradales y ángulo NE de la Hoja que muestran pendientes naturales comprendidas entre el 15 y 30 por ciento.

La morfología es abrupta, con frecuentes pendientes inferiores al 20 por ciento, y que localmente pueden rebasar el 30 por ciento. La elevada altitud (superior a 1.200 m) hace que las condiciones climáticas sean desfavorables, siendo frecuentes las precipitaciones en forma de nieve y las heladas, lo cual favorece la meteorización de los macizos rocosos.

Pese a presentar características hidrológicas y geotécnicas favorables, sus deficientes caracteres geomorfológicos justifican la clasificación de estos terrenos como desfavorables desde el punto de vista constructivo.

Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnico (p.d)

Se agrupan los terrenos de las Areas III₂ y III₄, ubicados al NO de Aranda de Duero.

La morfología suave de estos terrenos incide desfavorablemente sobre el drenaje, ya que éste se realiza por escorrentía, al no existir percolación, dado que son prácticamente impermeables, tanto por porosidad como por fisuración. Este drenaje deficiente puede motivar el desarrollo de encharcamientos.

La capacidad de carga es media, con asentamientos de igual magnitud.

Existe el peligro de aguas selenitosas, especialmente en los sectores ubicados más al N; estas aguas serán agresivas frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.

Estas características justifican la calificación constructiva de los terrenos como desfavorables.

Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d.)

Se incluyen un conjunto de terrenos distribuidos de forma irregular por todo el ámbito de la Hoja.

La morfología es ondulada, alcanzándose pendientes como máximo del 15 por ciento. La estabilidad es variable, siendo inestables en condiciones naturales los aflora-

mientos situados en los sectores S y O, e inestables, bajo la acción del hombre, los ubicados al SE de Huerta del Rey.

La capacidad de carga se considera de magnitud media, con asentamientos de igual magnitud. La presencia de yesos, especialmente en los afloramientos de la mitad occidental de la Hoja, provoca la existencia de aguas selenitosas, agresivas frente a los aglomerantes hidráulicos ordinarios.

Problemas de tipo Hidrológico, Litológico y Geotécnico (p.d)

En este punto se incluyen todos aquellos ríos de la Hoja en cuya litología predominan los limos y arcillas, aunque no faltan lentejones de gravas y arenas. Estas diversas litologías se distribuyen de modo irregular.

En el aluvial del río Esgueva, así como en el Henar, se ha observado la presencia de niveles de turbas, siendo de esperar que existan en otros aluviales, aunque no haya sido posible constatar su presencia.

Son materiales semipermeables o permeables, con drenaje deficiente por percolación, que muestran, en general, un nivel freático a poca profundidad (3-5 m), lo que favorece la saturación de los terrenos.

La capacidad de carga es baja, produciéndose asentamientos de magnitud media, que generalmente serán diferenciales, dado el diferente comportamiento mecánico e irregular disposición de las distintas litologías.

La suma de todas estas características justifican la clasificación de las características constructivas como desfavorables.

3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

Se incluyen aquellos terrenos en los cuales, con características constructivas aceptables, pueden existir los problemas siguientes: de tipo geotécnico (p.d); de tipo geomorfológico, de tipo hidrológico y geotécnico (p.d); de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d); de tipo hidrológico, litológico y geotécnico (p.d).

Problemas de tipo Geotécnico (p.d)

Se agrupan en este punto extensos afloramientos de los sectores situados en la mitad oriental y extremo S de la Hoja, alcanzando su máxima representación al SE de Aranda de Duero.

Por lo general no existen problemas de tipo geomorfológico, ni hidrológico, aunque sí ciertas variaciones en la litología de poca importancia.

La capacidad de carga de los materiales es de tipo medio, produciéndose asentamientos de igual magnitud; puntualmente, estas características mecánicas pueden ser inferiores por la presencia de niveles arcillosos o saturados.

Problemas de tipo Geomorfológico

Se agrupan en este punto los terrenos de menor altitud comprendidos en las Áreas II₁ y II₂, en las cuales las pendientes naturales oscilan entre el 7 y el 15 por ciento.

