

MINISTERIO DE INDUSTRIA

DIRECCION GENERAL DE MINAS

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

HOJA	5-11
	83

00259

MAPA GEOTECNICO GENERAL

GRANADA-MALAGA



INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

GRANADA - MALAGA

HOJA 5-11/83

El presente estudio ha sido realizado por la
Empresa Nacional ADARO de Investigaciones
Mineras, S.A. (ENADIMSA), en régimen de con-
tratación con el Instituto Geológico y Minero de
España.

INDICE

	Págs.
ANTECEDENTES	
1.- INTRODUCCION	1
2.- DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA	3
2.1.- Caracteres fisiográficos	3
2.2.- Bosquejo geológico	7
2.2.1.- El medio litológico	7
2.2.2.- El medio estructural	8
2.3.- Criterios de División. Características generales de las Areas	9
2.3.1.- Criterios de división geotécnica	9
2.3.2.- Características generales de las Areas	11
2.4.- Formaciones superficiales y substrato	16
2.5.- Características geomorfológicas	20
2.6.- Características hidrológicas	24
2.7.- Características geotécnicas	27
3.- INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS	31
3.1.- Introducción	31
3.2.- Terrenos con condiciones constructivas favorables	31
3.3.- Terrenos con condiciones constructivas aceptables	32
3.4.- Terrenos con condiciones constructivas desfavorables	32
3.5.- Terrenos con condiciones constructivas muy desfavorables	32
BIBLIOGRAFIA	33

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 geotécnica que mediante estudios de investigación de la estructura tectónica de la corteza terrestre, composición de

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

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

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

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

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

2.— DESCRIPCION DE FACTORES CON INCIDENCIA GEOTECNICA

2.1.— CARACTERES FISIOGRAFICOS

Se comentan someramente la situación, el relieve y la red fluvial.

La Hoja 5-11 está situada en el área sudoriental de la Península. Más exactamente queda encuadrada entre los paralelos $37^{\circ} 20' 04''$ - $36^{\circ} 40' 04''$, y los meridianos $3^{\circ} 11' 11''$ - $4^{\circ} 31' 10''$ (longitud referida al meridiano de Greenwich, Datum Europeo). Desde el punto de vista administrativo, el territorio pertenece a las provincias de Granada, Málaga y Córdoba, esta última representada minoritariamente en el ángulo noroccidental del área.

El relieve presenta una enorme desigualdad, dentro de lo que podría llamarse una orografía extremadamente montañosa. Los relieves de nivel medio más característicos son las llamadas "sierras", que son prominencias de geometría predominantemente longitudinal, y que tienen un carácter netamente estructural en la mayor parte de los casos. Entre ellas se disponen zonas relativamente menos abruptas, de carácter menos uniforme y que corresponden a zonas definidas, bien sea a causa de su menor resistencia litológica, o por controles de tipo estructural lato. Ejemplos de sierras del tipo mencionado son las de Almjara, Tejeda, Parapanda, Gorda, de Cogollos, Contraviesa, etc.

Un caso particular de gran envergadura lo constituye por sí sola Sierra Nevada, cuyas cimas más elevadas, el Mulhacén y el Veleta (3.481 m. y 3.398 m. respectivamente) que lo son también de la Península, caen dentro de la Hoja.

En general, puede decirse que la energía del relieve, con ser elevada en todo el área, aumenta hacia el E y SE, hecho que, como se verá más tarde, está controlado por la disposición estructural general de los materiales béticos en esta parte. La morfología

costera asimismo responde a esta observación, de modo que, por ejemplo (véase mapa de características morfológicas), la parte oriental presenta un carácter mucho más enérgico que la otra mitad. En la primera es característico el predominio de litoral con formas acantiladas, de considerable altura en algún caso (p. ej. Cerro Gordo).

La red fluvial responde en general a una subdivisión bipartita de orientación E-W. La mitad norte está ocupada casi en su totalidad por la cuenca de recepción del Genil. Se trata de una red relativamente pobre, desprovista de cursos de gran actividad y en la cual el propio río Genil no llega a individualizarse como corriente de envergadura, debido probablemente al aprovechamiento intensivo a que está sometido normalmente su caudal. Existen en esta zona tres obras de aprovechamiento y regulación hidráulica, de las cuales la más importante es el embalse de Iznájar que controla el potencial hidrográfico del curso alto del Genil a la altura de Cuevas de San Marcos, en la esquina noroccidental de la Hoja. Los otros dos embalses, los de Bermejales y Cubillas, están emplazados en los cursos de los ríos Cacán y Cubillas respectivamente, ambos tributarios del Genil.

