

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJA	4-3
	19

00264

MAPA GEOTECNICO GENERAL

LEON



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

LEON

HOJA 4-3/19

El presente estudio ha sido realizado por Ibérica
de Especialidades Geotécnicas, S.A. (IBERGESA)
en régimen de contratación con el Instituto Geológico y Minero de España

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

Depósito Legal: M-36478 1975

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

INDICE

	pág
1. INTRODUCCION	1
2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIAS GEOTECNICAS	3
2.1. Características físico-geográficas	3
2.2. Bosquejo geológico	6
2.3. Criterios de división geotécnica. Características generales de las Areas	7
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	11
2.5. Características geomorfológicas	14
2.6. Características hidrológicas	17
2.7. Características geotécnicas	19
3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS	23
3.1. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	23
3.2. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	24
3.3. Terrenos con condiciones constructivas favorables	25
BIBLIOGRAFIA	27

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 INCIDENCIAS GEOTECNICAS

2.1. CARACTERISTICAS FISICO-GEOGRAFICAS

De forma general se consideran: la situación geográfica, el relieve y la red fluvial.

La Hoja estudiada corresponde a la nº 3-4 del Mapa Topográfico Nacional y está situada al O del cuadrante NO de la Península Ibérica entre las coordenadas:

Longitud: 4º 31' 10", 5 - 5º 51' 10", 6

referidas al Meridiano de Greenwich, dato europeo

Latitud: 42º 00' 04", 6 - 42º 40' 04", 4

Administrativamente pertenece, en su mayor parte, a las provincias de León y Palencia. Por el borde SO aparecen retazos de las de Valladolid y Zamora.

Globalmente no se manifiestan relieves acusados. La zona se presenta como una altiplanicie inclinada hacia el Duero y disecada en escalones por la red fluvial pliocuaternaria.

Sus mayores altitudes se mantienen muy constantes sobre los 1.070 m, descendiendo progresivamente hacia el S, alcanzando en Palencia los 734 m y en Benavente, punto menos elevado de la Hoja, alrededor de los 700 m sobre el nivel del mar. La red fluvial se incluye íntegramente dentro de la cuenca hidrográfica del Duero (fuera de la Hoja), siendo los ríos Orbigo, Esla, Cea, Valderaduey y Carrión sus principales ejes hidrográficos.

Junto con los antes mencionados, los ríos Bernesga, Torio, Porma y Valdavia tienen un caudal permanente, regulado por las lluvias y los hielos de la cercana Cordillera Cantábrica. El resto de los cauces de la Hoja, de menor dimensión que los anteriores, presenta regímenes irregulares en función de las épocas del año.

Morfológicamente la región se presenta en altiplanicies escalonadas allí donde existen depósitos de terrazas pliocuaternarias, siendo suavemente alomadas allí donde sólo hay materiales terciarios.

CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Para el estudio de las condiciones climáticas de la Hoja se han consultado una serie de datos generales del Servicio Meteorológico Nacional y del Ministerio de Obras Públicas, y los puntuales de las estaciones de León, Santa María del Páramo, Santa Cristina de la Polvorosa, Palencia (Granja agrícola), Carrión de los Condes, Paredes de Nava y Saldaña (vivero e Instituto Laboral). 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, variaron desde 9° C en el NE de la Hoja a 12° C en centro y borde S de la misma, oscilando las máximas absolutas entre 37° C en el ángulo NO y 40° C en SE; las mínimas absolutas fueron entre -20° C en los ángulos NE y NO y alrededor de los -15° C en el resto.

Las medias mensuales fluctuaron entre 0° C y 8° C en los meses invernales y entre los 16° C y 21° C en los estivales.

El número medio anual de horas de sol fue de 2.300 en el ángulo NE de la Hoja, para ir progresivamente aumentando en sentido diagonal a los 2.800 horas en el ángulo SO, junto a la localidad de Benavente.

Precipitaciones

Las precipitaciones medias anuales para el período 1931-60 oscilaron desde 400 mm en el borde Centro-Sur de la Hoja a 600 mm en el ángulo NO.

La repartición mensual sitúa en los meses estivales la época más seca, con valores que oscilan entre 10 y 30 mm, siendo bastante regular la distribución en el resto de los meses del año, pues oscilan generalmente entre los 30 y 70 mm. Las máximas en 24 horas para el observatorio de La Virgen del Camino, en las cercanías de León, oscilaron entre 25,8 mm/24 h y 58,7 mm/24 h para los meses de junio y enero respectivamente; de todas maneras no se nota un claro máximo en ninguna estación determinada del año, con un ligero aumento durante los meses invernales. En el observatorio de Palencia las máximas se sitúan en los meses de mayo, junio y noviembre con 67,9 mm/24 h en junio con valor máximo y los niveles de diciembre a abril con 22,4 mm/24 h como valor mínimo.

Precipitaciones en forma de nieve se dan en toda la Hoja, con mayor frecuencia en el borde N, durante el período que va de diciembre a marzo.

La humedad relativa media fluctuó entre el 52 y el 85 por ciento.

Indices climáticos

Del análisis comparativo de los índices de evapotranspiración según Thornwaite y la pluviometría media mensual se deduce que en la zona centro S (Paredes de Nava) los valores máximos de evapotranspiración alcanzaron los 136 mm/mes, descendiendo estos valores al alejarnos de la Tierra de Campos, alcanzando los 105 mm en el ángulo NE de la Hoja (Saldaña).

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
LEON	0,744	0,679	0,942	0,341	0,520
PALENCIA	0,824	0,775	0,977	0,393	0,604
VALLADOLID	0,796	0,736	0,953	0,316	0,548
ZAMORA	0,818	0,754	0,938	0,427	0,614

Vientos

Las direcciones de los vientos dominantes están recogidos en dos observatorios situados cada uno en un extremo de la Hoja, "La Virgen del Camino" en las cercanías de León en el ángulo NO y el observatorio de Palencia en el SE.

Los vientos dominantes son los húmedos y templados del O y los fríos y secos del NE. Los primeros predominan en el ángulo NO y los segundos en el SE.

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 cronoes-tratigrafía, y, por otra, a la tectónica sufrida, que dará razón de su situación relativa y su jerarquización dentro del conjunto total.

Materiales

Los terrenos que integran la zona pueden agruparse en:

- a) Paleozoico
- b) Terciario y Cuaternario

a) **Paleozoico.** En el borde SO de la Hoja se localizan pequeños ísleos de pizarras y cuarcitas. Estos viejos relieves de pizarras y cuarcitas paleozoicas, cubiertas por sedimen-tos terciarios, han vuelto a aflorar exhumados por la erosión del Terciario por los ríos pliocuaternarios.

Estos afloramientos Paleozoicos, en su mayoría cuarcitas, están datados como ordo-vícicos y silúricos, siendo la dirección de sus alineamientos ONO-ESE, con fracturas transversales muy acusadas y pliegues agudos.

b) **Mioceno y Pliocuaternalio.** El Terciario está constituido en su mayoría por una serie de depósitos detríticos de edad miocena, que ocupan la mayor parte de la Hoja.

Se han podido separar de N a E las siguientes facies:

Facies de Montamarta

Está constituida por arcillas arenosas ocre-rojizas, con algunos niveles detríticos con cantos rodados de cuarzo.

Facies Villalafila - Valencia de Don Juan

Constituida por arcillas sabulosas ocre con niveles de arenas y conglomerados. Aparecen también arcillas abigarradas y niveles margosos.

Facies Villalpando - Sahagún - "Tierra de Campos"

Se caracteriza por arcillas ocre amarillentas algo arenosas. Estas tres facies, que en realidad presentan características muy semejantes, están datadas como Vindoboniense.

Facies Relea

Se presenta exclusivamente en el N de la Hoja y está constituida por arcillas rojas con niveles margosos y hasta calcáreos, siendo bastante frecuentes los tramos de conglo-merados.

Esta facies está datada como Vindoboniense Superior Pontense; también a esta misma edad pertenecen unos afloramientos de margas yesíferas, con niveles calcáreos y

arcillas localizados en las cercanías de Palencia y que alcanzan su mayor extensión en Hojas inmediatas (Burgos, Aranda, Valladolid), en el Centro de la cuenca del Duero.

Coronando esta última serie existe un banco de caliza, cuya potencia puede llegar hasta los 30 m, de edad Pontiense.

Pliocuaternario. Estos depósitos están constituidos por cantos cuarcíticos, redondeados con abundante matriz arcillo-arenosa y arenas. Constituyen amplios mantos de morfología llana y distribuidos en escalones. La potencia de esta formación oscila entre 1 a 30 m.

