

00286

02 MAYO 1975



**MAPA GEOTECNICO GENERAL**  
**SALAMANCA**



00286

C/21225

**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

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



**SALAMANCA**

**HOJA 4-5/37**

SERVICIO PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA

00286

## INDICE



<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>1</b>
<b>2. DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA</b>	<b>3</b>
2.1. Características físico-geográficas	3
2.2. Bosquejo geológico	6
2.3. Criterios de división. Características generales de las áreas	8
2.4. Formaciones superficiales y sustrato	13
2.5. Características geomorfológicas	18
2.6. Características hidrológicas	21
2.7. Características geotécnicas	24
<b>3. INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS</b>	<b>29</b>
3.1. Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	29
3.2. Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	30
3.3. Terrenos con condiciones constructivas aceptables	31
3.4. Terrenos con condiciones constructivas favorables	32
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	<b>33</b>

## 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. DESCRIPCIÓN DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA**

### **2.1. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-GEOGRÁFICAS**

La Hoja 4-5, SALAMANCA, del Mapa Topográfico Nacional a E 1:200.000, ocupa el extremo Noroccidental de la Meseta, muy próxima a la frontera hispano-portuguesa.

Su demarcación geográfica está definida por las coordenadas:

Longitud:  $5^{\circ} 51' 10'' 7 - 4^{\circ} 31' 10'' 6 O$   
referida al meridiano de Greenwich, Datum Europeo, y  
Latitud:  $40^{\circ} 40' 04'' 9 - 41^{\circ} 20' 04'' 7 N$

Administrativamente está formada por zonas más o menos amplias de las provincias de Salamanca, Avila, Valladolid, Zamora y Segovia. La mayor extensión corresponde a las dos primeras provincias, mientras que el resto se reparte entre las otras tres.

Los terrenos pertenecientes a la provincia de Salamanca se extienden por el O, S y Centro, debiéndose destacar como núcleos de población más importantes Salamanca, Peñaranda de Bracamonte y Alba de Tormes. La zona correspondiente a la provincia de Avila ocupa la parte central y Sur-oriental de la Hoja, siendo sus principales núcleos urbanos Arévalo, Madrigal de las Altas Torres, Mingorría y Cardeñosa. Los terrenos pertenecientes a la provincia de Zamora solamente ocupan el extremo NO de la Hoja, con dos pueblos importantes, Fuentesaúco y Fuentelapeña; la zona NE de la Hoja pertenece a la provincia de Valladolid, con núcleos urbanos importantes, como son Medina del Campo, Olmedo y Ataquines; finalmente, el borde oriental de la Hoja pertenece a la provincia de Segovia, destacándose en ella la presencia del pueblo y castillo de Coca.

La densidad de población que presenta la zona es baja, con una media máxima en la provincia de Valladolid de 50 hab/km<sup>2</sup>, frente a la mínima de 23 hab/km<sup>2</sup> en la provincia de Segovia. La capital de provincia que aparece en la Hoja es Salamanca, con una población de 125.220 hab y una densidad de 3.211 hab/km<sup>2</sup>. (Datos tomados del Censo Provincial, 1970).

La industrialización de las zonas agrarias está sirviendo actualmente como medio impulsor del desarrollo general y elevación del nivel de vida de la población rural.

Es necesario revalorizar la riqueza agropecuaria de la zona para lograr una importante industria alimentaria y la explotación más racional de los recursos forestales y mineros.

Morfológicamente la zona de estudio presenta pocas variaciones. En su mayor parte está constituida por una gran llanura que suavemente va perdiendo altitud hacia el N y NE.

Solamente al N de la línea quebrada que forman los pueblos de Alaejos-Cantalapiedra-Madrigal de las Altas Torres- Ataquines-Olmedo-Coca se encuentran cotas inferiores a los 800 m. La gran llanura sobre la que se sitúa Salamanca, entre otros núcleos urbanos, presenta una altitud media de 800-850 m. A partir de la alineación Alba de Tormes-Peñaranda de Bracamonte-Fontiveros, hacia el S, la topografía va subiendo, alcanzando su máximo valor en el borde S de la Hoja, en las proximidades de Casasolas (Ávila), donde se alcanzan cotas de 1.350 m.

La red fluvial se incluye dentro de la cuenca hidrográfica del río Duero, excepto la esquina SO de la Hoja, al S de la sierra de Frades, que ya pertenece a la cuenca hidrográfica del río Tago.

Los afluentes principales del río Duero que aparecen en la zona de estudio, todos ellos pertenecientes a su margen izquierda, son los siguientes:

- Río Tormes (20135), con sus afluentes el río Algar y el río Alhandiga. (Numeración tomada del C.E.H. - M.O.P.).
- Río Guareña (20133), con su afluente el río Mazores.
- Río Trabancos (20131), con su afluente el río Regamón.
- Río Zapardiel (20129).
- Río Adaja (20127), con sus afluentes el río Eresma y el río Arevalillo.

Son muy frecuentes las lagunas y terrenos pantanosos, destacándose la presencia de pequeñas lagunas que reciben el nombre local de "LAVAJOS".

## CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Para el estudio de las condiciones climáticas de la Hoja se han consultado datos procedentes del Servicio Meteorológico Nacional y del Ministerio de Obras Públicas.

Las estaciones meteorológicas existentes en la zona se incluyen en el gráfico correspondiente del Anejo nº 1. Sin embargo, solamente se han plasmado en cuadros y gráficos los datos completos pertenecientes a las siguientes estaciones, consideradas como las más representativas: MATACAN (Aeropuerto), SALAMANCA, MEDINA DEL CAMPO, ATAQUINES, PEÑARANDA DE BRACAMONTE, COCA y SANTA TERESA (Embalase).

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

### ***Temperaturas***

Las temperaturas medias anuales en el período 1931-1960 variaron desde 9° C en el ángulo SE y borde S a 12° C en la zona N. Las temperaturas máximas absolutas, en el mismo período de tiempo, oscilaron desde 36° C en el ángulo SE a 39° C en la zona NO y las mínimas absolutas fueron de -20° C en el ángulo SE y -10° C en el ángulo NO.

El número medio anual de horas de sol osciló entre 2.700 y 2.800 h.

### ***Precipitaciones***

Las precipitaciones medias anuales en el período 1931-1960 alcanzaron su máximo valor en el ángulo SO, con 600 mm, y sus mínimos valores en la zona N, con 400 mm. El número medio anual de días de lluvia fue de 90 en el ángulo SO y de 80 días en el ángulo NE, alcanzando un mínimo de 70 en la parte centro-oriental de la Hoja.

El mes más lluvioso fue mayo, con una media mensual que alcanzó 60 mm en el ángulo SE, y el más seco agosto, con medias aproximadas de 10 mm; las medias mensuales del resto del año oscilan entre 20-50 mm.

### ***Evapotranspiración***

La evapotranspiración mensual supera a la pluviometría media mensual en la mayor parte de las estaciones consideradas en el período abril-noviembre. Alcanza sus valores máximos en el período julio-agosto (120-140 mm) y sus valores mínimos en diciembre-enero (< 20 mm).

### ***Vientos***

Las direcciones dominantes de los vientos varían en función de las distintas zonas de la Hoja. Sin embargo se han tomado los datos del Aeropuerto de Matacán como los más representativos de la zona, observándose una mayor frecuencia en dirección SO y O, llegando a alcanzar valores que superan el 50 por ciento. Otra dirección predominante es la NE-E, con valores que llegan a alcanzar el 20-30 por ciento.

### ***Indices climáticos***

Es interesante determinar el coeficiente medio anual de reducción climatológica para cada clase de obra en las diversas regiones de España. Para ello se ha supuesto cada clase de obra repartida uniformemente a lo largo de los 365 días del año; y éstos repartidos en los 12 meses con arreglo a la tabla siguiente, en la que no se han tenido en cuenta los días festivos.

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



Multiplicando el cuadro anterior por los coeficientes de reducción correspondientes a cada mes y sumando los productos parciales de los 12 meses se han obtenido los coeficientes medios anuales.

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

**CLASE DE OBRA**

Provincias	Hormigón	Explanaciones	Aridos	Riegos y Tratamientos	Mezclas Bituminosas
Avila	0,788	0,735	0,972	0,376	0,569
Valladolid	0,796	0,736	0,953	0,361	0,548
Zamora	0,818	0,754	0,938	0,427	0,014
Salamanca	0,792	0,744	0,960	0,401	0,571
Segovia	0,821	0,745	0,963	0,318	0,552

## **2.2. BOSQUEJO GEOLOGICO**

La zona de estudio comprende materiales paleozoicos, terciarios y cuaternarios, acompañados de rocas ígneas ácidas y rocas metamórficas; está situada en el ángulo SO de la cuenca del Duero.

### **A - Rocas ígneas ( $\gamma$ )**

En la Hoja de estudio afloran tres tipos de rocas ígneas ácidas: granitos de dos micas, granitos porfiroides y granitos moscovíticos orientados. Estas rocas plutónicas aparecen en su mayor parte al S de la Hoja y se disponen alrededor de afloramientos cámbricos metamorizados.

En el borde O de la Hoja afloran tres pequeñas manchas graníticas de diversa composición.

### **B - Rocas metamórficas ( $\zeta$ )**

Se incluyen en este apartado las rocas con un elevado grado de metamorfismo, tanto las que presentan metamorfismo de contacto como las de metamorfismo regional. Las rocas más abundantes son: micacitas, filitas, cuarcitas y gneises.

### **C - Paleozoico (P) Cámbrico**

Se han incluido en este apartado la mayor parte de las rocas epimetamórficas que constituyen la formación pizarrosa del ángulo SO de la Hoja, así como los afloramientos pizarrosos de Muñico, en el borde S central.

En Muñico (CAPOTE Y VEGAS, 1968) la serie cámbrica es, de muro a techo, la siguiente: micacitas replegadas mezcladas con lentejones graníticos, pizarras y calizas silicificadas, pizarras arcillosas y grises y conglomerados silíceos con matriz arenosa.

La formación cámbrica del S de Salamanca está constituida en su mayor parte por unas pizarras gris-verdosas con esquistosidad marcada al NO; en ellas se observan interca-

laciones de bancos de conglomerados, grauwackas y cuarcitas. En el borde O de la Hoja aparece un pequeño afloramiento de calizas cábricas.

#### **Ordovícico**

El Ordovícico de esta Hoja se reduce a las pequeñas manchas de cuarcitas y pizarras con Cruzianas que afloran en las proximidades de Solana de Rioalmar.