La mitad sur está constituida por una serie de unidades de menor importancia, y escorren a muy variable, que desembocan al Mediterráneo. De éstas, las más importantes son: el río Guadalfeo, cuya cuenca de recepción está constituida por la falda sur de Sierra Nevada; el río Verde, que tiene la suya en Sierra Almijara; el río Vélez, y por fin, en el extremo occidental tiene su desembocadura el río Guadalhorce, aunque en este caso la mayor parte del curso y cuenca quedan fuera de la Hoja.

El caudal de estos ríos mediterráneos presenta una marcada influencia climática, es decir, es extremadamente variable en función de las precipitaciones. Este aspecto es muy característico, y su análisis es interesante sobre todo desde el punto de vista de la acción morfogenética de este tipo de corrientes. Tan sólo comportan una cierta regularidad en su curso los de mayor cuenca de recepción, entre los que lleva ventaja el Guadalfeo, que dispone de grandes reservas incluso estivales, en el deshielo de las nieves de Sierra Nevada.

No puede decirse que estas corrientes de la cuenca mediterránea presenten caracteres de fácil aprovechamiento hidráulico, sobre todo a causa de la variabilidad de caudal mencionada. Tan sólo el Guadalfeo (no se considera aquí al Guadalhorce), con su mayor regularidad, muestra un cierto interés en este sentido.

CLIMATOLOGIA Y METEOROLOGIA

Los esquemas que han servido para el breve comentario que sigue han tenido —fundamentalmente— como base las observaciones procedentes de los observatorios sitos en Granada (Cartuja) y Málaga, considerados como representativos, en lo que cabe, de los dos tipos de dinámica climática dominantes: el interior intramontañoso y el costero mediterráneo. También se ha hecho uso de las referencias oficiales que constan en diversas Publicaciones de los Ministerios de Obras Públicas, de Agricultura y del Aire.

Los datos generales que a continuación se incluyen han sido desglosados en cuatro apartados: Temperatura, Precipitaciones, Vientos e Índices climáticos.

a) Temperatura

La temperatura media anual determinada por la información proporcionada para un período de 25 años en la mitad N, varió entre 15 y 16°C, y en la parte meridional, en un período de 52 años, fue de 18°C. Las temperaturas, pues, definen a la Hoja como de clima templado a templado-cálido, que en el área costera incluso presenta un carácter de tendencia tropical.

La oscilación media de las temperaturas medias mensuales es acusada en la mitad N., donde alcanza valores entre 9° y 16°, mientras que es bastante moderada en la vertiente mediterránea donde normalmente está entre 7 y 8° C. La oscilación anual es más igualada en ambas zonas, y tiene valores del orden de 15 a 18° en el área N. y de 10 - 13° en la costera.

El número de horas de insolación es máximo en el S. (3.000 h), y disminuye hacia el N. hasta 2.700 en el ángulo noroccidental de la Hoja.

b) Precipitaciones

Tanto Granada como Málaga están situadas junto a la isoyeta de 500 mm. de precipitación, y el reparto en el resto de la Hoja es tal que tiende a disminuir hacia el SE. (300 mm. en Motril) y a ir en aumento en dirección contraria (700 mm. en el sector de Cuevas de San Marcos).

La distribución anual presenta bastante irregularidad, de modo que se dan dos máximos, correspondientes a Primavera y Otoño, con una estación estival muy seca, y un invierno moderado en este sentido. Esta disimetría estacional, que está representada en las Figs. 2, 3, 4 y 5, condiciona considerablemente el carácter de tendencia árida de la Hoja.

En los diagramas ombrotérmicos (Figs. 2 y 4) contruidos para Granada y Málaga, y en los que se considera como árido el período en que las precipitaciones (valor en milímetros) se vean superadas por el duplo del valor de la temperatura media, muestran que al menos ocho meses del año en ambos puntos pueden considerarse como tales, estando este carácter muy acentuado en algún caso. La evapotranspiración potencial (Figs. 1 y 3) es muy elevada en este período sobre todo en el S., donde la aridez condicionada por estos factores está además potenciada por la torrencialidad de la precipitación ya de por sí bastante mal distribuida a escala mensual.

La humedad relativa media oscila entre valores del orden de 60 por 100 y alcanza un módulo mínimo en el interior durante los meses del verano (44-48 por ciento) y máximas más equilibradas en invierno por encima del 70 por ciento.

El número de días al año con precipitaciones en forma de nieve es muy escaso en las áreas bajas (o nulo), sobre todo en la costa, donde el fenómeno puede considerarse como raro. No obstante, es frecuente en las montañas, especialmente en Sierra Nevada, donde la mayor parte de la precipitación toma esta forma.

c) Viento

En las zonas interiores, sobre todo las más deprimidas (por ejemplo, Granada ciudad), el predominio es de la calma. Cuando hay vientos suelen ser flojos por debajo de los 20 km/h en general. Hay un máximo en Otoño (velocidad media, 6,28 km/h), y un mínimo en Invierno (velocidad media 0,5 km/h). Las componentes dominantes son las del S y NW.