En el límite N de la Hoja, y en los niveles topográficamente más elevados, la formación se presenta caótica, con abundante matriz arcillo-arenosa. Hacia el S, y en cotas topográficas menos elevadas, la cantidad de finos disminuye y aumenta la selección de los clastos de cuarcita.

Todos estos depósitos son una sucesión de terrazas fluviales de ríos procedentes de la Cordillera Cantábrica, que comienzan a funcionar con regímenes más irregulares y torrenciales durante el Plioceno (se manifiesta en el tipo de depósitos) para ir sucesivamente regularizándose y encajándose sobre los materiales terciarios y sus propias terrazas, dando a la región una fisonomía característica. Estos ríos no son sino los actuales Orbigo, Esla, Valderaduey, Carrión, etc.

TECTONICA

Aunque dos orogenias importantes han actuado sobre la región (hercínica y alpina), la mayoría de los materiales aflorantes son posteriores a estos esfuerzos y sólo los pequeños afloramientos de cuarcitas y pizarras paleozoicas están afectadas. La hercínica dio lugar a la formación de pliegues dirigidos hacia el NO. Este zócalo paleozoico durante la orogenia alpina se comporta como un bloque rígido, rompiéndose en diversos sistemas de fracturas.

Los depósitos terciarios apenas sufren deformaciones; si acaso alguna deformación inapreciable debida a asentamientos diferenciales o a otros esfuerzos de poca magnitud.

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

CRITERIOS DE DIVISION GEOTECNICA

Siguiendo los criterios previstos para la separación zonal, en esta escala de trabajo, así como las posibles subdivisiones, se han delimitado 2 Regiones y 6 Areas.

Debido a que se ha establecido una clasificación global para todo el conjunto de Hojas que se incluyen en el proyecto, algunas de las divisiones que lo componen no aparecen en esta Hoja, siendo ésta la razón de la existencia de lagunas en la clasificación.

La Región I incluye unos pequeños afloramientos paleozoicos situados en el ángulo SO de la Hoja.

La Región II, que está constituida por todos los materiales mesozoicos aflorantes, no aparece en esta Hoja.

La Región III agrupa todos los terrenos terciarios y cuaternarios, y cubre casi la totalidad de la zona.

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 éstas a través de su historia geológica.

De esta forma se han individualizado en la Región I la Area I₁, en la Región III las Areas III₁, III₂, III_{2'}, III₃ y III₄.

Dentro de la Area I se incluye el conjunto de cuarcitas y pizarras con elevada resistencia a la erosión y algo fracturadas.

En la Area III₁ se incluye todo el conjunto de depósitos cuaternarios aluviales de la zona. En general están constituidos por arcillas, arenas y gravas distribuidos de una forma bastante irregular.

A la Area III₂ pertenece la totalidad de los terrenos terciarios de la Hoja, constituidos en su mayoría por materiales arcillosos bastante cohesivos. Su morfología es ondulada y su resistencia a la erosión muy baja.

Pertenecientes a la Area III_{2'} es todo el conjunto de terrazas pliocuaternarias distribuidas en plataformas escalonadas junto a los cauces de los grandes ríos distribuidos por casi toda la Hoja. Están constituidas por arcillas, arenas y gravas cuarcíticas, y tienen una resistencia a la erosión moderadamente baja.

En la Area III₃ se incluyen los bancos calcáreos de edad pontiense y morfología llana. Su resistencia a la erosión es alta.

Dentro de la Area III₄ se incluye el conjunto de terrenos terciarios en los cuales el yeso constituye parte integrante de ellos. Su morfología es acusada y su resistencia a la erosión baja y selectiva.

CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Area I₁

Se distribuye, en forma de pequeños afloramientos, sobre el ángulo SO de la Hoja, en las proximidades de Benavente. Estos materiales corresponden a cuarcitas y pizarras de edad Ordovícico-Silúrica alineados en dirección O-NO. Generalmente predominan las cuarcitas de colores claros.

Morfológicamente presenta formas alomadas. En realidad son viejos relieves preterciarios que reaparecen una vez exhumados los rellenos arcillosos que los cubrían. Suelen presentar escasos recubrimientos, aunque sí son frecuentes pequeños depósitos de materiales sueltos procedentes de su alteración y ruptura; estos depósitos, debido a su escasa potencia y a sus no muy elevadas pendientes, no presentan problemas de deslizamientos.

En pequeño estos materiales son impermeables, aunque a mayor escala presentan una cierta permeabilidad ligada a su grado de tectonización y pizarrosidad. Debido a su pendiente, su permeabilidad es favorable, no siendo frecuentes los fenómenos de encharcamiento. Tampoco aparecerán acuíferos muy definidos, aunque su posible existencia estará ligada a zonas bastante fracturadas. Tienen gran competencia mecánica y son de utilidad industrial como materiales de construcción y ornamentación.

Area III₁

Hemos incluido aquí la totalidad de los depósitos aluviales de la Hoja.

Están constituidos, la mayor parte de ellos, por una mezcla de arcillas y arenas con gravas cuarcíticas dispersas (Qa). Hay también algunos que están compuestos casi exclusivamente por materiales arcillosos (Q_a/5). La distribución litológica de estos aluviones es bastante irregular.

Como es natural su morfología es completamente llana, con pendientes mínimas.

Su permeabilidad es muy variable, oscilando de permeables, en zona de abundancia de gravas (ríos Carrión, Esla...), a prácticamente impermeables que dificultan la evacuación de los aportes hídricos. Mecánicamente se consideran de tipo medio, aunque debido a su gran irregularidad estas características tendrán un gran margen de variabilidad. Concretamente serán desfavorables en aluviales formados exclusivamente por materiales arcillosos y podrán llegar a valores favorables en puntos donde exista un gran predominio de gravas.

Area III₂

Incluimos, dentro de este apartado, la totalidad de los afloramientos terciarios de la Hoja.

Aunque litológicamente la tónica global de estas formaciones es muy semejante, existen ligeras variaciones que pueden caracterizar algunas regiones. Así, todo el borde N de la Hoja está caracterizado por arcillas, con niveles areniscosos y margosos, siendo frecuente también la aparición de capas de conglomerados; hacia el S aparecen los conglomerados, quedando exclusivamente mezclas de arcillas y arenas; en la Tierra de Campos es muy frecuente encontrar en estas arcillas costras calcáreas.

Morfológicamente no presentan relieves acusados. El relieve de todo el borde N es fuertemente alomado, para ir progresivamente suavizándose conforme avanzamos hacia el S; la Tierra de Campos es ya prácticamente una llanura suavemente alomada. Sólo se presentarán problemas de deslizamientos y abarrancamientos allí donde la pendiente se acentúa. Los únicos escarpes acusados que existen están originados por resaltes de niveles de conglomerados (muy escasos) o por zapamiento en las riveras de los ríos.

En general estas zonas son prácticamente impermeables con un drenaje por escorrentía superficial poco activo en zonas de encharcamientos en lugares de poca pendiente.

Las características mecánicas oscilarán de tipo medio a bajo según la naturaleza más o menos arenosa o arcillosa de la formación.

Industrialmente estos materiales podrán ser aprovechados para la construcción, obras públicas y cerámica.

Area III₂

Se extiende por toda la Hoja, especialmente bordeando los grandes ríos que la atraviesan; no son sino terrazas pliocuaternarias.

Litológicamente está formada por arcillas, arenas y gravas cuarcíticas. Se pueden encontrar individualmente o en forma de mezclas en las que puede predominar algunos de estos componentes.

Hay que hacer constar que en todo el borde N de la Hoja y en los lugares topográficamente más elevados la proporción de arcillas y arenas es mayor que la de cantos cuarcíticos; asimismo la clasificación es bastante caótica, lo que parece señalar un régimen torrencial durante su deposición. Los depósitos de las terrazas más modernas (topográficamente más bajas y situadas más al S) están mejor clasificados y su proporción de gravas es generalmente mayor.

Estas formaciones tienen un espesor variable que oscila entre 1 y 20 m, estando muy poco o nada cementadas.

Morfológicamente son zonas llanas con pendientes inferiores al 3 por ciento distribuidas en altiplanicies escalonadas. A veces la erosión las desmantela casi por completo, dejando pequeños residuos de materiales terciarios coronados por estos depósitos, que dan lugar a elevaciones con cumbres planas.