#### **D - Terciario (T)**

##### **Paleógeno**

Los afloramientos paleógenos ocupan parte de la mitad occidental de la Hoja. La formación basal está constituida por un conglomerado poligénico rojizo que fosiliza una paleopenillanura bastante ondulada.

Sobre este nivel basal se apoya una formación preluteciense formada por una alternancia de materiales detríticos de variada granulometría. En algunos puntos estos sedimentos aparecen muy compactos, originando las llamadas "porcelanitas" por su aspecto opalino.

Debe destacarse la abundancia y extensión lateral de los tramos arcillosos, lo que contribuye al interés hidrogeológico de la unidad. La potencia de los materiales pre-lutecienses es de unos 40 m.

Sobre esta formación se sitúan concordantemente los materiales lutecienses, constituidos por delgados niveles de areniscas finas y gruesas, amarillentas y pardo rojizas, con menor proporción de conglomerados y arcillas que la formación pre-luteciense. Al S de Salamanca estos materiales presentan una granulometría más gruesa debido a su proximidad al borde de la cuenca. La potencia máxima de este tramo oscila entre 40 y 50 m.

Sobre el Luteciense aparece una formación perteneciente al Ludiense constituida por una alternancia de finos niveles detríticos, rojizos, con predominio de las areniscas gruesas; la potencia de los materiales ludienses en esta zona es de unos 40 m aproximadamente.

Se puede resumir el apartado afirmando que el Paleógeno de esta región (Eoceno) está formado por sedimentos detríticos de facies continental, depositados en un régimen fluvial o fluvio-lacustre. Su potencia máxima es de unos 150 m.

##### **Neógeno**

La base de estos materiales la constituye una formación de edad dudosa, entre el Paleógeno y el Neógeno, formada por una alternancia de niveles compactos de materiales detríticos con niveles de margas y calizas detríticas. En el techo de la formación aparece un conglomerado muy compacto con cemento calcáreo o silíceo que forma una antiplacie sobre la que se sitúa el pueblo de Alaejos. Su potencia se estima en 60 m aproximadamente.

Dentro del Mioceno, los afloramientos tortonienses son los que tienen mayor extensión en la Hoja. Están formados por materiales detríticos gruesos, arenas y arcillas rojizas, amarillentas y a veces blanquecinas. El conjunto es impermeable, observándose frecuentes abarrancamientos debidos a la intensa acción de la escorrentía superficial.

Los sedimentos arcillosos que ocupan la zona central de la Hoja también pueden atribuirse al Tortoniense, siendo las diferencias de tamaño de grano debidas a cambios laterales de facies.

En la zona SO y Centro de la Hoja se observan extensos canturrales, heterométricos, sueltos con matriz arcillosa, que posiblemente sean rañas pliocenas, aunque con menor tamaño de cantos que las clásicas rañas. En la parte central de la Hoja aparecen también recubrimientos de materiales arcillo-arenosos pliocenos.

## E - Cuaternario (Q)

Las formaciones geológicas mas modernas pueden agruparse en cuatro unidades: aluviales, terrazas, caliches y arenales. Cubren gran parte de la superficie de la Hoja e inciden notablemente en la litología superficial.

## TECTONICA

Los materiales paleozoicos que ocupan el ángulo SO de la Hoja se han plegado todos a la vez. Las fases principales de plegamiento corresponden a la orogenia varíscica, pero antes dejaron sentir sus efectos movimientos más antiguos (plegamiento sárdico). Durante el Hercínico, todos los materiales paleozoicos se replegaron conjuntamente, siguiendo las direcciones tectónicas una marcada dirección NO-SE.

Los granitos de la Hoja son todos sinorogénicos, posteriores a la primera fase de plegamiento e inmediatamente anteriores a la segunda.

Las formaciones sedimentarias terciarias no presentan plegamientos sensibles y solamente en el borde de la cuenca terciaria se observan buzamientos apreciables (San García de Ingelmos, Cerros de Arapiles, etc.).

La principal característica estructural de la Hoja es el condicionamiento de las redes de drenaje y deposición de materiales modernos a grandes fracturas de basamento; esta fracturación afectó en algunos casos a las formaciones terciarias suprayacentes, dando lugar a pliegues monoclinales muy localizados. Dichas fracturas presentan cuatro direcciones predominantes: N-S, E-O, N.NE-S.SO y N.NO-S.SE.

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

Para realizar la división zonal de la Hoja, y siguiendo los criterios definidos para la ejecución de este tipo de trabajos, se han considerado tres Regiones y ocho Areas.

Las Regiones se consideran unidades de clasificación de primer orden, definiéndose las mismas en relación con su homogeneidad geotectónica. Dentro de esta Hoja se han diferenciado tres Regiones, atendiendo a la composición geológica y estructural de la corteza terrestre, a sus características tectónicas y a las diferentes formas geológicas que aparecen en ella:

Región I. Rocas ígneas.

Región II. Materiales antiguos metamorfozados y tectonizados.

Región III. Materiales modernos, escasamente tectonizados.

En la Región I se incluyen las rocas ígneas ácidas de naturaleza granítica, que afloran principalmente en el borde S de la Hoja. Sobre estos afloramientos se sitúan los pueblos Cabezas de Villar, Cardeñosa y otros.

La Región II está constituida por los materiales metamórficos paleozóicos y hasta posiblemente más antiguos que ocupan la mayor parte del ángulo SO de la Hoja. Su mayor desarrollo corresponde a la Sierra de Frades, donde se alcanzan las cotas más altas de la zona. Asimismo se incluyen en esta región los macizos metamórficos que rodean los granitos de la Región I, en el borde S de la Hoja. Los núcleos urbanos más importantes que se sitúan sobre esta unidad son Muñico, Mirueña, San Martín de Serrezuela, las Veguillas, Mozárbez, Arapiles y otros.

La Región III abarca una gran variedad de litologías, todas ellas incluidas en depósitos modernos poco tectonizados, fundamentalmente detríticos, y que cubren la mayor parte de la superficie de la Hoja.

Las Areas se consideran como unidades de clasificación de segundo orden, delimitándose por la homogeneidad macrogeomorfológica de las superficies que definen. Con este criterio se han delimitado las siguientes Areas:

**Región I**

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

Rocas ígneas ácidas (granitos).

**Región II**

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

Rocas metamórficas de elevado grado de metamorfismo.

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

Rocas metamórficas de bajo grado de metamorfismo (Paleozóico).

**Región III**

**Area III<sub>1</sub>**

Depósitos cuaternarios potencialmente pantanosos, aluviales y llanuras de inundación.

**Area III<sub>2</sub>**

Arenales fluvio-eólicos.

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

Terrazas.

**Area III<sub>4</sub>**

Materiales detríticos terciarios y serie detrítica plio-cuaternaria.

**Area III<sub>5</sub>**

Formación detrítica paleógena.

**CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LAS AREAS**

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

Esta Area se sitúa principalmente en el borde S de la Hoja; además aparecen unas manchas aisladas de materiales graníticos en la zona O, sobre las que se sitúan los pueblos de Mantinamor, Buenavista y Zamayón.

Litológicamente, las rocas plutónicas del S de la Hoja son de composición granítica a granodiorítica, con abundantes intercalaciones de aplitas y pegmatitas; en los afloramientos occidentales las rocas ígneas son granitos porfídicos de dos micas y granitos moscovíticos orientados.

Morfológicamente constituye las zonas más altas de la Hoja, alcanzando su máxima altitud al O de Casasola (1.350 m). A partir de estas cotas, la superficie de afloramientos desciende hacia el N, hasta enrasar con la llanura miocena que se inicia a los 1.000 m aproximadamente.

Los materiales se consideran, en pequeño, como impermeables, aunque en grande presentan una cierta permeabilidad a favor de las fracturas y diaclasas. La suave morfología, unido a la naturaleza de los materiales que componen la Area, condicionan una escorrentía superficial no muy activa.

Se observan concentraciones de agua en las fracturas importantes, aunque no pueden considerarse como acuíferos a tener en cuenta, ya que dichas concentraciones están relacionadas con el agua de escorrentía, agotándose en los períodos secos.

Las características geotécnicas de la Area (capacidad de carga y magnitud de posibles asentamientos) son muy favorables, y solamente se ven perjudicadas en las zonas de elevada meteorización, donde la formación de "jabres" y concentraciones caolínicas disminuyen la calidad del terreno a efectos constructivos.

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

Los afloramientos más importantes de estas rocas rodean el apuntamiento granítico de Martinamor, mezclándose con los granitos de tal forma que a veces resulta difícil distinguir las dos rocas. Estos materiales presentan un metamorfismo de contacto y no se han diferenciado en el Mapa de Formaciones Superficiales y Sustrato por ser su contacto con los granitos un tanto difuso.

En cuanto a las rocas afectadas por metamorfismo regional, los afloramientos más importantes son los de San Miguel de Serrezuela, Cardeñosa y Mingorría. Los tres corresponden al metamorfismo de sedimentos cámbricos análogos a los que constituyen la mancha de Muñico.

Las rocas más abundantes en estas formaciones son micacitas, cuarcitas, aplitas, pegmatitas y neises muy replegados.

La morfología de esta Area no está condicionada por la naturaleza de los materiales que la componen ya que estos afloran en manchas aisladas de pequeña extensión; por esta razón su morfología está supeditada a la de las rocas circundantes.

La zona se considera como impermeable ya que la alteración de sus materiales con formación de arcillas cicatriza las posibles fracturas que darían una cierta permeabilidad al conjunto.

Las condiciones geotécnicas de la zona son favorables siempre que la roca esté sin alterar, aunque frecuentemente se aprecia la presencia de tramos alterados y meteorizados, con la consecuente formación de suelos arcillosos de potencia variable que disminuyen las buenas condiciones geotécnicas de la Area.

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

La mayor parte de las rocas epimetamórficas cámbricas que aparecen en la Hoja están situadas en el ángulo SO de la misma, aflorando otra mancha cámbrica en el borde S, sobre la que se sitúa el pueblo de Muñico.



Litológicamente, el Cámbrico del S de Salamanca es un complejo esquistoso-grauwáckico, que posiblemente incluya entre sus materiales algunos pertenecientes al Precámbrico Superior.