En la costa, en cambio, la dinámica de vientos es más activa. Como en el interior, es más energética en Verano y Otoño, y se ralentiza en Invierno. Las velocidades medias más frecuentes son 6,29 km/h, 0,5 km/h y 29,6 km/h, siendo las componentes principales del NW y SE, de modo que la primera domina sobre la segunda excepto en Otoño, durante el cual se invierte la situación.

d) Índices climáticos

Resulta interesante determinar los coeficientes medios anuales de reducción climatológica para cada clase de obra. Para ello se ha supuesto a ésta repartida uniformemente a lo largo de los 365 días del año, y a éstos repartidos en los doce meses con arreglo a la tabla siguiente, en la que 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 siguientes coeficientes medios anuales:

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

	Hormigón	Explanaciones	Aridos	Riegos y Tratamientos	Mezclas Bituminosas
Granada	0,882	0,820	0,960	0,521	0,694
Málaga	0,947	0,896	0,953	0,722	0,858

INTERPRETACION DE LOS DATOS CLIMATICOS

De lo dicho anteriormente se deduce que la región posee en general un clima de tipo semiárido que presenta caracteres gradacionales, desde una dinámica climática y bioclima mediterráneos típicos en la parte sur, hasta un clima mediterráneo con influencias continentales en la mitad norte. Este efecto se traduce en una mayor diferenciación estacional, sobre todo en lo que a temperatura se refiere, en la parte Septentrional, donde a pesar de todo los inviernos tienden a ser moderados como es propio de los bioclimas mediterráneos.

Cabe decir que no obstante todo esto, la especial configuración topográfica tiene gran influencia localmente, y debe ser tomada en cuenta. Un análisis más detallado pondría de manifiesto la existencia de microclimas (teselas climáticas) de personalidad peculiar dentro del ámbito general. Este es el caso, por ejemplo, del sector de Almuñécar y otros.

La variación de temperatura no puede considerarse en principio como suficiente para ser considerada como factor morfogenético de interés, salvo en el caso de las zonas altas donde en la época interestacional, cuando aún no hay cobertura de nieves, los fenómenos ligados al hielo-deshielo con ciclos repetidos a escala diurna, pueden jugar un importante papel, restringido no obstante por la aridez del medio.

Esta aridez interrelacionada y potenciada por el carácter torrencial de las precipitaciones sí que puede decirse que influye en los procesos de modelado, ya que en ausencia de una cubierta vegetal suficientemente densa, los mecanismos de arroyada, deslizamiento y solidifluxión, alcanzan considerable desarrollo en los materiales susceptibles de sufrirlos, al tiempo que los materiales carbonatados (poco afectados por estos procesos), son prácti-

camente inmunes, dando con ello lugar a una morfología diferencial muy neta que caracteriza gran parte de la región.

2.2.— BOSQUEJO GEOLOGICO

Simplemente se trata en este apartado, de hacer una síntesis muy breve y somera de los caracteres geológicos cuya consideración y conocimiento son básicos y resultan indispensables para la interpretación del comportamiento de los materiales en cuanto interesa a este trabajo.

2.2.1.— EL MEDIO LITOLOGICO

A partes iguales, los materiales que afloran en la Hoja son metamórficos y sedimentarios; las rocas ígneas tienen muy escasa representación a esta escala, y están reducidas a subvolcanitas y volcanitas básicas de geometría predominantemente laminar.

A) Rocas metamórficas

Ocupan las áreas situadas al S, SW y W de la Hoja. En líneas generales pueden agruparse en los siguientes tipos:

1 — Mármoles y rocas carbonatas con grados diversos de cristalinidad. Su datación no es segura ni precisa en la mayor parte de los casos. La mayoría forma parte de la cobertera de las Unidades Alpujarrides, por lo que se les atribuye una edad triásica en sentido lato. Afloran extensamente en la franja sur y este de la Hoja formando las sierras Tejeda, Almijara, Lújar, etc.

2 — Metapelitas y metarenitas con grados variables de recrystalización, desde sedimentos apenas metamorfizados (cobertera Maláguide) y filitas, hasta micaesquistos con fenoblastos, como los que dominan en la gran masa de Sierra Nevada. En el resto de los lugares la distribución es irregular, y forman la mayor parte de las colinas que hay al S de Sierra Nevada y de Sierra Tejeda.

B) Rocas sedimentarias

Ocupan la mitad NW de la Hoja. Pueden agruparse como sigue:

1 — Margas abigarradas con yesos, carniolas, limolitas, areniscas y ofitas, entremezcladas. Constituyen Trías de facies germano-andaluza que caracteriza las series sub-béticas. Afloran más extensamente al NW de la Hoja en una gran banda de dirección SW-NE que va desde Antequera a las cercanías de Loja.