En general la Area se puede considerar como semipermeable aunque debido a la irregular distribución de estos materiales su permeabilidad oscilará de favorable, en acumulaciones predominantemente clásticas, a prácticamente impermeable, donde el predominio sea arcilloso. Existen niveles freáticos en profundidad, aunque dependiendo mucho de las características litológicas de la formación de su potencia y cercanía a los cauces. Generalmente, debido a la escasa potencia de la formación y a las arcillas terciarias que retienen estas aguas, se producen problemas de encharcamientos.

Sus características mecánicas variarán en función de su litología, siendo más favorables para gravas y arenas y empeorando en casos más arcillosos. Es posible encontrar también otro tipo de problemas: el relacionado con la aparición de asientos diferenciales al sustentar estructuras sobre dos tipos diferentes de litologías y el relacionado con el fenómeno de fluidificación de arenas en aquellos puntos donde se conjuguen la presencia de arenas con niveles freáticos.

Industrialmente tienen aprovechamiento como áridos de construcción.

Area III₃

Esta Area ocupa muy poca extensión; observándose dos pequeñas manchas en el ángulo SE, junto a Palencia.

Aparece a cotas superiores a los 800 m recubriendo las demás formaciones terciarias.

Litológicamente son unos bancos de calizas blancas, generalmente oquerosas y fracturadas cuyo espesor oscila entre los 2 y 20 m. En ciertas zonas suelen estar recubiertas por pequeños depósitos de arcillas de descalcificación.

Morfológicamente se presentan completamente llanas, constituyendo una típica superficie estructural.

Esta formación es impermeable, aunque debido a su fisuración presenta, en ciertas zonas, valores más favorables. El drenaje se efectúa por percolación a través de fracturas, aunque no es suficiente, y son frecuentes las zonas encharcadas. La posibilidad de encontrar acuíferos dependerá del grado de fisuración y de la potencia de la formación caliza.

Sus características mecánicas son bastante favorables, aunque hay que tener en cuenta la posibilidad de hundimientos debidos a la disolución de los yesos de la formación inferior. Industrialmente tiene aplicación en la rama de la construcción.

Area III₄

Incluimos aquí una formación que aparece en el ángulo SE de la Hoja, situada inmediatamente debajo de la anterior. Se presenta siempre coronada por las calizas pontienses de la Area III₃. Está constituida por paquetes margo-calcáneos y margo-yesíferos de coloraciones blancas, grises y verdosas.

Morfológicamente presenta pendientes acusadas con profundos abarrancamientos y algunos deslizamientos. Esta formación es impermeable, aunque su drenaje es bueno por

escorrentía superficial debido a las pendientes. Hay que señalar que las aguas circulantes por estos materiales poseen un gran poder corrosivo debido a la disolución de los yesos de la formación.

Sus características mecánicas oscilarán entre valores bajos y medios, pudiéndose dar asentamientos bruscos debidos a disoluciones.

Estas zonas tienen utilización como productos de la industria de la construcción.

2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

Area I₁

Cuarcitas y pizarras — P₁₁₋₁₀₃

Aparecen en el ángulo SO de la Hoja, predominando las alineaciones cuarcíticas.

Poseen una elevada resistencia mecánica, gran capacidad y permeabilidad nula, aunque ésta se ve un poco favorecida por la fracturación y foliación. Son difícilmente erosionables y presentan escasos recubrimientos. Tienen aprovechamiento industrial como piedra machacada.

Area III₁

Arcillas, gravas y arenas — Q_a

Incluimos aquí grupos litológicos compuestos en su mayoría por gravas, arenas y arcillas dispuestas irregularmente y constituyendo los depósitos aluviales de los ríos.

Hemos podido separar dos grupos. Uno formado por depósitos casi exclusivamente constituidos por arcillas procedentes de la erosión de los materiales terciarios de la misma naturaleza y otros constituidos por gravas, arenas y arcillas constituyendo los aluviales de los grandes ríos procedentes de la Cordillera Cantábrica.

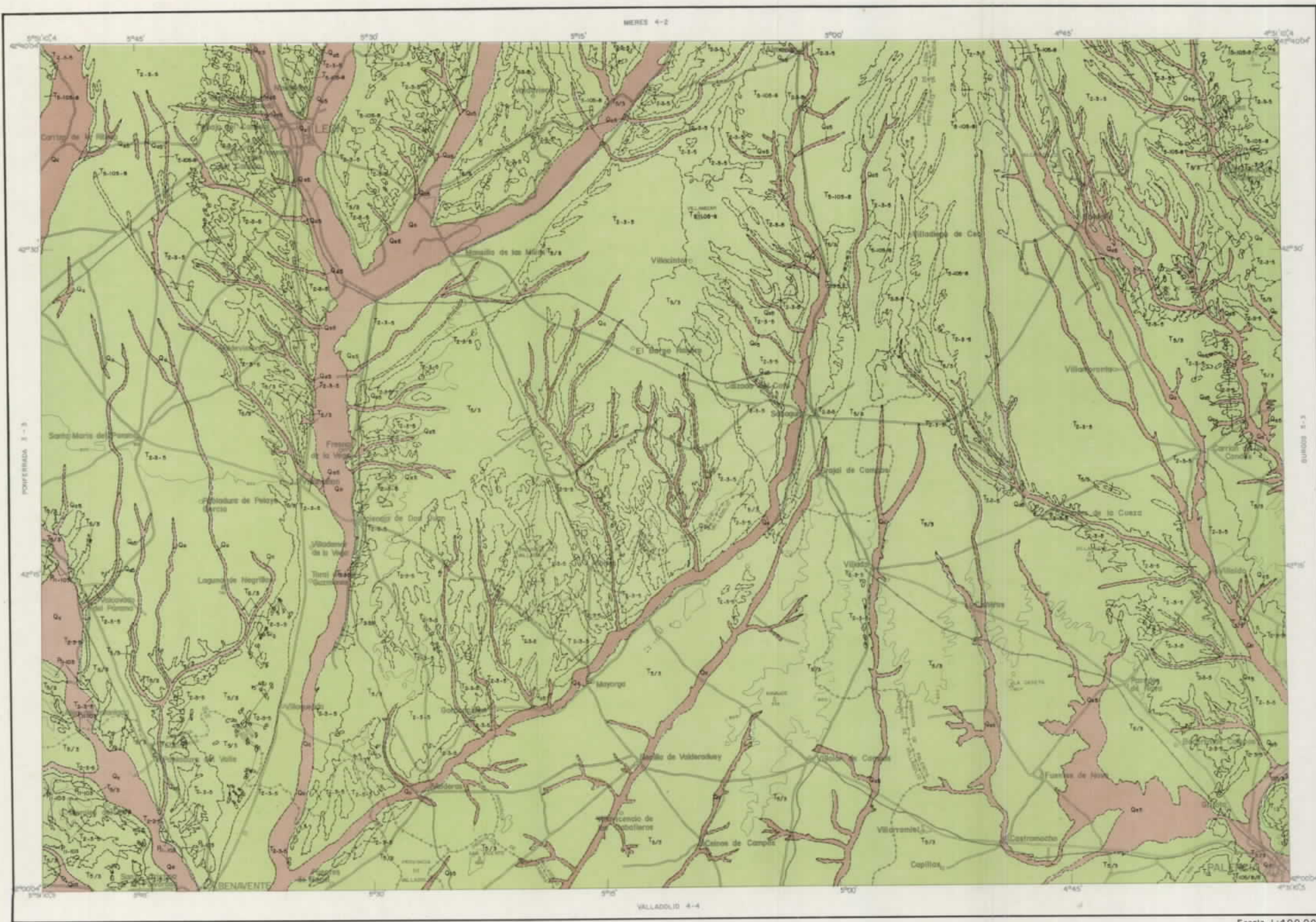
Depósitos de arcillas de origen aluvial — Q_{a/5}

Constituyen los aluviales de los ríos Valderaduey, Navajos, Sequillo y en realidad los de todos aquellos cauces no procedentes de la Cantábrica y por tanto de menor caudal y potencia erosiva, sólo suficiente para transportar materiales muy finos y procedentes de lugares muy próximos (formaciones terciarias).

Aunque no están formados exclusivamente por arcillas (hay también arenas y a veces gravas dispersas), éstas constituyen la casi totalidad del aluvial.