En Muñico, el Cámbrico está formado por micacitas muy replegadas, pizarras arcillosas, calizas verdosas silicificadas, pizarras arcillosas y grises, conglomerados de matriz arenosa y, finalmente, en el techo de la formación, cuarcitas y pizarras con restos de Cruzianas, que denuncian la presencia de materiales ordovícicos.

La morfología de esta zona puede considerarse como abrupta dentro de la enorme llanada salmantina, con pendientes en la Sierra de Frades que pueden alcanzar el 20-30 por ciento.

La Area se considera como impermeable, con un drenaje superficial por escorrentía poco activa, avivada en las zonas de mayor pendiente.

Las condiciones geotécnicas de la Area son favorables, con elevada capacidad de carga, aunque son de prever deslizamientos a favor de la pizarrosidad así como cambios de volumen en determinados tramos pizarrosos.

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

La distribución de esta Area se ciñe casi exclusivamente a los terrenos que conforman las proximidades del cauce de la red fluvial actual.

Litológicamente la Area está formada por limos arenosos en los que se intercalan frecuentemente lentejones de arenas con estratificación cruzada y lechos de gravas cuarcíticas.

Su morfología es totalmente llana en la mayoría de los casos; solamente el río Arevalillo aparece en algunos tramos encajados, al S de Arévalo. El río Tormes discurre por un amplio valle en artesa que constituye la Area en esta zona.

Los materiales que componen la Area son impermeables por lo que es frecuente la presencia de tramos inundados en los que no discurre el agua; a la impermeabilidad de los materiales se une la escasa pendiente de los cursos de agua, formándose unas zonas "potencialmente inundables" que son muy frecuentes en la llanura al S de Medina del Campo. Además la presencia de un nivel freático a muy poca profundidad dificulta todavía más la eliminación de los aportes líquidos.

Las capacidades de carga oscilan de bajas a muy bajas en las zonas consideradas como lagunares o "potencialmente inundables". Los aluviales propiamente dichos presentan asientos potenciales medios, en tanto que en las zonas lagunares se prevén elevados asientos. Los problemas geotécnicos estarán siempre relacionados con las variaciones en profundidad de la litología y con la situación del nivel freático.

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

Esta Area ocupa una banda vertical que sigue el curso de los ríos Adaja y Arevalillo y en la que se sitúa el pueblo de Arévalo. Además existen diversas manchas diseminadas en la Hoja que pertenecen a ella; gran parte de la Area III<sub>4</sub> está recubierta parcialmente por los materiales que forman la Area III<sub>2</sub>; sin embargo, solamente se han incluido en ella las zonas formadas por arenales potentes y continuos, incluyéndose en la Area III<sub>4</sub> las formaciones arenosas poco potentes que recubren parcialmente las formaciones terciarias de Medina del Campo.

Litológicamente la Area está formada por arenas cuarzosas mal graduadas de color blanco amarillento. Corresponden a acumulaciones de arena que han sido removilizadas localmente por el viento.

Es una formación inestable, que deberá fijarse previamente a cualquier tipo de obra con plantaciones adecuadas a este tipo de suelos.

Los materiales de esta Area son permeables y presentan un drenaje favorable por filtración.

Geotécnicamente la Area presenta una capacidad de carga variable y son de prever asientos rápidos de magnitud media.

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

La distribución de la Area III<sub>3</sub> se ciñe a las márgenes del río Tormes, en las proximidades de Salamanca, donde las terrazas fluviales alcanzan su máximo desarrollo, así como en ambas márgenes del río Voltoya.

Litológicamente está formada por gravas cuarcíticas bien graduadas, siendo abundantes las que llegan al tamaño de bolo; la matriz es limo-arenosa, apareciendo lentejones y lechos de arenas sueltas de grano silíceo y tamaño de grano de medio a grueso.

Su morfología es totalmente llana, asentándose sobre ella el Aeropuerto de Matagorda. Puede considerársela como una Area estable.

Los materiales que forman estos depósitos se dan como permeables, aunque localmente se desarrollen sobre ellos unos suelos arcillosos menos permeables. Se observa la presencia de agua a escasa profundidad y tiene un drenaje aceptable por filtración.

Sus características mecánicas se consideran en general favorables, tanto bajo el aspecto de capacidad de carga como bajo el de magnitud de posibles asientos.

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

Es la Area que mayor superficie ocupa dentro de la Hoja, principalmente en lo que se refiere a su mitad oriental.

Está constituida por los materiales detríticos miocenos, pliocenos y pliocuaternarios que colmatan la cuenca neógena en esta zona.

Su morfología es normalmente llana, aunque presenta una serie de lomas y relieves ondulados directamente relacionados con la litología dominante, así como acarcavamientos en las zonas donde predomina la fracción arcillosa.

La Area se halla recubierta parcialmente de un suelo arenoso de origen fluvial, posteriormente removilizado por el viento, procedente de la Area III<sub>2</sub>.

Sus materiales se consideran en general como impermeables, aunque el suelo que los recubre es totalmente permeable; la Area carece casi totalmente de escorrentía superficial, por lo que en las zonas arcillosas aparecen tramos encharcados y pequeñas lagunas estacionales, en tanto que en las zonas con recubrimiento arenoso la concentración de agua se sitúa en el contacto arcillas-arenas, apareciendo la zona bien drenada superficialmente por filtración.

La capacidad de carga de la Area es baja, condicionada por la heterogeneidad litológica de la misma; respecto a la magnitud de sus posibles asientos, la Area se considera de tipo medio.

### Area III<sub>5</sub>

La Area III<sub>5</sub> ocupa gran parte de la mitad occidental de la Hoja a partir del Río Guareña.

Litológicamente está constituida por unas arenas arcósicas de grano grueso (areniscas de Salamanca) que lateralmente se cementan y aumentan su tamaño de grano, pasando a microconglomerados y conglomerados. Hacia el techo de la formación se encuentran lechos de margas calcáreas.

Estos materiales son estables en condiciones normales, aunque pueden producirse desprendimientos al excavar taludes artificiales. Morfológicamente forman unas cuestas muy tendidas y lomas suaves, en cotas comprendidas entre los 800 y 900 m.

La Area presenta un drenaje aceptable por filtración, con agua a poca profundidad y esorrentía poco activa. Sus materiales son semipermeables y en la zona del río Guareña están recubiertos por un suelo arenoso permeable. Al N de Salamanca, el Paleógeno, sin embargo, aparece recubierto de un suelo eluvial arcilloso rojizo que disminuye la permeabilidad de la formación.

Desde el punto de vista geotécnico, la Area tiene una capacidad de carga media-alta, sin que sea previsible la presencia de asientos importantes.

## 2.4. FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

La cartografía de las formaciones superficiales y sustrato se ha realizado agrupando en unidades las rocas y suelos según sus características litológicas en el sentido más amplio.

En esta Hoja se han diferenciado 18 unidades. Dentro de ellas, las cuatro primeras corresponden a depósitos cuaternarios de cohesión variable, sueltos y cuya génesis viene condicionada por la naturaleza de los macizos montañosos de donde proceden. El resto de las unidades corresponden a rocas, más o menos consolidadas, depositadas en el resto de la historia geológica.

En las formaciones geológicas propiamente dichas se han diferenciado las unidades antiguas paleozóicas o anteriores (9 unidades) y las unidades modernas terciarias (5 unidades).

### FORMACIONES SUPERFICIALES

#### *Arcillas y limos arenosos con intercalaciones de lentejones de arenas y gravas cuarcíticas (Depósitos aluviales y suelos potencialmente lagunares) - Q<sub>a</sub>*

Los materiales arrastrados por los cursos fluviales actuales se van depositando en los cauces y márgenes de los ríos, formando estos depósitos aluviales.

La naturaleza de los mismos viene condicionada por la área madre de donde proceden; con este criterio pueden distinguirse en la Hoja dos tipos de materiales aluviales: aquellos cuya área madre se sitúa en los relieves paleozóicos pizarrosos sur-occidentales y aquellos pertenecientes a ríos que nacen y circulan sobre materiales detríticos terciarios.

Los primeros están constituidos por arcillas y limos oscuros, procedentes de la alteración de las unidades pizarrosas, con arenas, gravas y cantos cuarcíticos procedentes



de la disgregación mecánica de los macizos cuarcítico-pizarrosos. En cuanto a los segundos, su fracción fina es limo-arcillosa con niveles de arenas y cantos poligénicos.

Finalmente hay que considerar unos tramos de aluviales en los que concurren la escasa pendiente topográfica y la impermeabilidad de los materiales subyacentes, dando lugar a unas zonas encharcadas en las épocas de mayores precipitaciones en las que se forma un suelo arcillo-limoso con cantidades apreciables de materia orgánica.

#### ***Arcillas, limos y arenas con gravas y bolos cuarcíticos (Depósitos de terrazas) - $Q_t$***

En este apartado se agrupan el conjunto de depósitos sueltos conectados con los antiguos cursos de las redes fluviales. Su emplazamiento se ciñe a dos bandas paralelas al curso del río Tormes y río Voltoya, una en cada margen de ambos ríos. Litológicamente están formados por una matriz limo-arenosa que engloba cantos cuarcíticos bien redondeados y heterométricos, pudiendo alcanzar el tamaño de bolos de 35 cm de diámetro. Presenta niveles parcialmente cementados. Sobre la terraza más extensa del río Tormes se sitúa el Aeropuerto de Matacán.

#### ***Calizas travertínicas (Costra calcárea, caliche) - $Q_k$***

En numerosos puntos de la Hoja se observa la presencia de costras calcáreas, de origen travertínico, que constituyen un auténtico caliche duro y resistente. El afloramiento más importante ocupa la parte superior de una mesa situada en las proximidades de La Guareña, al E del río Guareña. La potencia de esta unidad puede superar en algunos puntos los 5 m.

#### ***Arenas cuarzosas mal graduadas blanco-amarillentas (Depósitos fluvio-eólicos) - $Q_p$***

En las inmediaciones de Arévalo, y siguiendo la dirección N-S, se extiende una amplia banda de arenales potentes que llegan hasta las proximidades de los macizos graníticos del borde S de la Hoja.

Litológicamente se trata de arenas fundamentalmente cuarzosas con algunos granos de feldespatos, bien redondeadas y mal graduadas, de color blanco-amarillento. Estas arenas, que en las zonas cartografiadas como tales presentan potencias de hasta 7 m, se extienden con menor potencia por casi toda la mitad oriental de la Hoja, recubriendo parcialmente los materiales miocenos y paleógenos.

Estos depósitos de origen fluvial han sido removilizados por el viento posteriormente a su deposición.