2 — Calizas, dolomías y calizas margosas jurásicas en sentido lato. Forman la mayor parte de los relieves carbonatados de esta zona, entre los que destaca el macizo de Sierra Gorda.

3 — Margocalizas, margas y calizas de edad Cretácea en sentido amplio. Forman un conjunto litológico de carácter complejo, con frecuentes cambios de facies, y que está representado ampliamente en todo el ángulo noroccidental de la Hoja.

4 — Materiales neógeno-cuaternarios. Tienen su mayor representación en las depresiones internas, como la de Granada donde la serie más representativa es la de Alhama de Granada (VERA, 1969), que está esquematizada en la Fig. 5, y está compuesta de abajo a

arriba por areniscas calcáreas bioclásticas, margas y limos con yesos, y calizas de facies pontiense. Hacia los bordes de la cuenca, encima de estas calizas lacustres, aparecen materiales plioceno-cuaternarios, representados por conglomerados, limos, y areniscas, de potencia muy variable.

Los depósitos del Cuaternario reciente, por fin, están principalmente constituidos por terrazas fluviales, derrubios y travertinos, estos últimos bastante desarrollados localmente.

2.2.2. – EL MEDIO ESTRUCTURAL

Clásicamente se ha venido subdividiendo el área de las Cordilleras Béticas en esta transversal, en cuatro grandes conjuntos litoestructurales, a saber en orden creciente de internidad:

- Zona Prebética
- Zona sub-bética
- Zona Bética s. str.

más las Depresiones Internas que constituyen el cuarto conjunto. En el área comprendida en la Hoja están representadas todas a excepción de la zona Prebética que queda situada más al N.

Los materiales sub-béticos en esta parte han sido subdivididos por Vera (1969) en varias unidades que en general están en contacto cabalgante, de manera que las más meridionales se superponen a las más septentrionales.

Desde el punto de vista estructural, el hecho más notable es la existencia de un despegue a nivel del Trías, de la serie mesozoica y nummulítica, que independiza el comportamiento de la cobertura con respecto al del zócalo. Este último no llega a aflorar en ningún punto. La cobertura está afectada por un plegamiento de dirección WSW-ENE, que en general responde a un modelo en relevo, con vergencias también generales al N. La mayor parte de las unidades, como se dijo antes, son parautoctonas, siendo la magnitud de las translaciones ocurridas variables, y en algún caso considerables. Simultánea y probablemente singénica a este plegamiento, existe una tectónica de fallas normales e inversas que en general responde bastante bien, con el sistema de esfuerzos causante del plegamiento. Vera (1969) distingue dos fases de deformación diferentes. La primera, ocurrida en la etapa geosinclinal y que dio lugar a fracturaciones del zócalo y a efusiones volcánicas, estuvo en relación con esfuerzos gravitatorios que dieron lugar a subsidencias diferenciales. La segunda, dentro del ciclo Alpino, que es la responsable del plegamiento y deformación conexos, comenzó en el Cretáceo medio y tuvo su momento principal en el Oligoceno terminal o Mioceno inferior, después de lo cual hubo lugar a una fase de erosión importante. Más tarde, nuevos movimientos han tenido lugar, en relación con mecanismos epirogénicos que afectan en diversos grados a los materiales.

La zona Bética en sentido estricto se ha dividido hasta ahora en tres complejos a los cuales tiende a unirse un cuarto en función de investigaciones recientes (EGELER y SIMON, ALDAYA). Estos complejos superpuestos y en orden de arriba a abajo son los siguientes:

- Complejo Maláguide
- Complejo Alpujárride
- Complejo Ballebona-Cucharón
- Complejo Nevádide o Nevado-Filábride

Todos ellos están representados en esta Hoja.

La zona Bética está caracterizada por una tectónica de mantos a gran escala, y por el hecho de que, al contrario que en la zona más externa, en este caso el zócalo paleozoico no existe como tal, porque se ha visto integrado y afectado por la orogenia Alpina.

Cada uno de los complejos antes aludidos se encuentra cabalgado por el superior, y el empilamiento puede continuar incluso por debajo de los materiales más profundos que se conocen (nevado-filábrides), que son considerados tan sólo como autóctonos relativos.

La tectónica interior de cada uno de los complejos responde al mismo esquema de mantos, de modo que recientemente diversos trabajos e investigaciones han puesto de manifiesto la existencia de un número variable de unidades en alguno de ellos (EGELER y SIMON, ALDAYA, PUGA, BOULIN y otros).

En fin, para concluir, porque un análisis más detallado del problema enormemente complejo que presentan las zonas internas de las cordilleras béticas no es oportuno aquí, puede decirse que los caracteres generales esenciales son la implicación del zócalo en la orogenia Alpina, una estructura de mantos de gran escala, y una complejidad considerable en cuanto a los episodios, fases y modos de deformación sufridos.