No existen problemas de tipo hidrológico ni litológico; sólo localmente algunos recubrimientos o pequeños niveles arcillosos intercalados pueden presentar capacidades de carga de tipo medio. Es necesario resaltar la existencia de bancos yesíferos en las cercanías de Valle de Tabladillo, sin que hecho similar se haya constatado en otros puntos de las Areas II₁ y II₂.

Problemas de tipo Hidrológico y Geotécnico (p.d)

Comprende este punto amplios afloramientos ubicados en el sector oriental de la Hoja, alcanzando su máxima representación en los alrededores de Aranda de Duero.

En ellos la aceptabilidad constructiva está condicionada por un drenaje deficiente o por la existencia de un nivel freático poco profundo que mantendrá un alto grado de saturación, que repercutirá sobre las características mecánicas de los materiales.

La capacidad de carga de los materiales es de magnitud media o baja, produciéndose asentamientos del mismo orden.

Problemas de tipo Geomorfológico y Geotécnico (p.d)

Se incluyen sólo dos afloramientos, situados en la Sierra de Pradales y al S de Torremocha de Ayllón.

Se han considerado aceptables sus condiciones constructivas debido en parte a su morfología desigual y a sus características mecánicas de tipo medio (capacidad de carga y magnitud de los asentamientos), aunque estas características mecánicas, en el afloramiento de la Sierra de Pradales, se restringen a los recubrimientos o zonas meteorizadas.

Problemas de tipo Litológico, Hidrológico y Geotécnico (p.d)

Se agrupan aquí los depósitos aluviales del Duero, en la mitad occidental, y del Pisuerga.

La aceptabilidad constructiva en estos depósitos ha estado condicionada por la heterogeneidad litológica, pues, aunque predominan las arenas, existen frecuentes niveles de gravas, limos y arcillas, distribuidos de modo irregular, lo cual provoca una irregular distribución de la capacidad de carga y de la magnitud de los posibles asentamientos, tanto en superficie como en profundidad. Por otra parte el nivel freático es poco profundo, lo que motiva un alto grado de saturación de los suelos.

3.4. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

Se incluyen aquí aquellos terrenos, que si bien pueden considerarse favorables desde el punto de vista constructivo, puntualmente pueden presentar problemas de tipo geotécnico (p.d).

Problemas de tipo Geotécnico (p.d)

En este punto se incluyen todos los terrenos pertenecientes al Area III₃, en los que predominan los materiales de tipo calizo.

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

BIBLIOGRAFIA

- Banco de Bilbao. **Renta Nacional de España** (1971).
- Banco Español de Crédito. **Anuario del Mercado Español** (1972).
- Cámara Oficial de Comercio, Industria y Navegación. **Atlas Industrial de España** (1964-1965).
- Consejo Económico Provincial. **Perspectivas de desarrollo económico de la provincia de Segovia**
- I.G.M.E. Plan Nacional de Minería P.N.I.M. **Mapa Geotécnico Nacional** (1972).
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000. Hoja 19 León.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000. Hoja 20 Burgos.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000. Hoja 21 Logroño.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000. Hoja 29 Valladolid.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000. Hoja 30 Aranda de Duero.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000. Hoja 31 Soria.**
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000. Hoja 38 Segovia.**
- I.G.M.E. **Mapa Geotécnico de España a E 1:200.000. Hoja 5-5/38.**
- I.G.M.E. **Mapa de Síntesis de sistemas acuíferos de España Peninsular, Baleares y Canarias.**
- I.N.E. **Nomenclator de la provincia de Segovia** (1971).
- M.O.P. **Datos climáticos para carreteras** (1964).
- M.O.P. **Balance Hídrico.**
- Presidencia del Gobierno. **Norma Sismorresistente P.G, S-1 (1968) Parte A.**
- Presidencia del Gobierno. **Selección de Cabeceras de Comarca y Núcleos de Expansión de las provincias españolas** (1971).

- Presidencia del Gobierno. **Doce años de planes provinciales** (1970).
- Servicio Cartográfico del Ejército. **Cartografía a E 1:200.000. Hoja 5-4.**