### **SUSTRATO**

#### ***Limos y arcillas con gravas cuarcíticas (Rañas) - $T_{2-4}$***

Abundan mucho las formaciones de canturral, tipo raña, principalmente en el pie de las elevaciones pizarroso-cuarcíticas paleozóicas del borde SO de la Hoja. También aparecen niveles de rañas, con litología muy parecida a la de las terrazas, en el borde O de la Hoja.

Litológicamente, la unidad está constituida por una matriz limo-arcillosa con cantos cuarcíticos heterométricos y subredondeados y su potencia oscila entre 1 y 20 m. La unidad se ha datado como Pliocuaternario.

#### ***Arcillas arenosas y arenas (Facies Medina del Campo) - T<sub>3-5</sub>***

Ocupa la mayor parte de la superficie de la Hoja, principalmente en su mitad oriental.

Litológicamente está constituida por arcillas arenosas y arenas con niveles de areniscas silíceas, rojizas, de grano medio a grueso. En el conjunto se intercalan niveles de conglomerados débilmente cementados por carbonatos y en ocasiones estos conglomerados quedan reducidos a hiladas de cantos silíceos sueltos de tamaño medio 1 cm; son frecuentes las intercalaciones de lechos margosos y niveles de carbonatos blanquecinos.

El conjunto presenta disposición horizontal, estratificación masiva y con frecuentes cambios laterales en potencia y litología. La potencia de la formación es superior a los 100 m, no habiendo podido observarse la base de la misma dentro de la Hoja.

La unidad se ha datado como Mioceno Inferior.

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

Esta litología solamente aflora en una pequeña mancha que cubre el cerro La Cuesta al N de Olmedo. Está constituida por margas blanquecinas y niveles calcáreos blancos; las margas contienen yesos diseminados, aunque no perceptibles a simple vista (véase resultados Ensayos de Laboratorio). Corresponden a la clásica "facies blanca" miocena que se apoya sobre los materiales detríticos rojizos de Medina del Campo.

#### ***Areniscas con intercalaciones de conglomerados - T<sub>87</sub>***

Ocupa grandes extensiones en la mitad occidental de la Hoja, a partir del río Guareña.

Están formadas por una serie de materiales detríticos entre los que predominan las areniscas y los conglomerados. Las areniscas presentan cemento silíceo y ferruginoso, colores blancos y rojizos, siendo sus granos de naturaleza cuarzosa y feldespática, de tamaño medio a grueso y matriz limo-arcillosa. Presentan intercalaciones de conglomerados silíceos, de la misma naturaleza que las areniscas. Hacia el techo de la formación aparecen niveles calco-margosos de potencia máxima 1 m.

La formación presenta un basculamiento hacia el E, apreciándose una clara estratificación. La potencia de la formación supera los 80 m.

#### ***Areniscas, conglomerados y arcillas - T<sub>8-7-5</sub>***

En el borde occidental de la Hoja, los materiales paleógenos presentan un mayor contenido en finos que en el resto de la misma.

Litológicamente está constituida por una alternancia de materiales detríticos de muy gruesos a muy finos, con tonos predominantemente rojizos o blanquecinos.

La abundancia y extensión lateral de los tramos arcillosos hacen que esta formación sea muy interesante desde el punto de vista hidrogeológico.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	Se incluyen en ellas un amplio conjunto de rocas ácidas entre las que predominan el granito de dos micas, granito orientado de dos micas y granito porfídico de dos micas.
II	II <sub>1</sub>	Se incluyen en esta Area un conjunto de materiales metamórficos que han sufrido un elevado grado de metamorfismo. Entre ellos los más representados son gneises, micacitas, filitas, y cuarcitas.
	II <sub>2</sub>	Se incluyen en esta Area un conjunto de materiales paleozóicos epimetamórficos entre los que destacan las pizarras, cuarcitas, calcoesquistos, grauwackas, cornubianitas y pizarras mosqueadas.
III	III <sub>1</sub>	Los terrenos aquí incluidos son los depósitos aluviales y lagunares formados por arcillas y limos arenosos con intercalaciones de lentejones de arenas y gravas cuarcíticas.
	III <sub>2</sub>	Los terrenos aquí incluidos son depósitos fluvioeólicos constituidos por arenas cuarzosas mal graduadas blanco-amarillentas.
	III <sub>3</sub>	Los depósitos aquí incluidos forman las terrazas fluviales de la zona y estan constituidos por arcillas, limos y arenas con gravas y bolos cuarcíticos.
	III <sub>4</sub>	Se incluyen en esta Area un conjunto de materiales detríticos de variada granulometría pertenecientes al Terciario moderno (Mioceno y Plioceno).
	III <sub>5</sub>	Los materiales aquí incluidos son formaciones detríticas paleógenas, parcialmente cementadas, entre las que predominan las areniscas, conglomerados y arcillas.





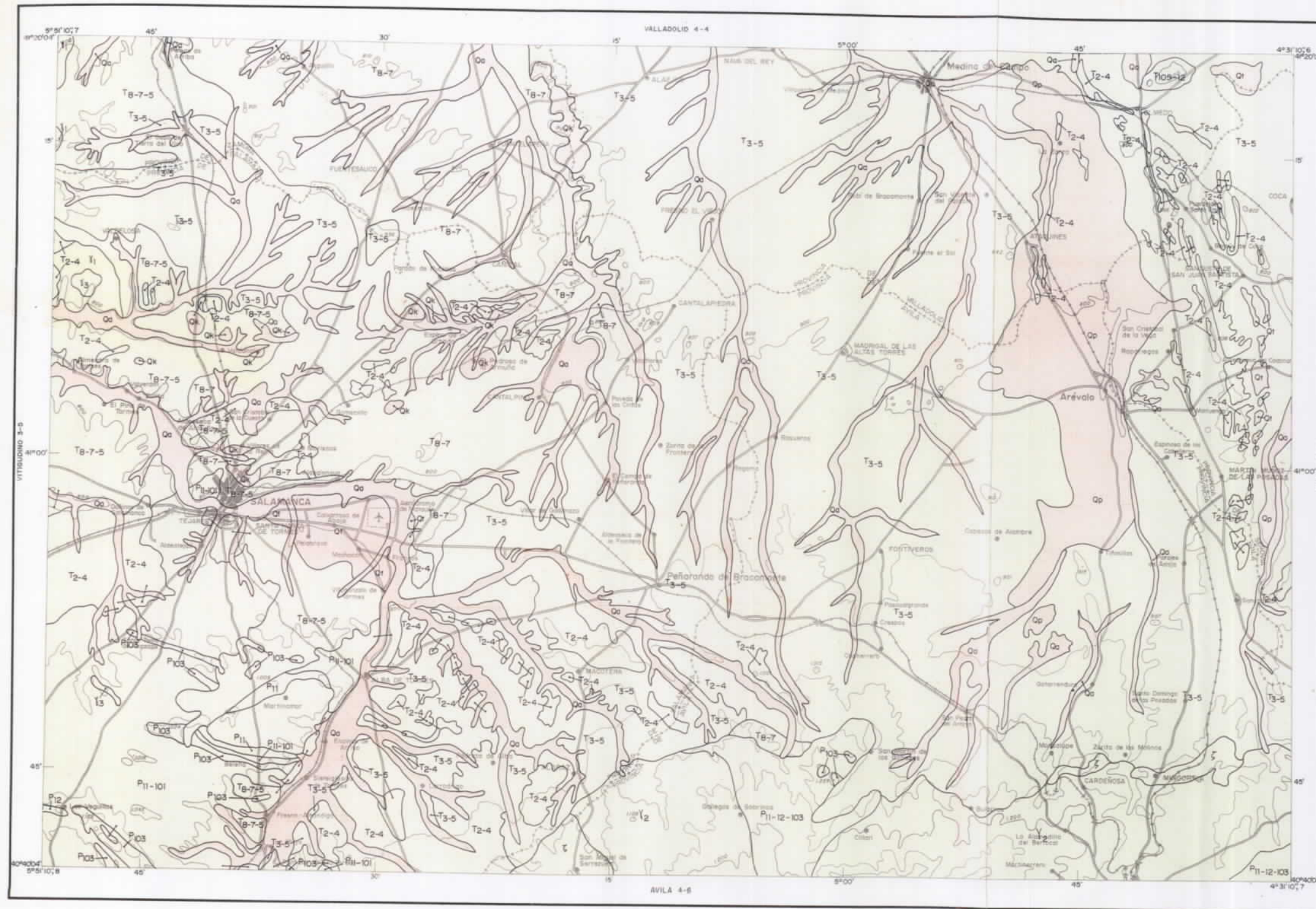
# MAPA GEOTECNICO GENERAL

MAPA DE FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUSTRATO

SALAMANCA

4-5

37



Escala 1:400.000

## FORMACIONES SUPERFICIALES

**Qa** Arcillas, arenas y limos con materia orgánica (Depósitos aluviales, llanuras de inundación y áreas periódicamente lagunares)

**Ql** Conglomerados, gravas, arenas y limos con cantidades variables de arcillas (Depósitos de terraza).

**Qk** Costra calcárea compacta (Depósitos de caliche)

**Qp** Arenas redondeadas sueltas (Depósitos fluvioeólicos).



SUSTRATO

**Y1** Granito porfídico de dos micas

**Y2** Granito de dos micas

**Y3** Granito orientado de dos micas

**Z** Gneis, micacitas, filitas y cuarcitas.

**P12** Calizas

**P11** Pizarras mosqueadas y cornubianitas

**P11-101** Pizarras, grauwakas y filitas

**P11-103** Pizarras, calcoesquistos, calizas y cuarcitas

**P103** Cuarcitas

**T8-7-5** Areniscas, conglomerados y arcillas

**T8-7** Areniscas y conglomerados recubiertos parcialmente por una formación arenosa con cantos.

**T3-5** Arenas y arcillas recubiertas parcialmente por una formación arenosa con cantos.

**T2-4** Cantos, gravas y limos (Rafas?)

### ***Cuarcitas - P<sub>103</sub>***

Se incluye en esta unidad tanto los afloramientos cuarcíticos ordovícicos del macizo de Muñico, como las formaciones cuarcíticas cámbricas del ángulo SO de la Hoja.

Litológicamente está constituida por una cuarcitas oscuras de grano fino, muy duras y resistentes, que constituyen pequeños resaltes topográficos dentro de la masa pizarrosa que los envuelve.