Las depresiones internas son sinclinales o fosas tectónicas de considerable extensión, individualizadas en su mayor parte en la etapa de pliegues de fondo de edad neógena (FONTBOTE, 1959), que afectó al conjunto de las cordilleras béticas. Las más importantes son las de Granada, Guadix-Baza y Antequera, de las cuales las dos primeras están representadas en la Hoja.

2.3.— CRITERIOS DE DIVISION, CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS LAS AREAS

El sujeto de este capítulo es quizá el punto más delicado a resolver dentro de los objetivos del presente trabajo. La razón es clara: a la escala que se hacen las consideraciones, la enorme diversidad de materiales y formas que caracteriza a esta región de Granada-Málaga propone problemas cuya resolución no puede abordarse sin hacer simplificaciones que incluso pueden parecer excesivas. Es por tanto el objeto de esta introducción el recordar y advertir que dentro de la directriz general establecida, todas las disquisiciones efectuadas tienen un marcado sentido de síntesis y avance orientativo que en ningún caso pretende sustituir a estudios más precisos en escala e intensidad, necesarios cuando se trate de acciones que normalmente tienen carácter puntual o muy localizado.

El esquema de desarrollo que sigue precede a unos capítulos de análisis descriptivo y diferenciativo, que al final se consideran en conjunto, para tratar de concluir de forma muy general, sobre las condiciones constructivas en la Hoja.

2.3.1.— CRITERIOS DE DIVISION GEOTECNICA

Se han distinguido en función de caracteres fácilmente perceptibles tres regiones y ocho áreas, dos en cada una de las dos primeras, y cuatro en la tercera.

Región I

Comprende el conjunto de materiales pertenecientes a la zona bética que se caracterizan por haber sufrido en algún grado metamorfismo.

Abarca el área de Sierra Nevada propiamente dicha, y todo el conjunto de sierras que se alinean a lo largo de la costa hasta Málaga, con lo cual se adjudica los relieves más

acusados. Los límites con las regiones adyacentes suelen ser muy netos, en función precisamente del contraste litológico aludido.

El conjunto más claramente dominante es el sustrato. Las formaciones superficiales tienen un muy escaso desarrollo consideradas en su conjunto.

Dentro de esta región se han distinguido dos Áreas, cada una con un grupo de materiales cuyas características litoestructurales muestran un comportamiento diferencial respecto a los mecanismos morfogenéticos. Son las siguientes:

Area I₁

Ocupada predominantemente con materiales de tipo pelítico y cuarzopelítico.

Area I₂

Ocupada por materiales predominantemente carbonatados.

Region II

Comprende todo el área ocupada por el dominio Sub-bético. Los materiales dominantes son de tipo sedimentario, calizas, dolomías, margocalizas y margas. Están representados, sobre todo, en el ángulo noroeste de la Hoja, y desde el punto de vista orográfico es intermedia. El relieve que presenta es el aludido previamente como "en sierras".

También en este caso el conjunto dominante es el sustrato aunque la posibilidad de recubrimientos es mayor que en el Area I. Al igual que la anterior, esta región se ha subdividido simplemente en dos Áreas y también en función de un criterio similar.

Area II₁

Comprende materiales predominantemente margosos. Un caso particular es cuando éstos tienen yesos; tal es el caso del Trías de facies germánica.

Area II₂

Comprende materiales predominantemente carbonatados, calizas, dolomías y calizas margosas.

Region III

Esta región comprende todas las áreas, bien diferenciadas a esta escala, ocupada por materiales postorogénicos de edad Neógeno-Cuaternaria. Se distingue netamente de las otras dos, en función de su litología y morfología, esta última mucho menos enérgica que aquéllas. También en oposición a ella, el elemento dominante lo constituyen mas bien las formaciones superficiales, que por definición quedan preferentemente englobadas aquí.

Se ha subdividido en función de criterios macromorfológicos y de comportamiento geotécnico en cuatro áreas, cada una de las cuales está representada por materiales característicos.

Area III₁

Comprende los espacios ocupados por depósitos aluviales cuaternarios y sus asimilados.

Area III₂

Quedan comprendidos en este área los materiales Plioceno-cuaternarios y detríticos en general, indiferenciados.

Area III₃

Representada por los limos miocenos con yesos, de la depresión de Granada.

Area III₄

Comprende el espacio ocupado por los materiales carbonatados de morfología plana, facies Pontienne, que están estratigráficamente sobre los anteriores.

2.3.2. – CARACTERISTICAS GENERALES DE LAS AREAS

Area I₁

La extensión de sus afloramientos es muy grande. Comprende toda la masa de Sierra Nevada y afloramientos de considerable envergadura en toda la banda costera, desde el N. de Málaga, hasta los alrededores de Vélez Málaga, N. de Almuñécar y buena parte de la Sierra de la Contraviesa.