Suelen ser suelos muy plásticos y de características mecánicas muy bajas.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I	<p>Está formada por alineaciones de cuarcitas y pizarras, con claro predominio de las primeras.</p> <p>Son difícilmente erosionables, de colores oscuros y presentan recubrimientos muy reducidos.</p>
III	III ₁	<p>Está formada por depósitos irregulares y heterométricos de arcillas, arenas y gravas, normalmente poco cementados, dispuestos, a veces en forma lentejonar y muy sensibles a los agentes erosivos.</p>
	III ₂	<p>Cubren la casi totalidad de la Hoja y está formada por arcillas arenosas a veces con intercalaciones de margas y/o areniscas.</p> <p>Presentan coloraciones pardo-rojizas o rojizo-amarillentas, cierta plasticidad y abundantes concentraciones calcáreas.</p> <p>La resistencia a la erosión es baja.</p>
	III _{2'}	<p>Está formada por una mezcla irregular de gravas, arenas y arcillas, con gran predominio de las fracciones gruesas.</p> <p>Presentan una coloración rojiza y una resistencia a la erosión aceptable.</p>
	III ₃	<p>Está formada por calizas blanquecinas en disposición horizontal y escasa potencia. Son oquerosas y con gran propensión a la fisuración. Se alteran fácilmente y aparecen recubiertas de un tapiz arcilloso de reducida potencia.</p>
	III ₄	<p>Está formada por margas yesíferas y arcillas de coloración blanquecina-grisácea con niveles de yesos cristalizados y recubrimientos de arcillas de alteración, sumamente plásticas.</p>



SUSTRATO

T2-3-5 Formaciones de gravas, arenas y arcillas de origen aluvial.

T5/3 Formaciones de arcillas arenosas.

T5-105-8 Formaciones de arcillas, margas y areniscas.

T105/8-5 Formaciones de margas yesíferas y arcillas.

T12 Formaciones de calizas

P11-103 Cuarcitas y pizarras.

FORMACIONES SUPERFICIALES

Qa Depósitos de gravas, arenas y arcillas de origen aluvial

Qa/5 Depósitos formados en su mayoría por arcillas de origen aluvial

Area III₂

Arcillas arenosas — T₅₋₃

Estos depósitos constituyen la mayoría de los terrenos de la Hoja, sobre todo en su mitad S.

Son formaciones de color pardo-rojizo y muy cohesivas; en ciertos lugares llegan a constituir prácticamente depósitos arenosos. Son frecuentes las concentraciones calcáreas, sobre todo en el borde S de la Hoja.

Son fácilmente erosionables y allí donde la morfología se hace un poco más acusada es frecuente que den abarrancamientos y algunos deslizamientos. Son susceptibles de aprovechamiento industrial en las ramas de la construcción y cerámica.

Arcillas, margas y areniscas — T₅₋₁₀₅₋₈

Esta formación se extiende por todo el N de la Hoja. Sus depósitos presentan una mayor heterogeneidad que los anteriores. Suelen tener coloraciones rojizo-amarillentas, apareciendo potentes niveles de conglomerados. Las arcillas a veces aumentan su contenido en carbonatos llegando a formar verdaderos niveles calizos.

Son fácilmente erosionables sobre todo allí donde los depósitos son predominantemente arcillosos. Son muy frecuentes los abarrancamientos y deslizamientos, así como los resaltes de niveles más competentes (areniscas, conglomerados, etc.). Pueden tener utilidad para la industria de la construcción y cerámica.

Area III_{2'}

Gravas, arenas y arcillas — T₂₋₃₋₅

Se distribuyen por toda la Hoja en las proximidades de los grandes ríos.

Por lo general estas formaciones dan tonalidades rojizas predominando las fracciones gruesas. En los niveles topográficamente más elevados, al N de la Hoja, son frecuentes cantos gruesos y bolos.

Todas estas formaciones, topográficamente llanas, son medianamente resistentes a la erosión, siendo su aprovechamiento para áridos muy extendido.

Area III₃

Calizas — T₁₂

Se distribuyen en el ángulo SE de la Hoja, junto a Palencia.

Presentan tonalidades blanquecinas, disposición horizontal y escasa potencia. Son oquerosas y con gran propensión a la fisuración en sus bordes. Son muy competentes y difícilmente erosionables, aunque se alteran fácilmente en superficie, apareciendo siempre recubiertas por un tapiz arcilloso de potencia reducida.

Su aprovechamiento está orientado hacia la industria de la construcción.

Area III₄

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

Se localizan en la base de la formación anterior, junto a Palencia.

Presentan coloraciones blancas, grises y a veces verdosas. Debido a su morfología acusada es normal el fenómeno de abarrancamiento, pudiendo a veces deslizar suelos muy plásticos originados por alteración de esta formación.

Pueden aparecer yesos cristalizados incluidos en la formación.

La extracción de yesos constituye su único aprovechamiento industrial.

2.5. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS

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

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

Se completará con un mapa y una ficha resumen en la que se incluirán las características más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

Area I₁

Suelen presentar una morfología irregular, en general alomada, aunque puede a veces darse pendientes elevadas, que oscilan entre los 10° a 40°. Son frecuentes los resaltes cuarcíticos en forma de crestones o resaltes verticales.

Son antiguos relieves reaparecidos por la desmantelación de los depósitos terciarios que la cubrían.

La estabilidad de los terrenos es muy alta sin alterarse al someterla a esfuerzos externos. No obstante pueden surgir problemas de desgajamientos y rupturas si estos esfuerzos se realizan en los bordes de estas masas rocosas.

Localmente pueden existir diversos recubrimientos de materiales sueltos constituidos por bloques y cantos cubiertos en una matriz arcillo-arenosa.

Area III₁

Morfológicamente es llana con pendientes inferiores al 3 por ciento.

Siempre que exista un predominio de la fracción gruesa (en aluviales con gravas) los depósitos serán estables bajo cualquier tipo de condiciones. No ocurre lo mismo en los de tipo arcilloso: son suelos muy plásticos y sus condiciones de estabilidad suelen ser bastante desfavorables.

Tanto en un tipo de aluviales como en el otro pueden ocasionalmente surgir deslizamientos y abarrancamientos a causa de la acción erosiva de las aguas del cauce. También se pueden ver afectados por fenómenos de deslizamientos en materiales adyacentes de pendiente elevada.

Area III₂

Globalmente presenta formas alomadas, aunque puede existir una gran variedad morfológica, desde zonas prácticamente llanas (alrededores de Palencia) a lugares con escarpes verticales ocasionados por erosión fluvial.

En el borde N de la Hoja el relieve es fuertemente alomado, para ir suavizándose conforme descendemos al S y acabar suavemente alomado o casi plano en la Tierra de Campos.

Las pendientes superiores al 30 por ciento se limitan a zonas muy localizadas, erosionadas por los grandes ríos de la Hoja.

Donde las pendientes se mantendrán suaves la estabilidad de los terrenos es alta, no apareciendo fenómenos de inestabilidad.

La estabilidad disminuye a medida que aumentan las pendientes, empezando a formarse abarrancamientos y deslizamientos. Normalmente estos fenómenos se desencadenan al romper el hombre su estabilidad natural.

Se pueden considerar como zonas totalmente inestables aquellas sometidas a la intensa acción erosiva de los ríos en los que se producen intensos abarrancamientos y muy frecuentes desmoronamientos y deslizamientos.

Hay que señalar la presencia, en el borde N de la Hoja, de pequeños resaltes ocasionados por niveles de conglomerados, areniscas y calizas.

Area III₂'

Son zonas llanas, con pendientes inferiores al 3 por ciento, y distribuidas en altiplanicies escalonadas.

Muchas de estas altiplanicies están completamente desmanteladas por la erosión, no quedando sino pequeños cerros testigos sobre las alomadas tierras terciarias.

Estas formaciones son estables bajo cualquier tipo de condiciones, produciéndose únicamente desmoronamientos en los bordes de las mismas.