### ***Pizarras, calcoesquistos, calizas y cuarcitas - P<sub>11-12-103</sub>***

Esta formación, datada como Cámbrico, constituye el macizo de Muñico y los afloramientos cámbricos del extremo SE de la Hoja.

El conjunto está formado por pizarras arcillosas, calizas verdosas silicificadas, micacitas muy replegadas, cuarcitas y conglomerados con cantos de hasta 20 cm de sección y matriz arenosa. Toda la unidad aparece muy replegada y tectonizada.

### ***Pizarras, grauweekas y filitas - P<sub>11-101</sub>***

Esta formación constituye la mayor parte de los afloramientos paleozóicos del ángulo SO de la Hoja.

Las pizarras dominantes son de color gris o verdoso con una esquistosidad marcada al NO, lo que da lugar a corridas de materiales duros y disyunción astillosa que destacan sobre la superficie meteorizada de la penillanura. Intercalados en ellas hay bancos de conglomerados, grauweekas y cuarcitas, pudiendo dar origen estas últimas a resaltes morfológicos muy característicos que destacan por erosión diferencial.

### ***Pizarras mosqueadas y cornubianitas - P<sub>11</sub>***

Esta unidad presenta escasa superficie de afloramiento, limitándose a una banda que rodea el macizo granítico de Martinamor.

Esta formación presenta un claro metamorfismo de contacto y está constituida por pizarras mosqueadas y cornubianitas con diferente desarrollo de andalucita y cordierita.

### ***Calizas metamórficas - P<sub>12</sub>***

Sus afloramientos tienen una superficie muy reducida, limitándose a una pequeña mancha situada al O de Las Veguillas. Se trata de unas calizas verdosas muy recrystalizadas, sin interés geotécnico por su escasa representación en la Hoja.

### ***Gneises, micacitas, filitas y cuarcitas - §***

Los afloramientos más importantes de rocas afectadas por metamorfismo regional son los de San Miguel de Serrezuela, Cardeñosa y Mingorría. Las más abundantes de dichas formaciones son micacitas y cuarcitas, dirigidas al E, y masas lenticulares más o menos concordantes de aplitas y gneises de dos micas, dirigidas generalmente al NO,

aunque bastante replegadas y atravesadas por diques de aplitas, pegmatitas y cuarzo, muy turmalínífero este último, en San Miguel de Serrezuela.

#### ***Granito porfídico de dos micas - $\gamma_1$***

Aflora en el ángulo NO de la Hoja, en las proximidades de Zamayón. Presenta frecuentemente textura mirmequítica y sus fenocristales pueden alcanzar los 10 cm de longitud.

La composición de la matriz de esta roca en las zonas porfídicas es la de una curzomonzonita y son precisamente los fenocristales de andesina los que aproximan su composición a la de una granodiorita.

#### ***Granito de dos micas - $\gamma_2$***

Forma los afloramientos graníticos del borde S de la Hoja, desde Cabezas del Villar a Médiana de Voltoya. Es un granito de grano medio a grueso, con zonas porfídicas, aplíticas y pegmatíticas, siendo muy abundante la turmalina en la zona de contacto.

El granito de Martinamor es de este tipo, con aspecto lacolítico, más o menos concordante con las rocas metamórficas encajantes.

#### ***Granito orientado de dos micas - $\gamma_3$***

Solamente aparecen en la Hoja dos pequeños afloramientos en las proximidades de Zamayón y San Pedro de Rozados. Presenta colores blancos y abundan las facies aplíticas. La biotita es escasa y la moscovita, feldespatos, ortosa y plagioclasas muy abundantes.

### **2.5. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS**

En este apartado se analizan los principales rasgos morfológicos, en función de su repercusión sobre las condiciones constructivas de cada tipo de terreno.

Además de las características topográficas, se estudian también las características y comportamiento de las distintas unidades litológicas ante las condiciones ambientales y ante la acción del hombre. Se completa el estudio con un mapa y una ficha resumen de las características geomorfológicas más interesantes de cada Área.

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

Presenta una morfología intermedia, con pendientes del 10 al 15 por ciento, y solamente en algunos puntos alcanza pendientes superiores al 15 por ciento. Sobre esta Área se sitúan las cotas más altas de la Hoja, principalmente en los afloramientos situados en el borde S de la misma, donde gran parte de los granitos presentan cotas superiores a los 1.200 m.

Por lo general es una área estable en condiciones naturales y bajo la acción del hombre siempre que los granitos estén sin alterar. Sin embargo, la fracturación de estas masas rocosas puede acelerar los procesos meteóricos en las zonas milonitizadas, dismi-



nuyendo localmente la estabilidad del conjunto. En las zonas de contacto con las rocas metamórficas, también puede apreciarse una mayor alterabilidad dentro de la estabilidad propia de las rocas ígneas intrusivas.

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

Las rocas metamórficas, dada su escasa superficie de afloramiento, no pueden considerarse desde el punto de vista topográfico, ya que aparecen íntimamente unidas a los afloramientos graníticos.

El conjunto metamórfico se considera como estable, tanto en condiciones naturales como bajo la acción del hombre. Solamente pueden surgir problemas de inestabilidad en el caso en que se realicen excavaciones de taludes de mucha pendiente en los que la estratificación favorezca deslizamientos a favor de los tramos pizarrosos.

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

La topografía de la Area va de intermedia a abrupta, con pendientes del 10 al 20 por ciento. Los niveles cuarcíticos forman resaltes topográficos que destacan sobre la morfología más suave que presentan las formaciones pizarrosas.

Las unidades cuarcíticas y calcáreas de la Area pueden considerarse como estables, y solamente deberá preverse la posible caída de bloques cuarcíticos por descalce de la formación pizarrosa subyacente.

Las pizarras deberán considerarse como estables en condiciones naturales e inestables bajo la acción del hombre, ya que las excavaciones de fuertes taludes pueden facilitar deslizamientos de unidades pizarrosas a favor de la estratificación y pizarrosidad.

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

Presenta una morfología de formas llanas con pendientes topográficas inferiores al 3 por ciento. El aluvial del río Tormes puede considerarse como el fondo de un valle en artesa, casi totalmente plano.

El grado de estabilidad es elevado, viéndose únicamente afectado por la acción erosiva del agua que puede provocar localmente pequeños hundimientos y desmoronamientos por el arrastre de las capas subyacentes.

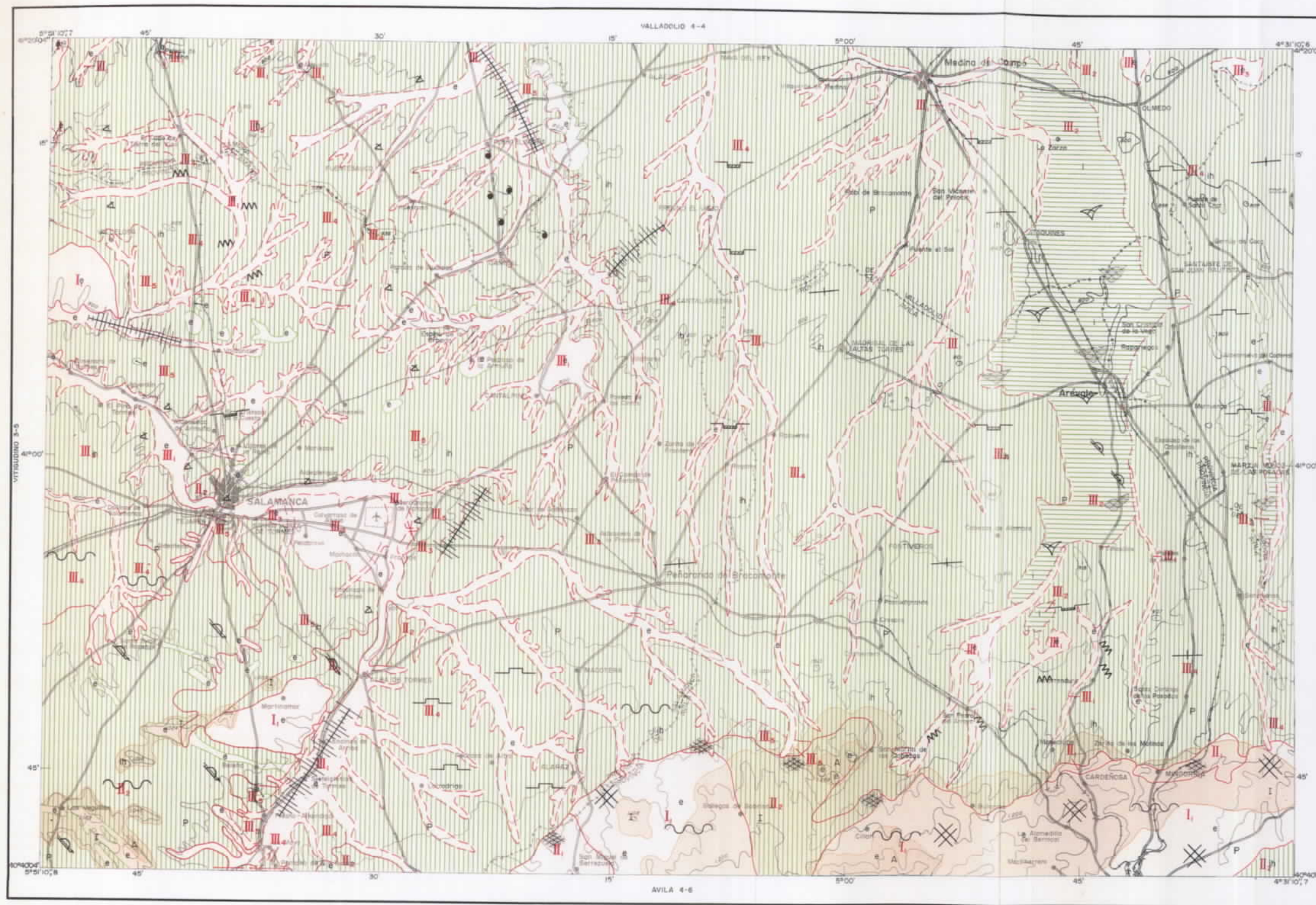
En las zonas encharcadas en épocas de lluvia, el almacenamiento de aguas durante largos períodos de tiempo disminuye las condiciones de estabilidad del terreno.