Los materiales componen toda una serie de metapelitas y metarenitas, de manera que el grado de metamorfismo, muy variable, oscila entre muy bajo o casi nulo, en los materiales pertenecientes a la cobertera maláguide, hasta rocas que se han visto severamente afectadas. La serie de este tipo incluye filitas, cuarzoesquistos, cuarcitas, calcoesquistos y toda una muy variada representación de micasquistos en general. En una proporción menor están incluidas en este área otras series de rocas metamórficas, entre las cuales destacan anfibolitas, gneises, mármoles y serpentinitas.

Los materiales de este tipo tienden a desarrollar una morfología en lomas y colinas de diversas escalas. El aspecto, más peculiar de esta zona puede verse en el ámbito costero Alpujárride, donde el paisaje se llena de colinas de forma redondeada o subredondeada, cuyas crestas son muy sensibles en su agudeza a pequeñas variaciones de litología (ej. filitas-micasquistos-cuarcitas). La energía del relieve es variable mostrando los máximos en Sierra Nevada. El grado de disección también es variable en función de que los me-

canismos de ablación dominantes sean en arroyamiento, o los deslizamientos, ambos, con mucho, principales responsables del modelado actual.

Por lo general, este área está considerada como impermeable, por lo que la posibilidad de existencia de acuíferos es nula. No obstante existe, en grande, una permeabilidad ligada a tectonización, que en principio puede relacionarse a la existencia de una cierta circulación de agua.

El drenaje, de tipo escorrentía superficial, es bueno en general, favorecido como está por la energía del relieve.

La competencia de los materiales comprendidos se ha considerado como buena, tanto en cuanto a la no existencia de asientos como a la capacidad de carga alta. No obstante, es importante hacer una salvedad para el caso de que existan, bien una fuerte tectonización local, o la aparición de yesos en determinados niveles estratigráficos, cosas ambas de ocurrencia frecuente.

La cobertura vegetal es escasa o nula en todo el área, favoreciéndose con ello los mecanismos de ablación aludidos.

Desde el punto de vista de la explotación industrial, son las rocas minoritariamente representadas las que cobran interés. Son explotadas normalmente las serpentinitas y, en algún caso, las anfibolitas, estas últimas con mayor dificultad a causa de su tectonización y mayor fragilidad. Donde existen yesos se han utilizado, pero en muy poca cantidad para abastecer necesidades esporádicas locales.

Area I₂

Se distribuye de modo semejante a la anterior, aunque con una representación algo menor.

Los materiales constituyentes son rocas carbonatadas que oscilan entre calizas, dolomías y mármoles de diverso tipo. Fundamentalmente, se trata de rocas pertenecientes a la cobertera carbonatada de las Unidades Alpujárrides, que constituye lo esencial de los relieves de Sierra Almirajara, Tejeda, Lújar y el cinturón que rodea el macizo de Sierra Nevada.

Este tipo de materiales presenta una morfología muy acusada y enérgica, debido a que en el medio climático actual es prácticamente inmune en todos los mecanismos de modelado que actúan. El relieve tiene, pues, un carácter estructural neto y presenta un contraste marcado con el correspondiente a los materiales del Area I₁ descritos.

Dado el carácter de los materiales explotados en este área, la hidrología debiera ser netamente cárstica. No obstante, el desarrollo de la forma propia de este modelado no es completo ni todo lo informe que sería de suponer, esto último probablemente en función de la tectonización sufrida y de la aridez climática. Puede decirse, pues, que la hidrología cárstica presenta un grado de desarrollo muy variable según la aptitud estructural que muestre en cada lugar. Los materiales, en razón de lo anterior y de la intensa fracturación que han sufrido, se han caracterizado como permeables. Es muy posible la existencia de grandes reservas de agua ligadas a estas formaciones.

En este tipo de roca, la capacidad de carga es muy elevada y no existen problemas de asientos.

La explotación en cantera de estos materiales, tanto para áridos como en bloques para construcción, está muy desarrollada, de modo que existen numerosos puntos de extracción repartidos por todo el área.

Area II₁

Está casi exclusivamente representada en el cuadrante NW. de la Hoja, donde es el conjunto de materiales dominante.

Lo constituyen fundamentalmente series de tipo margosos y margocalizo, de las cuales cabe independizar como una subárea los elementos propios de la facies Keuper que contienen yesos. Se trata, en general, de rocas mesozoicas sub-béticas, entre las que las cretáceas hacen la mayor parte, con litofacies que representan términos diversos de la serie margoso-carbonatada.

Normalmente, dentro de su contexto topográfico, los espacios ocupados por este área son zonas relativamente más deprimidas en función de su mayor susceptibilidad a toda clase de mecanismos de ablación. Es muy frecuente la aparición de deslizamientos a favor de la pendiente topográfica, siendo este mecanismo, junto con el de arroyamiento, al igual que en el Area I₁, el de mayor trascendencia geomorfológica.