Area III₃

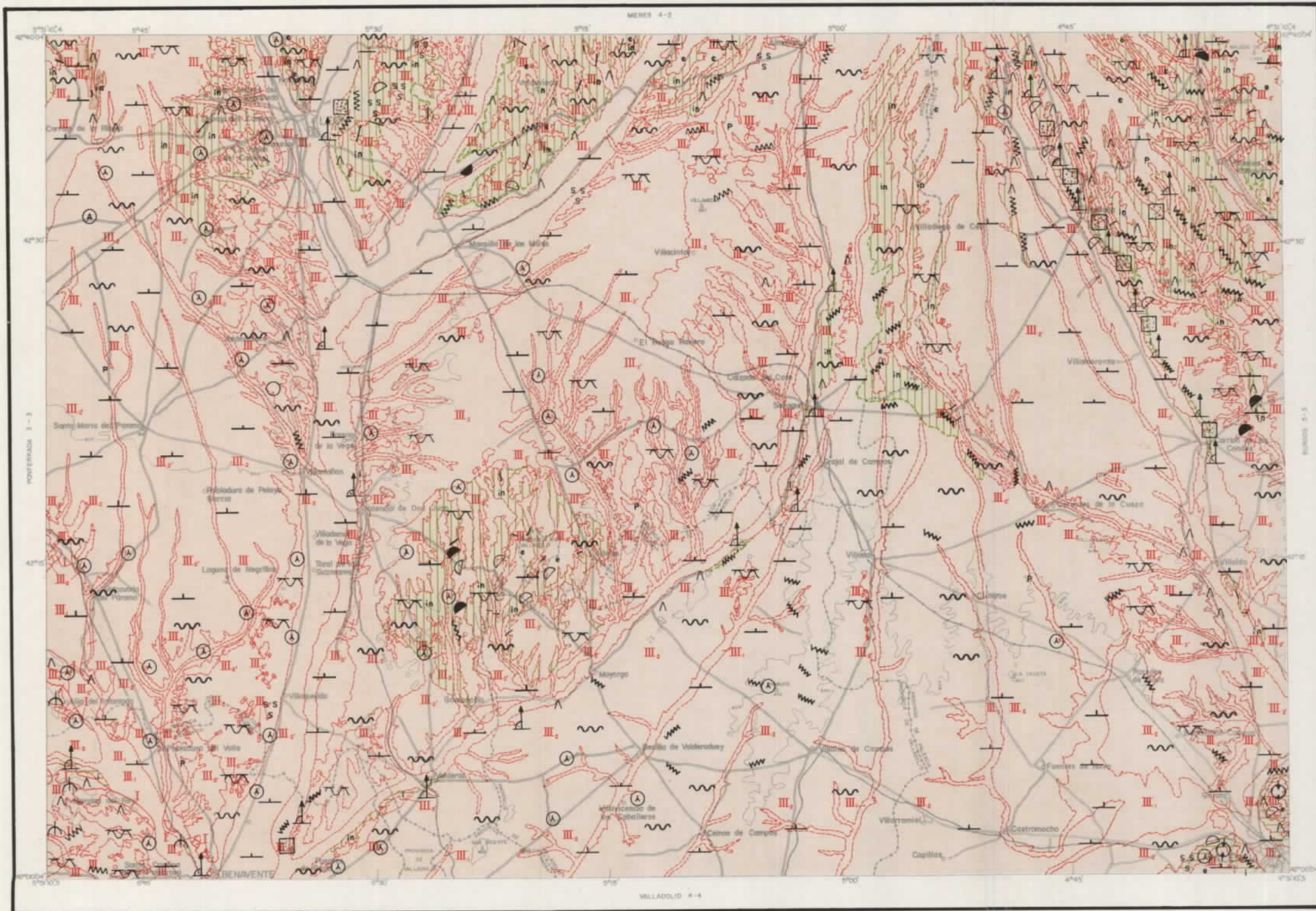
Su morfología es totalmente llana con pendientes inferiores al 3 por ciento. Se presenta en "tablas" generalmente estables bajo cualquier tipo de condiciones. No obstante pueden presentar una serie de hundimientos ocasionados por disolución de materiales yesíferos que forman la base de estas calizas.

Area III₄

Su relieve es acusado con pendientes que pueden llegar hasta el 30 por ciento.

Es prácticamente inestable bajo condiciones naturales, apareciendo frecuentes abarrancamientos y deslizamientos a favor de las pendientes naturales.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I ₁	<p>Morfología irregular.</p> <p>Pendientes topográficas que oscilan del 10 al 40 por ciento.</p> <p>Elevada estabilidad natural con puntuales problemas de caídas de bloques y lajas.</p>
III	III ₁	<p>Morfología llana con pendientes inferiores al 3 por ciento.</p> <p>Con predominio de fracciones granulares: estabilidad natural elevada.</p> <p>Con predominio de fracciones cohesivas: baja o muy baja estabilidad natural.</p> <p>Abundantes fenómenos geomorfológicos exógenos.</p>
	III ₂	<p>Morfología alomada con pendientes topográficas inferiores al 30 por ciento.</p> <p>Abundantes fenómenos geomorfológicos exógenos (desmoronamientos, deslizamientos).</p> <p>La estabilidad natural es reducida en casi todos los casos pasando puntualmente a muy reducida.</p>
	III _{2'}	<p>Morfología llana con pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento.</p> <p>Apenas se observan fenómenos geomorfológicos exógenos y la estabilidad natural es muy elevada.</p>
	III ₃	<p>Morfología llana con pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento.</p> <p>Generalmente la estabilidad es elevada, disminuyendo únicamente por condiciones litológicas de niveles inferiores (yesos, margas, arcillas, etc.).</p>
	III ₄	<p>Morfología acusada con pendientes topográficas que pueden llegar hasta el 30 por ciento.</p> <p>Abundantes fenómenos geomorfológicos exógenos y gran inestabilidad.</p>



Escala, 1: 400.000

INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

- Zonas planas, pendientes menores del 7 por ciento.
- Zonas intermedias, pendientes del 7 al 15 por ciento.
- Zonas abruptas, pendientes entre el 15 y el 30 por ciento.
- Zonas montañosas, pendientes superiores al 30 por ciento.
- Límite de separación de Zonas

SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

- Zonas estables bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre.
- Zonas estables bajo condiciones naturales e inestables bajo la acción del hombre.
- Zonas inestables bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre.
- Límite de separación de Zonas

SIMBOLOGIA

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- Taludes rocosos prácticamente verticales
- Formas de relieve llanas
- Formas de relieve alomadas
- Formas de relieve alomadas con altiplanicies
- Formas de relieve acusadas
- Areas de erosión muy activa

- Abarrancamientos
- Acumulaciones de rocas sueltas
- Recubrimientos por alteración
- Deslizamientos en potencia
- Deslizamientos activos
- Zonas de hundimientos en potencia
- Areas con cuevas vivienda

DIVISION ZONAL

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

2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

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

El análisis se basará en la distinta permeabilidad de los materiales y en sus condiciones de drenaje y concluirá con el estudio de los problemas que de la conjunción de ambos pueden aparecer. Se completará con un mapa y una ficha en la que se harán constar las características hidrológicas más interesantes de cada unidad de clasificación de segundo orden.

Area I₁

Estos materiales están considerados, en pequeño, como impermeables, aunque admiten un cierto margen de permeabilidad debido a su grado de tectonización.

Su percolación natural es nula, aunque puede realizarse una cierta percolación a través de fracturas. Sus condiciones de drenaje son favorables a causa de su morfología que permite una escorrentía superficial muy activa, no siendo frecuentes los encharcamientos. La aparición de niveles acuíferos y continuos es nula, existiendo la posibilidad de la aparición de algún acuífero aislado en alguna zona de mayor fracturación.

Area III₁

Los depósitos formados por materiales granulares poco cementados son en general permeables, con unas condiciones de drenaje por percolación natural muy favorables. Estas condiciones son poco frecuentes y muy localizadas, pues todos estos materiales llevan una cierta proporción de materiales arcillosos que dan a los depósitos una cierta impermeabilidad, por lo que globalmente los consideramos semipermeables.

Sus condiciones de drenaje las consideramos aceptables, con una red de escorrentía poco marcada, realizándose por percolación natural.