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

Presenta una morfología de formas llanas y onduladas, con pendientes topográficas inferiores al 5 por ciento. La Area debe considerarse como inestable, con frecuentes aterramientos. Solamente son estables los taludes muy tendidos y sus depósitos en la actualidad siguen removilizándose. Sus materiales presentan una cohesión muy baja, por lo que las aguas que circulan a escasa profundidad arrastran las arenas, produciéndose localmente pequeños hundimientos.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS
I	I <sub>1</sub>	Presenta una morfología intermedia, con pendientes del 10 al 20 por ciento. La Area es estable en todas condiciones, siempre que los granitos estén sin alterar; gran fracturación.
II	II <sub>1</sub>	Topografía unida a la morfología granítica. La Area es estable excepto cuando los taludes coincidan con la dirección de estratificación o pizarrosidad de las pizarras.
	II <sub>2</sub>	Presenta una morfología de intermedia a abrupta, con pendientes del 10 al 20 por ciento. Las unidades cuarcíticas y calcáreas se consideran como estables, en tanto que las pizarras pueden presentar problemas de inestabilidad frente a la acción del hombre.
III	III <sub>1</sub>	La morfología de la Area es de formas llanas con pendientes inferiores al 3 por ciento. El grado de estabilidad es elevado, viéndose únicamente afectado por la acción del agua.
	III <sub>2</sub>	Presenta una morfología de formas llanas y onduladas con pendientes topográficas inferiores al 5 por ciento. La Area debe considerarse como inestable con frecuentes aterramientos.
	III <sub>3</sub>	La morfología de la Area es llana, con pendientes inferiores al 5 por ciento. La Area es estable.
	III <sub>4</sub>	La morfología de la Area es de formas llanas o suavemente alomadas, con pendientes inferiores al 7 por ciento. La Area es estable en condiciones normales e inestable bajo la acción del hombre. Acarcavamientos y abarrancamientos.
	III <sub>5</sub>	Presenta una morfología llana e intermedia, con pendientes máximas del 10-15 por ciento. La Area es estable en condiciones normales e inestable bajo la acción del hombre. Desprendimientos, deslizamientos y acaravamientos.





INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

- Zonas planas, pendiente del 0 al 7 por ciento.
- Zonas intermedias, pendiente del 7 al 15 por ciento.
- Zonas abruptas, pendiente del 15 al 30 por ciento.
- Zonas montañosas, pendiente superior al 30 por ciento.
- Límite de separación de zonas

SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

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

SIMBOLOGIA

FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

- Zonas diaclasadas y fracturadas.
- Zona influenciada por fracturas o fallas

- Formas de relieve alomadas
- Topografía llana
- Zonas con replanos resistentes a la erosión
- Zonas con pequeñas depresiones potencialmente inundables.

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- Taludes suaves estables
- Desprendimientos de bloques
- Aterramientos
- Abarrancamientos
- Taludes medios inestables
- Deslizamientos en potencia a favor de la esquistosidad
- Zona alterada superficialmente
- Formaciones tipo duna

DIVISION ZONAL

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



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

La Area presenta una morfología llana, propia de depositos fluviales, con pendientes inferiores al 5 por ciento. Su grado de estabilidad es elevado y solamente podrán producirse desprendimientos en el caso en que se socave el material subyacente.

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

Presenta una morfología de formas llanas o suavemente alomadas, con pendientes inferiores al 7 por ciento y algunos resaltes topográficos ocasionados por la aparición de niveles de areniscas.

La Area se considera como estable en condiciones naturales e inestables bajo la acción del hombre. Son frecuentes los acarcavamientos y abarrancamientos en las márgenes de los ríos Adaja y Arevalillo, observándose la presencia de taludes artificiales inestables.

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

La Area presenta una topografía llana en la mayor parte de sus afloramientos, aunque en las proximidades de la Sierra de Frades, se observa una morfología intermedia, con pendientes del 10-15 por ciento.

Los materiales de esta Area se consideran como estables en condiciones normales e inestables bajo la acción del hombre, con posibles desprendimientos y deslizamientos, así como con frecuentes acarcavamientos en las márgenes del río Guareña.

## **2.6. CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS**

A continuación se van a estudiar las características hidrológicas de cada Area en relación con las condiciones constructivas de los diferentes terrenos.

Se completa el capítulo con un mapa y una ficha en la que se hacen constar las características hidrológicas más interesantes de cada unidad de clasificación.

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

Sus materiales se consideran como impermeables, aunque debido a su abundantes fracturación y diaclasado gran parte del agua se infiltra por dichas alineaciones, alimentando los manantiales presentes en este terreno y que consecuentemente tendrán un caudal variable en función de las aguas de escorrentía.

El drenaje de la Area debe considerarse como aceptable con sus materiales drenados por fisuración de la roca.

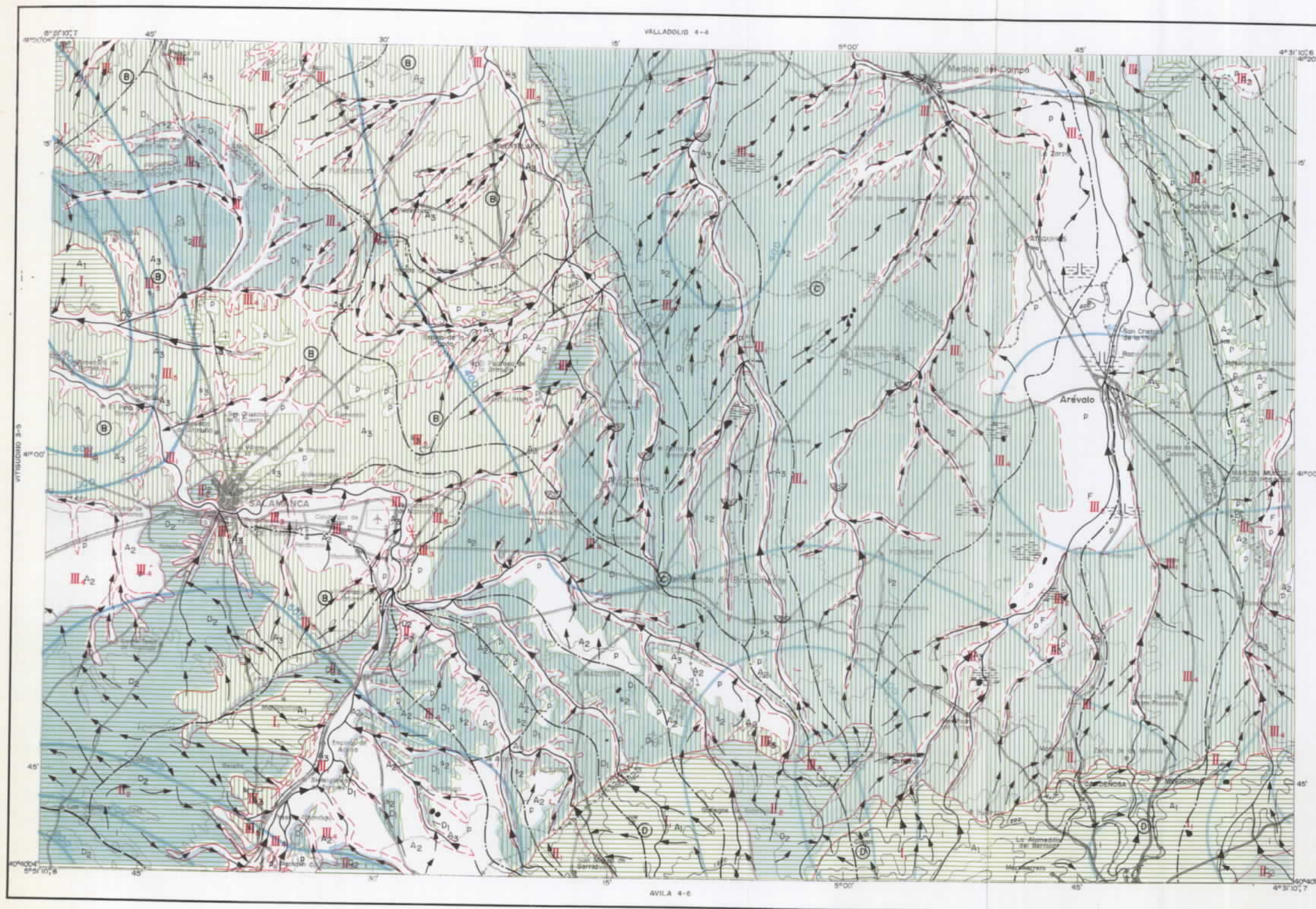
### **Area II<sub>1</sub>**

Sus materiales se consideran como impermeables, aunque puedan observarse aguas infiltradas a través de líneas de fracturación.



REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I <sub>1</sub>	La Area es impermeable en lo que respecta a sus materiales, aunque presenta cierta permeabilidad relacionada con el grado de fisuración. Drenaje aceptable por fisuración.
II	II <sub>1</sub>	La Area es impermeable en pequeño y con una cierta permeabilidad en grande, ligada al grado de fracturación. Drenaje aceptable por fisuración de la roca.
	II <sub>2</sub>	Sus materiales, muy tectonizados, son impermeables; presenta un drenaje deficiente en superficie por escorrentía poco activa.
III	III <sub>1</sub>	La Area se considera como permeable aunque con un nivel freático muy alto. Drenaje aceptable. Aparecen zonas encharcadas, con poca pendiente topográfica y drenaje nulo.
	III <sub>2</sub>	Los materiales de la Area III <sub>2</sub> son totalmente permeables, aunque cuando la formación es poco potente aparece agua a escasa profundidad. Drenaje favorable por filtración.
	III <sub>3</sub>	Los materiales que constituyen la Area III <sub>3</sub> son permeables y presentan un drenaje aceptable con sus materiales drenados por filtración. Agua a escasa profundidad.
	III <sub>4</sub>	Sus materiales miocenos son semipermeables, con zonas encharcadas, en la zona de Medina del Campo. Drenaje deficiente sin casi escorrentía superficial. Los materiales pliocenos son permeables y presentan un drenaje aceptable por filtración. Aguas a escasa profundidad.
	III <sub>5</sub>	Los materiales de la Area son semipermeables. La unidad presenta un drenaje aceptable por filtración, con escorrentía poco activa. Agua a escasa profundidad.