El drenaje ha sido considerado en función principalmente de la energía del relieve, ya que los materiales son impermeables y toda la escorrentía se produce superficialmente. En general, oscila entre aceptable y deficiente, según las zonas. La existencia de niveles acuíferos no parece probable, al menos de forma generalizada, a causa de la impermeabilidad mencionada.

La capacidad de carga se ha considerado para la roca sana como alta, aunque en el caso de recubrimientos sueltos y depósitos de acumulación debe ser menor e incluso puede producirse la aparición de asientos de pequeña magnitud. Caso aparte lo constituyen las margas yesíferas del Keuper, consideradas como desfavorables o muy desfavorables para la construcción, a causa de su contenido en yesos. En este material cabe la posibilidad de aparición de asientos diferenciales o hundimientos bruscos por disolución de toda o parte de la cementación. Además, debe considerarse el papel corrosivo de las aguas subterráneas contra los aglomerados hidráulicos ordinarios.

El principal producto, objeto de explotación industrial, lo constituye el yeso, del cual las mejores canteras de toda la Hoja están situadas en este área. También se explotan ciertos niveles margocalizos para la fabricación de cementos.

Area II₂

Pertenecen a este área una serie de afloramientos de calizas y dolomías fundamentalmente, y dispersos sobre todo en el cuadrante NW. de la Hoja. Los más importantes son los macizos de Sierra Gorda, Sierra de los Camorolos, Parapanda y Sierra de Cogollos. Este tipo de materiales corresponde en general a la serie Jurásica de las mismas unidades sub-béticas a las que pertenecen los materiales del Area II₁, ya mencionados.

Este área presenta el mejor desarrollo de la morfología "en sierra" característica de la Hoja, que tiende a organizarse en función del comportamiento extremadamente diferente de estos materiales carbonatados respecto a los margosos adyacentes, con relación a los mecanismos de modelado mediterráneos. Al igual que en el Area I₂, los relieves más enérgicos corresponden a estos materiales, cuya disposición está a su vez regida por factores tectónicos. También puede decirse entonces que la morfología es claramente litoestructural.

Todos los materiales aquí englobados se han considerado como permeables en función de criterios semejantes a los de I₂. El carst en este caso está más favorecido por la menor complicación tectónica y ha alcanzado en algún caso notable desarrollo.

Este tipo de materiales no presenta problemas de carga ni de asentamientos.

El material calcáreo es utilizado y explotado con frecuencia en cantera, para áridos y construcción en general (bloques).

Area III₁

Comprende los materiales cuaternarios aluviales, y asimilados, cuya distribución en la Hoja está regida especialmente por factores morfológicos. Los principales afloramientos están constituidos por las terrazas que rodean el cauce actual del río Genil y sus afluentes.

En general, se trata de depósitos de limos, conglomerados, arenas y arcillas, asociados frecuentemente con travertinos, estos últimos muy desarrollados en potencia localmente (Embalse Cubillas, Sur de Zafarraya, etc.).

El propio carácter geológico de este área implica una morfología llana sin más accidente que los taludes producidos por el propio encajamiento de los ríos o arroyos.

El drenaje es deficiente a causa de lo suave de la morfología, carácter al cual ha debido estar ligada sin duda la génesis de las formaciones travertínicas aludidas. Los materiales se han considerado en general como permeables, aunque esta propiedad puede quedar disminuida allí donde sea mayor la concentración de las fracciones finas (limos y arcillas). En general, existe agua a poca profundidad de este área, ligada a la existencia de acuíferos en zonas de elevada porosidad intergranular.

El comportamiento mecánico de los materiales aquí comprendidos, es muy variable a tenor de los componentes litológicos que estén representados en cada caso. Se ha considerado que la capacidad de carga debe oscilar entre media y baja, y los asientos pueden también mostrar bastante variabilidad (en general, de tipo medio, mucho más elevada donde dominen las arcillas). Un importante problema a estudiar en su caso es la posibilidad de aparición de asientos diferenciales allí donde la cimentación se base sobre materiales diferentes.

El aprovechamiento industrial consiste fundamentalmente en la extracción de áridos para construcción. Existe buen número de graveras situadas a lo largo, principalmente, de los cauces de los cursos fluviales.

Area III₂

Este tipo de depósitos es el que tiene una más irregular distribución a lo largo de toda la Hoja.

Se incluyen materiales Mioceno-Plioceno-Cuaternarios, detríticos en general e indiferenciados, constituidos por conglomerados, limos, arenas, areniscas y calizas lacustres, todos de origen continental en el interior, y fluvio-marino en la costa. Es bastante frecuente que depósitos de este tipo estén cementados por carbonato, y es muy generalizada la presencia de costras de exudación a diversos niveles.