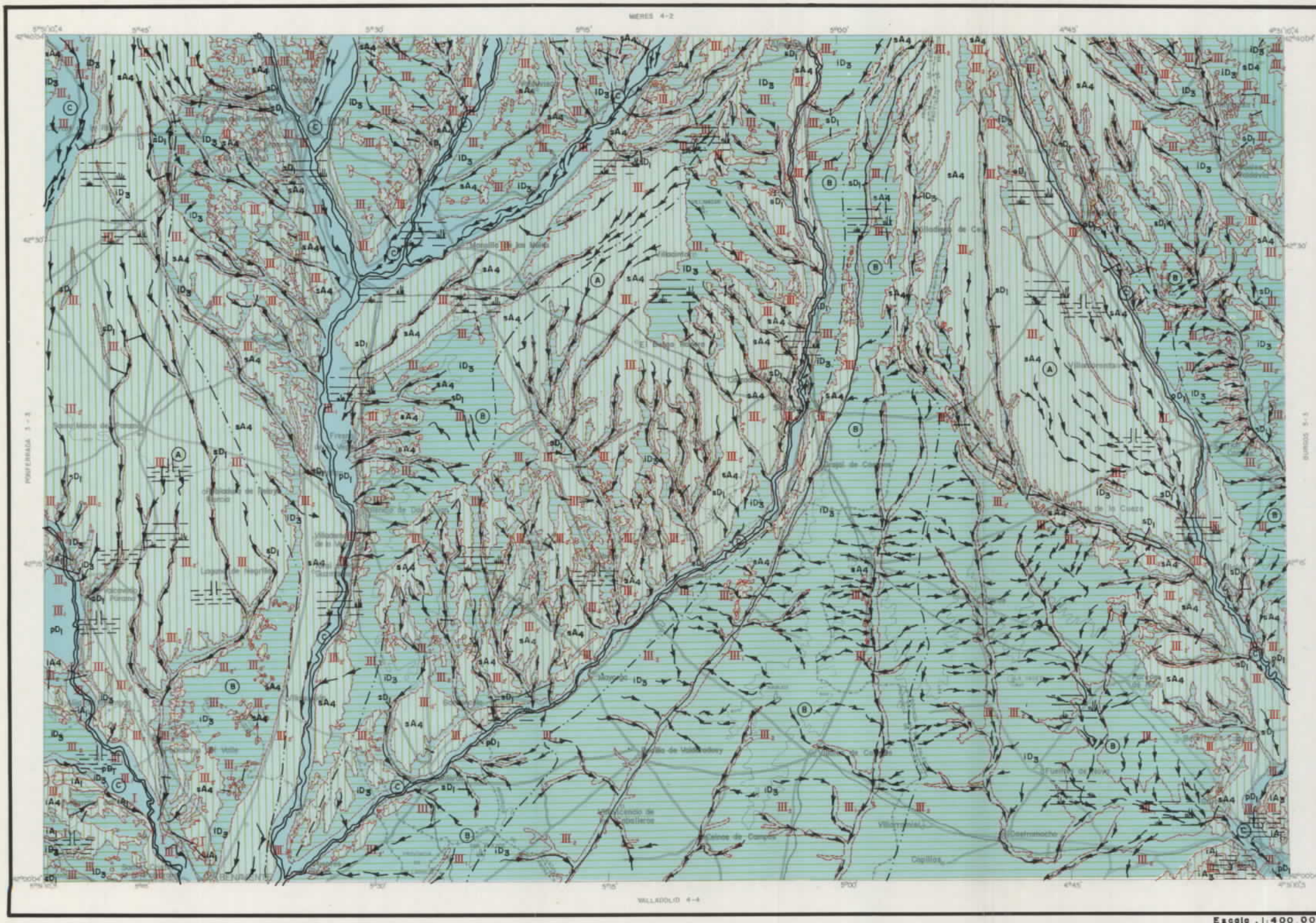
Aparecen acuíferos a escasa profundidad, razón que, unida a la impermeabilidad de ciertos depósitos, produce áreas de encharcamientos.

Los depósitos formados exclusivamente por materiales arcillosos son completamente impermeables. Su drenaje, muy desfavorable, se realiza difícilmente, debido a las escasas pendientes, por escorrentía superficial muy poco activa, produciéndose frecuentes encharcamientos en épocas lluviosas.

Area III₂

Estas formaciones se consideran como impermeables. Su drenaje se efectúa por escorrentía superficial, siendo éste más o menos favorable en razón de las pendientes. En Tierra de Campos, debido a las escasas pendientes existentes, la escorrentía superficial es muy poco activa, produciéndose frecuentes encharcamientos. El drenaje por escorrentía superficial mejora hacia el N en función de sus mayores pendientes topográficas.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I	<p>Materiales impermeables, en pequeño, con una cierta permeabilidad en grande, debida a la tectonización.</p> <p>La percolación natural es nula y el drenaje se efectúa por escorrentía.</p> <p>La aparición de niveles acuíferos definidos y continuos es nula, existiendo, no obstante, la posibilidad de acuíferos aislados en zonas de fracturación.</p>
III	III ₁	<p>En depósitos granulares: materiales permeables con drenaje por percolación natural favorable. Posibilidad de existencia de acuíferos a poca profundidad.</p> <p>En depósitos cohesivos: materiales impermeables con drenaje, por escorrentía superficial, muy desfavorable.</p>
	III ₂	<p>Formaciones impermeables con drenaje desfavorable por escorrentía superficial poco activa.</p>
	III _{2'}	<p>Formaciones semipermeables con distribución zonal en áreas impermeables o totalmente permeables.</p> <p>El drenaje por percolación natural se considera aceptable.</p> <p>Aparecen acuíferos definidos a escasa profundidad.</p>
	III ₃	<p>Materiales impermeables en pequeño, y ligeramente permeables, en grande, debido a su grado de fisuración.</p> <p>El drenaje por percolación por fisuras se considera desfavorable.</p> <p>Pueden existir niveles acuíferos aislados a escasa profundidad retenidos por niveles de margas yesíferas.</p>
	III ₄	<p>Formaciones impermeables con un drenaje, por escorrentía superficial activa, favorable.</p> <p>Acusados problemas hidrológicos por la fácil disolución de los yesos y el gran poder corrosivo de las aguas selenitosas provenientes del lavado de los yesos.</p>



CONDICIONES DE DRENAJE



Zonas con drenaje Deficiente

D₁ Drenaje por percolación naturalD₃ Drenaje por escorrentía poco activa

Zonas con drenaje Aceptable

A₁ Drenaje por escorrentía activaA₃ Drenaje aceptable por percolación a través de fracturas.A₄ Drenaje por percolación a través de fracturas

Límite de separación de Zonas

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES



Materiales permeables



Materiales semipermeables



Materiales impermeables

Límite de separación de los distintos materiales.

SIMBOLOGIA

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

- Límite de la cuenca hidrográfica
- Límite de subcuenca hidrográfica
- Red de drenaje

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

- (A) Zonas con acuíferos aislados
- (B) Zonas prácticamente sin acuíferos
- (C) Zonas en las que predominan los acuíferos en formaciones permeables por porosidad intergranular



Agua a escasa profundidad



Zonas pantanosas



Existencia de aguas seleníticas

DIVISION ZONAL

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

Area III₂

Globalmente se considera la zona como semipermeable, aunque pueden presentarse zonas permeables o impermeables distribuidas muy irregularmente en función de sus litologías.

El drenaje por percolación natural se considera aceptable en general. La escorrentía superficial es desfavorable a causa de las escasas pendientes que presentan estas formaciones.

Normalmente aparecerán acuíferos definidos a escasas profundidades, retenidos por las arcillas terciarias que sirven de base a esta formación.

A causa de la escasa permeabilidad, la poca pendiente topográfica y la cercanía de los niveles impermeables terciarios que retienen los acuíferos son muy frecuentes los fenómenos de encharcamientos.

Area III₃

A pequeña escala esta formación está considerada como impermeable, aunque admite una cierta permeabilidad debido a su grado de fisuración.

Las condiciones de drenaje, dada su horizontalidad y sus condiciones litológicas, son deficientes, favoreciéndose por percolación a través de fisuras.

Existen niveles acuíferos aislados a escasa profundidad retenidos por las margas yesíferas infrayacentes.

Area III₄

Totalmente impermeables, aunque debido a su morfología posee un drenaje por escorrentía superficial bastante favorable, evitando así la formación de zonas de encharcamiento.

Se producen aguas de alto poder corrosivo ocasionadas por la disolución de yesos; asimismo se producen oquedades que pueden dar lugar a hundimientos.

La aparición de niveles acuíferos en este tipo de formaciones es completamente nula.