CONDICIONES DE DRENAJE

- Zonas con drenaje nulo
- Zonas con drenaje deficiente
  - D<sub>1</sub> - Sin escorrentía superficial. Nivel freático somero y encharcamientos
  - D<sub>2</sub> - Drenadas en superficie por escorrentía poco activa.
- Zonas con drenaje aceptable
  - A<sub>1</sub> - Drenadas por fisuración de la roca.
  - A<sub>2</sub> - Drenadas por filtración. Aguas a escasa profundidad.
  - A<sub>3</sub> - Drenadas parcialmente por filtración. Escorrentía poco activa.
- Zonas con drenaje favorable (por filtración).
- Isoyetas

PERMEABILIDAD DE LOS MATERIALES

- Materiales permeables
- Materiales semipermeables
  - S<sub>1</sub> - m.semipermeables
  - S<sub>2</sub> - m.impermeables con un recubrimiento parcial permeable.
  - S<sub>3</sub> - m.semipermeables con un recubrimiento parcial permeable.
- Materiales impermeables
- Límite de separación de los distintos materiales.

SIMBOLOGIA

HIDROLOGIA SUPERFICIAL

- Límite de cuenca hidrográfica
- Límite de subcuenca hidrográfica
- Red de drenaje
- Dirección de escorrentía

HIDROLOGIA SUBTERRANEA

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

FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS

- Zonas propensas a encharcamientos
- Agua a escasa profundidad
- Existencia de aguas seleníticas
- Vaguadas con recubrimientos impermeables o semipermeables y con drenaje deficiente.

DIVISION ZONAL

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

Escala 1:400.000



El drenaje de la Area es aceptable, con sus materiales drenados por fisuración de la roca.

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

Sus materiales se consideran como impermeables. A pesar de su elevado grado de tectonicidad, la naturaleza arcillosa de las pizarras hace que se colmaten todas las fracturas, resultando el conjunto totalmente impermeable.

La Area aparece drenada deficientemente en superficie por escorrentía poco activa.

Los niveles cuarcíticos y calcáreos tienen otro comportamiento, pero dada su escasa superficie de afloramiento, sus características no inciden de forma importante sobre el comportamiento general de la Area.

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

Los aluviales se consideran como permeables en lo que respecta a su litología, predominando en ella la fracción arenosa. Sin embargo, debido a la presencia de un nivel freático subsuperficial, es frecuente la presencia de tramos encharcados dentro de los depósitos aluviales, a lo que ayuda la escasa pendiente topográfica de los terrenos afectados.

De la misma forma, el drenaje de los depósitos aluviales se considera como aceptable, con un drenaje parcial por filtración y escorrentía poco activa. Sin embargo, en los tramos en que el nivel freático está muy alto, el subsuelo es impermeable y la pendiente es mínima, el drenaje es nulo, y se forman zonas de tipo lagunar.

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

Los materiales de la Area III<sub>2</sub> son totalmente permeables por filtración, aunque los materiales subyacentes son impermeables, por lo que cuando la formación arenosa es poco potente se observa la presencia de agua a escasa profundidad.

La Area tiene un drenaje favorable por filtración siempre que sus materiales tengan suficiente potencia.

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

Las terrazas que constituyen la Area III<sub>3</sub> son permeables por su naturaleza detrítica, aunque localmente pueden ser impermeables debido a la presencia de lentejones arcillosos.

La Area tiene un drenaje aceptable con sus materiales drenados por filtración y con presencia de agua a escasa profundidad.

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

Los materiales miocenos de la Facies Medina del Campo son semipermeables, produciéndose sobre ellos encharcamientos y zonas lagunares, con un nivel freático subsuperficial. Estos materiales tienen un drenaje deficiente sin casi escorrentía superficial.

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

La formación paleozóica de la Hoja ofrece alta capacidad de carga en conjunto. Sin embargo los materiales pizarrosos son menos resistentes que las alineaciones cuarcíticas.

En lo que respecta a la posibilidad de asientos, las cuarcitas pueden considerarse como totalmente carentes de asientos; las pizarras, aunque tampoco se prevean asientos sobre ellas, pueden presentar movimientos diferenciales de unas unidades pizarrosas respecto de otras, al recibir una determinada carga.

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

En general, sus terrenos admiten capacidades de carga bajas, dándose para las mismas asientos de magnitud media. Sus problemas mecánicos están relacionados, en parte, por las irregularidades de la distribución en profundidad de los grupos litológicos que forman parte de su composición (arcillas, limos, arenas y gravas) y, en otra, por la existencia de un elevado nivel freático, que mantiene en un estado de saturación total las anteriores litologías, degradando sus características mecánicas.

En las zonas lagunares, la capacidad de carga es muy baja y en ellas se observan elevados asientos.

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

En general, sus terrenos admiten capacidades de carga directas bajas.

Estos materiales presentan unos asientos de magnitud media, con la particularidad de ser muy rápidos, correspondiendo éstos a reorganizaciones estructurales de los granos de arena.

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

Las terrazas fluviales presentan capacidad de carga media, no previéndose asientos importantes. Sin embargo, dada la heterogeneidad de los grupos litológicos que las forman y su irregular distribución en el espacio, son de prever pequeños asientos diferenciales en las zonas en que predomine la fracción arcillosa.

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

Las unidades neógenas de la Hoja presentan unas características mecánicas variables, en función de su litología, topografía e hidrología.

Mientras los materiales arcillo-arenosos del S de Medina del Campo presentan una capacidad de carga baja y asientos de magnitud media, con un nivel freático muy alto y una topografía llana, las formaciones detríticas pliocenas y pliocuaternarias presentan una capacidad de carga media y asientos de entidad media, con aguas a cierta profundidad.



REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I <sub>1</sub>	Capacidad de carga alta y asentos despreciables siempre que la roca esté sana. Presencia de suelos areno-arcillosos.
II	II <sub>1</sub>	Capacidad de carga alta y asentos despreciables. Presencia de suelos eluviales arcillosos.
	II <sub>2</sub>	Capacidad de carga alta y asentos despreciables. El tramo pizarroso presenta peores condiciones mecánicas que el tramo cuarcítico.
III	III <sub>1</sub>	Capacidad de carga baja y asentos de magnitud media; en las zonas lagunares, capacidad de carga muy baja y asentos elevados.
	III <sub>2</sub>	Capacidad de carga baja y asentos de magnitud media. Estos asentos son muy rápidos.
	III <sub>3</sub>	Capacidad de carga alta y asentos despreciables. Posibilidad de pequeños asentos diferenciales en los tramos arcillosos.
	III <sub>4</sub>	Características mecánicas variables en función de su litología. El mioceno de Medina del Campo presenta una capacidad de carga baja y asentos de magnitud media, con un nivel freático muy alto. Las formaciones detríticas pliocenas presentan una capacidad de carga media y asentos de magnitud media.
	III <sub>5</sub>	Capacidad de carga media y asentos de magnitud media a nula. Los asentos aparecen en las unidades con mayor contenido de arcillas.

### Area III<sub>5</sub>

Los materiales de la Area III<sub>5</sub> presentan una capacidad de carga media y una posibilidad de asientos de media a nula. La unidad que mayores asientos puede presentar es el grupo T<sub>8-7-5</sub>, con mayor contenido en arcillas que el resto del Paleógeno.

### DATOS SISMICOS DE LA HOJA

El territorio nacional, en cuanto atañe a las acciones sísmicas, ha sido dividido en tres zonas correlacionadas con el grado de intensidad, que se define como sigue:

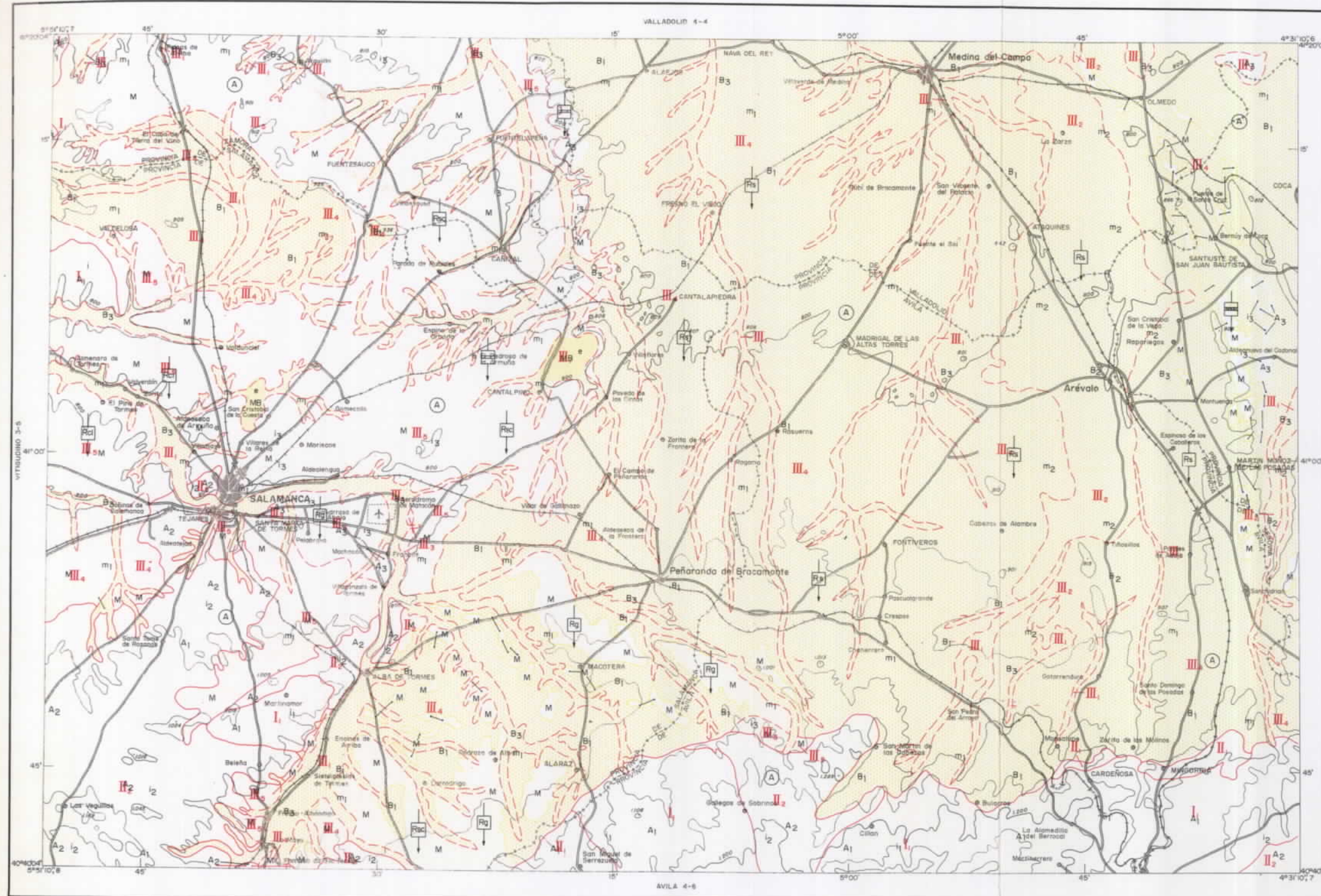
Zona A. de sismicidad baja, sin efectos dañosos para la construcción ( $\beta < VI$ ).