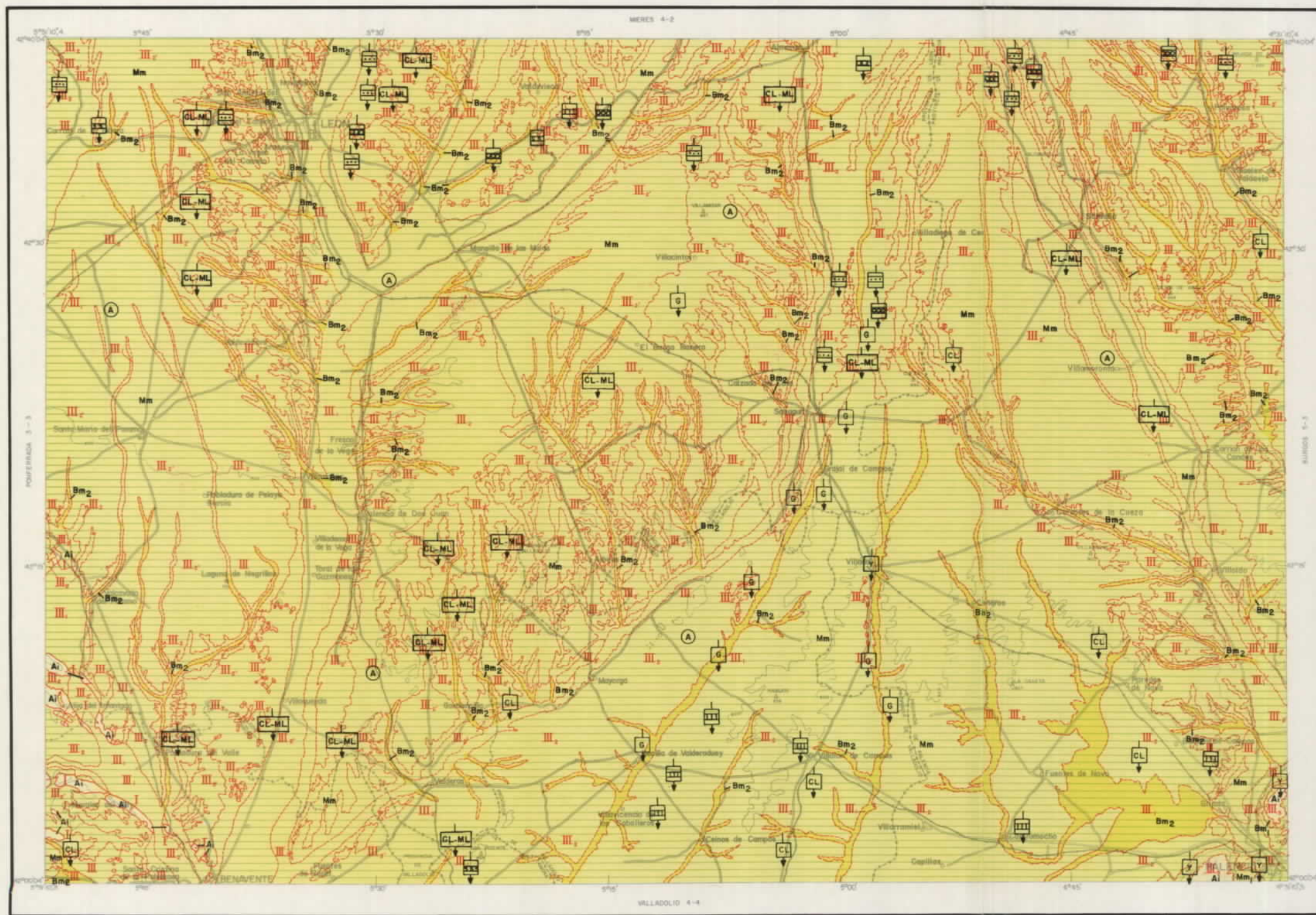
2.7. CARACTERÍSTICAS GEOTECNICAS

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

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

A fin de no perder homogeneidad con lo hasta ahora expuesto, seguiremos en la primera parte de este punto refiriéndonos a cada una de las Areas de forma individualiza-

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I	<p>Capacidad de carga elevada.</p> <p>Asentamientos nulos.</p> <p>Problemas geotécnicos ligados a la irregular potencia de los recubrimientos.</p>
III	III ₁	<p>Depósitos granulares:</p> <p> Capacidad de carga media.</p> <p> Asentamientos de magnitud media o reducida.</p> <p>Depósitos cohesivos:</p> <p> Capacidad de carga baja.</p> <p> Asentamientos de magnitud baja o media.</p> <p>Problemas geotécnicos:</p> <p> Aparición de asentamientos diferenciales.</p>
	III ₂ III _{2'}	<p>Capacidades de carga medias.</p> <p>Asentamientos de magnitud media.</p> <p>Problemas geotécnicos:</p> <p> Asentamientos bruscos o aparición de asentamientos diferenciales.</p>
	III ₃	<p>Capacidad de carga alta.</p> <p>Inexistencia de asentamientos.</p> <p>Posibles problemas geotécnicos al rebasar este horizonte calizo y alcanzar los niveles margosos o yesíferos inferiores.</p>
	III ₄	<p>Capacidades de carga oscilantes de bajas a medias.</p> <p>Asentamientos de magnitud media o elevada.</p> <p>Problemas geotécnicos ligados a la existencia de yesos (de fácil disolución por el agua y con problemas de agresividad y expansividad).</p>



CAPACIDAD DE CARGA

- A Zonas con capacidad de carga Alta
- M Zonas con capacidad de carga Media
- B Zonas con capacidad de carga Baja
- MB Zonas con capacidad de carga Muy Baja
- Límite de separación de Zonas

ASIENTOS PREVISIBLES

- I Zonas con inexistencia de asientos
- $m/m_1/m_2$ Zonas con asientos de magnitud media
- m Asientos de magnitud media
- m_1 Asientos bruscos por disolución de yesos.
- m_2 Asientos diferenciales
- ϵ Zonas con asientos de magnitud elevada
- Límite de separación de zonas

SIMBOLOGIA

GRADO DE SISMICIDAD

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

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- CL Recubrimientos arcillosos
- CL-ML Recubrimientos arcillo-limosos
- G Recubrimientos de gravas
- Y Yesos masivos o diseminados
- Niveles de margas
- Niveles de areniscas
- Niveles calcáreos
- Niveles de conglomerados

DIVISION ZONAL

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

Escala: 1:400.000

da, para luego, y de forma global, exponer las características sismorresistentes de toda la Hoja, indicando qué tipos de fenómenos pueden ocurrir y qué zonas tendrán más propensión a ellos.

Area I₁

Esta Area, formada por rocas de gran potencia mecánica, presenta capacidades de carga altas y asentamientos nulos.

Pueden aparecer recubrimientos, pero en general son escasos y de poca potencia.

Area III₁

Como hemos venido señalando anteriormente, habrá que distinguir dos tipos de depósitos.

Unos serán aquellos que enmarcan los grandes ríos, formados en gran parte por materiales granulares.

Sus capacidades de carga serán globalmente de tipo medio, así como sus asentamientos, aunque debido a su heterogeneidad litológica estos valores variarán en un sentido o en otro.

El segundo tipo de depósitos son los correspondientes a materiales arcillosos muy plásticos, en los cuales las capacidades de carga serán bajas, siendo sus asentamientos de magnitud media a baja.

En ambos tipos (más frecuente en el primero) existirá siempre el problema de la aparición de asentamientos diferenciales, debido a la irregular distribución de los horizontes litológicos.

Area III₂

Tienen capacidades de carga media, disminuyendo hacia valores menores en depresiones saturadas de agua. Globalmente se producirán asentamientos de magnitud media, no siendo normal la existencia de asentamientos diferenciales o hundimientos bruscos. Asimismo tendrán valores mayores en áreas deprimidas en las que la presencia de agua puede saturar los materiales, variando sus características.

Area III_{2'}

En esta formación las capacidades de carga serán altas y los asientos posibles inexistentes.

Los únicos problemas que se pueden presentar son aquellos relacionados con la escasa potencia de la formación y la existencia de litologías infrayacentes de comportamiento diferente; asimismo pueden tener lugar fenómenos de hundimiento gradual o brusco por disolución de horizontes yesíferos en la formación inferior.

Area III₃

La capacidad de carga de sus terrenos es alta y no se producirán asentamientos por aplicación de cargas exteriores.

Los problemas geotécnicos que pueden presentarse en esta Area se centran en los puntos siguientes:

- La necesidad de eliminación de los recubrimientos de alteración (arcillas), en aquellas zonas en que existen, al realizar obras de cimentación, dado que esas arcillas poseen unas características mecánicas inferiores a las de las calizas.
- La posible aparición de focos de inestabilidad en los tramos excesivamente fracturados.
- La posible aparición de hundimientos debidos, por una parte, a la disolución de los yesos situados en la formación inferior y, por otra, a una posible disolución de la caliza.
- La transmisión de esfuerzos mecánicos, en aquellas zonas en que la potencia de las calizas es relativamente reducida, a los niveles inferiores, constituidos por margas o yesos, cuyas características geotécnicas en general, son menos favorables.

Area III₄

Presenta características mecánicas bastante desfavorables.

Sus capacidades de carga serán bajas y sus asentamientos oscilarán entre magnitudes medias a elevadas.

Se producirán de una manera gradual, aunque también se puede producir de forma brusca por disoluciones de yeso que ocasionan oquedades, colapsables en cualquier momento.

Como epílogo a este punto analizaremos someramente las características sismorresistentes de la Hoja.

Siguiendo las especificaciones establecidas en la Norma Sismorresistente P.G, S-1 (1968), toda la Area estudiada se encuadra dentro de las zonas "A" que poseen una intensidad macrosísmica, según la escala (MSK) $G \leq VI$, y por consiguiente no deben esperarse en ella fenómenos sísmicos que produzcan efectos perjudiciales para la construcción; por la cual podrán realizarse cualquier tipo de edificaciones dentro de la Hoja, sin prever en ellos las normas dictadas por el Gobierno en la publicación antes mencionada.

3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS

En los capítulos precedentes se han establecido los datos que permiten, en este, dar una clasificación de los terrenos desde el punto de vista geotécnico.

La clasificación agrupa los distintos materiales según la siguiente escala: Muy Desfavorables, Desfavorables, Aceptables y Favorables.

Dentro de cada grupo se señala el tipo de problemas constructivo que afecta a cada terreno.

3.1. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

Se incluyen en esta denominación todos aquellos en los que los problemas que predominan caben dentro de los grupos siguientes:

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

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

Se consideran dentro de este grupo todos los aluviales arcillosos de ríos generalmente intermitentes. Son zonas con unas condiciones de drenaje muy deficientes y propensas a la inundación. Suelen ser materiales muy plásticos y con elevado porcentaje de materia orgánica. Sus características mecánicas son desfavorables, con baja capacidad de carga y asentamientos que oscilarán entre magnitudes medias y elevadas.

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Dentro de este grupo hemos incluido dos tipos de formaciones de las anteriormente descritas en los grupos litológicos.

La primera de ellas pertenece a la formación margo-yesífera de los alrededores de Palencia (T_{105/8-5}). Esta formación contiene yesos de fácil disolución por el agua y de alto poder corrosivo; asimismo su morfología favorece la aparición de abarrancamientos, suelos poco compactados, muy sueltos y con propensión al desmoronamiento y deslizamientos.

Al mismo tiempo sus características mecánicas son bastante desfavorables.

En realidad estos terrenos casi se podrían englobar dentro de los de condiciones constructivas muy desfavorables.

Dentro de la formación T_{5/3} hemos incluido, en este apartado, diversas áreas de morfología más acusada en las que son frecuentes los abarrancamientos, desmoronamientos y deslizamientos.

Sus características mecánicas son de tipo medio, aunque con ligeras desviaciones hacia valores más desfavorables debido a imbibición y expulsión de agua en estas litologías arcillosas.

3.2. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

Se incluyen en esta denominación todos aquellos en los que los problemas que predominan pertenecen a los grupos siguientes:

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

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

En este grupo incluimos parte de los aluviales de la Hoja, la mayoría de ellos pertenecientes a los ríos Bernesga, Torio, Esla, Orbigo y Carrión.

Llevar consigo todos los problemas que entrañan la existencia de cursos de agua permanentes, como arrastres de materiales, inundaciones esporádicas (muy raras pues se trata de un régimen muy estable), fenómenos de fludificación, fluctuaciones del nivel acuífero superficial que puede crear zonas de encharcamiento y problemas de imbibición y expulsión de aguas en materiales arcillosos.

En realidad todos estos problemas se presentan bastante atenuados dadas las características litológicas de los depósitos y régimen fluvial bastante regular.

Problemas de tipo litológico y geotécnico (p.d)

Constituyen este grupo parte de las terrazas pliocuaternarias de la Hoja (T₂₋₃₋₅).

Mecánicamente estos terrenos tienen un comportamiento global aceptable, aunque, debido a su escasa potencia, la aplicación de cargas puede repercutir sobre niveles inferiores de comportamiento diferente. Otros problemas a tener en cuenta son los relacionados con el desigual grado de cementación de los materiales granulares, así como la irregular distribución litológica.

Su drenaje es desfavorable, siendo frecuente encontrar áreas encharcadas en épocas lluviosas.

Problemas de tipo geomorfológico en sí no aparecen aunque debido a la escasa extensión superficial que presentan, y por encontrarse en lugares elevados, pueden estar indirectamente influenciados por los deslizamientos y abarrancamientos de los materiales infrayacentes que ocasionarán desmoronamientos marginales.

Problemas de tipo geomorfológico y geotécnico (p.d)

Constituyen el resto de los materiales arcillosos terciarios distribuidos por toda la Hoja.

Sus características mecánicas son semejantes a las del grupo 2^o, punto 3.1.

Geomorfológicamente presentan menos problemas, pues al disminuir las pendientes disminuye la probabilidad de formación de abarrancamientos y deslizamientos.

El drenaje, por escorrentía superficial, se hace menos activo, aumentando así las probabilidades de encharcamiento.

Problemas de tipo geomorfológico

Incluimos aquí al conjunto de materiales paleozoicos ubicados en las cercanías de Benavente.

Los únicos problemas de cierta magnitud que pueden presentar son los directamente relacionados con el relieve, pues presentan pendientes que oscilan entre el 5 y el 30 por ciento.

Algunas zonas están enmascaradas por una cubierta de alteración, formada por una mezcla de materiales cohesivos y granulares que ocasionarán problemas al presentar unas características muy diferentes a los otros materiales.

3.3. TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

Se incluyen en esta denominación todos aquellos terrenos en los que los problemas que predominan se engloban dentro de los grupos siguientes:

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

Problemas de tipo litológico y geotécnico (p.d)

Se incluyen aquí el resto de la totalidad de las terrazas de la Hoja.

Globalmente presentan características semejantes, salvo algunas variaciones que nos han servido como criterio de diferenciación a las del grupo 2^o del punto 3.2.

Los posibles problemas geomorfológicos que indirectamente podrían aparecer en el otro grupo aquí desaparecen completamente al presentarse en extensas formaciones completamente llanas sin ningún problema morfológico, salvo ligeros desmoronamientos en algunos bordes escarpados; asimismo la potencia de la formación experimenta un ligero aumento, con lo que también queda atenuado el problema antes planteado por esta causa. Aunque globalmente estos terrenos presentan unas características más favorables, esto no

quiere decir que todos los problemas anteriormente planteados no se manifiesten localmente dentro de este grupo.

Este grupo es frecuente que presente problemas de encharcamiento.

Problemas de tipo geotécnico (p.d)

Dentro de él incluimos las calizas pontienses pertenecientes al grupo litológico T₁₂.

Salvo los problemas que pueda plantear las pequeñas capas de arcilla de descalcificación que aparezcan, no presentará más problemas que el planteado con la potencia de la formación (repercusiones en niveles inferiores) y con las disoluciones en niveles yesíferos suprayacentes que pueden ocasionar algún hundimiento.

BIBLIOGRAFIA

- Banco de Bilbao. **Renta Nacional de España** (1971).
- Banco Español de Crédito. **Anuario del Mercado Español** (1972).
- Delegación Provincial de Sindicatos. Secretariado de Asuntos Económicos. **La Economía Palentina en cifras** (1972-73).
- Delegación Provincial de Sindicatos. Secretariado de Asuntos Económicos. **La Economía Leonesa en cifras** (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 10 Mieres**.
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España a E 1:200.000 Hoja 29 Valladolid**.
- I.G.M.E. **Mapa de Síntesis de sistemas acuíferos de España Peninsular, Baleares y Canarias**.
- I.N.E. **Nomenclator de la provincia de León** (1960-70).
- I.N.E. **Nomenclator de la provincia de Palencia** (1960-70).
- I.N.E. **Nomenclator de la provincia de Valladolid** (1960-70).
- I.N.E. **Nomenclator de la provincia de Zamora** (1960-70).
- M.O.P. **Datos climáticos para carreteras**.
- M.O.P. **Balance Hídrico**.
- M.O.P. **Estudios previos de terrenos**.
- Organización Sindical. Secretariado de Asuntos Económicos. **Evolución Socioeconómica de España** (1973).
- Organización Sindical. V Pleno Consejo económico social sindical provincial. Comisión I. **Desarrollo Agrario**. León (1973).
- Organización Sindical. V Pleno Consejo económico social sindical provincial. Comisión II. **Sector Industrial**. León (1973).
- Organización Sindical. V Pleno Consejo económico social sindical provincial. Comisión III. **Servicios**. León (1973).

- Organización Sindical. V Pleno Consejo económico social sindical provincial. **Conclusiones**. León (1973)
- Presidencia del Gobierno. **Norma Sismorresistente P.G, S-1 (1968) Parte A.**
- Presidencia del Gobierno. **Selección de Cabeceras de Comarcas y Núcleos de expansión de las provincias españolas (1970).**
- Presidencia del Gobierno. **Doce años de planes provinciales (1970).**
- Servicio Cartográfico del Ejército. **Cartografía a E 1:200.000 Hoja 4-3.**