Zona B. de sismicidad media, que puede ocasionar desperfectos en las construcciones ( $VI < \beta < H_{VIII}$ ).

Zona C. de sismicidad acusada, capaz de ocasionar daños graves en las construcciones ( $\beta > VIII$ ).

La Hoja de Salamanca está totalmente integrada en la Zona A, de baja sismicidad. Al O de Salamanca, y en dirección aproximada N-S, atraviesa la Hoja la línea de grado de sismicidad V.





Escala = 1:400,000

SIMBOLOGIA

GRADO DE SISMICIDAD

- (A) Bajo  $G \leq VI$
- (B) Medio  $VI < G < VII$
- (C) Alto  $\leq VIII$

- Recubrimientos de gravas
- Recubrimientos de arenas
- Recubrimientos de arcillas

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- Recubrimientos de arenas y arcillas
- Recubrimientos de niveles de gravas compactas
- Afloramientos calizos

DIVISION ZONAL

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

CAPACIDAD DE CARGA

- Zonas con capacidad de carga alta
  - A<sub>1</sub> Formaciones masivas
  - A<sub>2</sub> Formaciones pizarrosas
  - A<sub>3</sub> Formaciones detríticas y caliches
- Zonas con capacidad de carga media
- Zonas con capacidad de carga baja
  - B<sub>1</sub> Formaciones cohesivas
  - B<sub>2</sub> Formaciones no cohesivas
  - B<sub>3</sub> Formaciones relacionadas con cauces fluviales.
- Zonas con capacidad de carga muy baja.
- Límite de separación de zonas

ASIENTOS PREVISIBLES

- Zonas con inexistencia de asientos
  - i<sub>1</sub> Formaciones masivas
  - i<sub>2</sub> Formaciones pizarrosas
  - i<sub>3</sub> Formaciones detríticas
- Zonas con asientos de magnitud media
  - m<sub>1</sub> Formaciones cohesivas
  - m<sub>2</sub> Formaciones no cohesivas.
- Zonas con asientos de magnitud elevada
- Límite de separación de zonas



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

El análisis de todos los datos y características estudiadas en los puntos precedentes sirve de base para dar una idea geotécnica general de la Hoja y determinar las condiciones constructivas de la misma.

Estas condiciones se presentan de forma *cuantitativa* indicando los tipos de problemas que pueden aparecer con más frecuencia y el por qué de estas deducciones.

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 en esta denominación los terrenos en los que concurren problemas litológicos, hidrológicos y geotécnicos, algunos de los cuales con gran intensidad.

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

Se incluyen en este grupo los terrenos pantanosos o potencialmente inundables que aparecen como una prolongación de los aluviales del río Poveda y Arroyo de la Encina.

En general están formados por limos y arcillas, con un contenido apreciable de materia orgánica y niveles de distintas corridas y espesor de arenas y gravas.

La naturaleza arcillo-limosa del terreno y el elevado índice de plasticidad que presenta, todo ello apoyado por la presencia de un nivel freático muy alto y una topografía llana, hacen del grupo una zona geotécnicamente muy desfavorable, con baja capacidad de carga y posibilidad de asentos importantes.

La zona presenta un drenaje muy deficiente lo que origina la presencia de encharcamientos y pequeñas lagunas estacionales, sin apenas cuenca receptora que se ubican en las zonas más deprimidas, dentro de la topografía llana del conjunto.

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

Se incluyen en este apartado cuatro unidades geotécnicas sobre las que concurren problemas constructivos de diversa índole que, si bien no impiden la realización de obras, la condicionan, por lo que es aconsejable conocer estos problemas antes de la fase de construcción.

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

Presentan este tipo de problemas los potentes arenales de Arévalo y zonas colindantes.

Litológicamente, son unas arenas cuarzosas, con algunos granos de feldespatos, mal graduadas. Se trata de unas arenas, actualmente en período de removilización y sin ninguna cohesión. Presentan una potencia máxima de 7 m y es previsible la existencia de asentamientos rápidos al someter a estas arenas a determinadas cargas. El nivel freático de la unidad suele aparecer en su contacto con las arcillas arenosas infrayacentes.

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

Solamente presentan este tipo de problemas las margas y calizas blanquecinas miocenas del cerro La Cuesta, al N de Olmedo, en el borde septentrional de la Hoja.

Dada la naturaleza de las margas, pueden preverse deslizamientos de ladera y una capacidad de carga media-baja en los tramos margosos.

Por la zona discurren aguas seleníticas procedentes de unidades yesíferas situadas al N de la Hoja.

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

Los materiales que constituyen los depósitos aluviales de los ríos de la zona se consideran desfavorables a causa de los problemas que entraña la existencia de un curso de agua. Se producen abundantes arrastres de materiales arcillosos y granulares y se observa un nivel freático subsuperficial por encima de los 2 m de profundidad.

La desigual competencia mecánica de sus materiales, ligada a las alternancias litológicas, influyen en la inclusión de los terrenos aluviales en este apartado.

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

Constituye este grupo la Facies Medina del Campo, formada fundamentalmente por arcillas arenosas y arenas miocenas, con un recubrimiento parcial de arenas removilizadas procedentes de los arenales de Arévalo.

La presencia de un nivel freático muy alto produce zonas encharcadas en los puntos en que falta el recubrimiento arenoso y aflora el yacente impermeable. A este hecho

colabora la topografía totalmente llana que dificulta el drenaje superficial de la zona. La capacidad portante de sus materiales es baja y es previsible que se produzcan asentamientos al someter a dichos materiales a fuertes cargas.

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

Se incluyen en este grupo una serie de terrenos sin problemas graves de construcción, pero cuyas características constructivas conviene conocer con detalle, para una mejor realización de las obras.

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

Se incluyen en este grupo las formaciones paleógenas detríticas gruesas del NE de Salamanca.

Presentan buenas condiciones constructivas en general y solamente son previsibles pequeños asentamientos diferenciales en las zonas en que aparecen niveles arcillosos intercalados.

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

Los niveles cuarcíticos paleozóicos marcan fuertes resaltes frente a las formaciones pizarrosas que les rodean. Esta diferencia de competencia se hace también visible en los procesos de erosión diferencial que actúan sobre ellos, pronunciando y acelerando la formación de dichos crestones cuarcíticos.

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

Se incluyen en este apartado las formaciones arcilloso-detríticas paleógenas de Salamanca. Las variaciones en potencia y extensión de las unidades arcillosas condicionan las características geotécnicas del grupo, en el que es previsible la existencia de asentamientos de magnitud media.

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

En las riñas pliocuaternarias y terrazas granulares es frecuente la presencia de agua a poca profundidad, que puede dificultar la cimentación de determinadas obras. Por otra parte, el porcentaje de finos contenido en estos materiales es variable, condicionando el comportamiento geotécnico de los mismos. En las zonas más arcillosas pueden producirse deslizamientos de ladera y asentamientos importantes.

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

Se incluyen en este grupo las formaciones pizarrosas paleozóicas del extremo SO de la Hoja. En ellas coexisten la pizarrosidad y alterabilidad de sus materiales con las suaves

pendientes, no olvidando la naturaleza arcillosa de sus componentes; todas estas características, aunque no originan graves problemas constructivos, sin embargo deben conocerse y tenerse en cuenta.

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

Se incluyen en esta denominación un conjunto de terrenos que en general presentan condiciones constructivas favorables, pero que puntualmente pueden presentar problemas por lo que es conveniente conocer sus características específicas.

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

Los granitos son unos materiales favorables a efectos constructivos. Sin embargo se debe tener presente la fracturación de la roca y sus consecuencias sobre la misma, produciéndose zonas más meteorizadas y menos resistentes.

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

Se incluyen en este apartado las rocas de elevado grado de metamorfismo. La heterogeneidad litológica de esta unidad y sus consecuentes cambios en las condiciones mecánicas de las rocas del grupo dan un toque de atención a las condiciones constructivas del mismo.

#### ***Problemas de tipo hidrológico***

Se incluye en este apartado la pequeña mancha de calizas paleozóicas situada en el borde O de la Hoja. Pueden desarrollarse sobre ellas problemas de disolución o carstificación, aunque dada su mínima superficie de afloramiento, carecen totalmente de importancia.

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

Sobre los materiales terciarios abundan las costras calcáreas de hasta 3 m de potencia, rígidas y resistentes, de naturaleza travertínica. Su escasa potencia puede ser insuficiente para determinadas cimentaciones.

## BIBLIOGRAFIA

- Aero-Service. Mapa geológico de la Cuenca del Duero, E 1:250.000. I.N.C. e I.G.M.E. (1967).
- Consejo Económico Sindical. Estructura y perspectiva de desarrollo económico de las provincias de Zamora y Avila.
- Consejo Económico Sindical Interprovincial del Oeste. Pleno. Desarrollo Industrial (1970).
- Corrochano Sánchez, Angel. Estudio sedimentológico y estratigráfico del Paleógeno de Salamanca y Zamora. Tesis Licenciatura (Salamanca) (1972).
- Instituto Nacional de Estadística. Anuario Estadístico (1973).
- Instituto Nacional de Estadística. Reseña Estadística de la provincia de Salamanca (1960).
- I.G.M.E. Mapa geológico de España, E 1:200.000 Hoja 37, Salamanca.
- Jiménez, E. Estratigrafía y Paleontología del borde Sur-occidental de la cuenca del Duero. Tesis Doctoral (Salamanca) (1970).
- M.O.P. Datos climáticos para carreteras (1964).
- M.O.P. Balance hídrico.
- M.O.P. Estudios previos de terrenos - Tramo Salamanca-Medina del Campo (1973).
- Presidencia del Gobierno. Norma Sismorresistente P.G, S-1 (1968) Parte A.
- Servicio Meteorológico Nacional. Datos climáticos de diversos observatorios, de la Hoja de Salamanca.