La topografía de este área es suave en general, intermedia entre la del área anterior (III₁) y la que muestran las dos primeras regiones. Donde se acentúa pueden aparecer deslizamientos, y el arroyamiento tiene desarrollo diverso; localmente se presentan formas de abarrancamiento muy acusadas (vértice NE. de la Hoja).

Las características hidrológicas de este conjunto litológico oscilan entre semipermeables y permeables, según la fracción dominante, y el drenaje en general es aceptable, aunque puede, donde la morfología no colabore, pasar a deficiente.

Presenta un carácter geotécnico muy similar al del Area III₁, aunque atenuado por la mayor compactación y grado de cementación que presenta respecto a aquella. Es especial-

mente interesante considerar el posible papel de asientos diferenciales. Otro fenómeno que puede tener lugar en relación con la litología es la puesta en movimiento de arenas (fluidificación), donde la limpieza de éstas y otros factores coadyuvantes (disminución de rozamientos en presencia de agua, por ejemplo) tengan lugar.

Para su utilización directa se explotan en este área los tramos de areniscas calcáreas del Mioceno, muy apreciadas por su bajo peso. También son objeto de extracción arenas y gravas para áridos en adición a los de los cauces fluviales del área anterior.

Area III₃

Se localiza casi exclusivamente en la depresión de Granada en las proximidades de Alhama, Escúzar, Agrón, Malá, etc.

Los materiales que corresponden pertenecen al tramo de limos y margas Vindobonienses del Mioceno de dicha depresión, que están constituidos fundamentalmente por una serie (potencia máxima del orden de 200 m) de limos, margas, margocalizas, areniscas y conglomerados con yesos, y algunos niveles de lignito.

La morfología es intermedia según las zonas, en forma de lomas suaves, cuya parte superior está ocupada frecuentemente por calizas de geometría plana (véase área siguiente). El mecanismo de modelado más importante es el deslizamiento, cuyo desarrollo es considerable donde la energía del relieve es siquiera ligeramente favorable.

Estos materiales son impermeables, lo que condiciona la inexistencia de acuíferos, y una red de drenaje exclusivamente por escorrentía superficial, que se ha considerado como aceptable.

Aparte de la posible existencia de asientos de magnitud media, debido al carácter de la formación, la presencia muy generalizada de yesos plantea para este área problemas graves del tipo aludido en el Area II₁. En este caso, los yesos, que suelen presentarse de forma menos masiva que en aquél, se encuentran diseminados o perfectamente interestratificados en lechos, cuyo espesor llega a alcanzar varios decímetros (potencia media del orden de 10 cm).

Los yesos han sido y son objeto de explotación en pequeñas canteras muy numerosas y repartidas por todo el área.

Area III₄

Los afloramientos de este área se sitúan en su mayor parte en las proximidades de Alhama de Granada y Moraleda de Zafayona.

Se trata de calizas blancas bien estratificadas en bancos de 1 m. de espesor, con una potencia total del orden de 25 a 30 m. que en la base del tramo alternan con margas también blancas.

La disposición horizontal o subhorizontal condiciona una morfología llana tipo "páramos", que no presenta problemas de estabilidad; tan sólo debe considerarse el mecanismo de colada gravitatoria de bloques por falta de sustentación cuando las margas infrayacentes son removidas a causa de su fácil erosionabilidad.

El drenaje se ha considerado como aceptable y la caliza muy poco o nada tectonizada y de grano fino, como semipermeables tanto más en cuanto hacia el muro existen intercalaciones margosas. No parece probable la existencia de bolsas de agua de alguna envergadura ligadas a este paquete.

No parece que existan problemas de comportamiento mecánico en este tramo. Tan sólo debe considerarse la no conveniencia de hacer cementaciones a profundidad muy elevada, que se introducirían en el material subyacente, cuya problemática se ha mencionado ya (Area III₃).

2.4.— FORMACIONES SUPERFICIALES Y SUBSTRATO

Se describen en este apartado los principales tipos de rocas aflorantes en la Hoja, agrupados según sus características litológicas en el sentido más amplio, y con la intención de evitar subdivisiones de más detalle, basadas en ulteriores criterios petrográficos, situacionales, o en diferenciaciones tectónicas.

En el mapa que acompaña a este apartado, en cambio, se ha procurado hacer un hincapié especial en la diferenciación de estos tipos en dos grandes grupos: por una parte, las Formaciones Superficiales, y por otra, el Substrato. En la primera se incluyen aquellos depósitos poco o nada coherentes, de extensión y potencia variables, depositados desde el Villafranquiense hasta la actualidad; y en la segunda, el grupo de rocas, más o menos consolidadas que integran el basamento de las anteriores.

En lo que sigue, para el desarrollo de la descripción, se parte de las unidades ya definidas en el apartado anterior.

Area I₁

La complejidad litológica es aquí grande. Para simplificar, de acuerdo con la escala, tan sólo se describirán los dos tipos dominantes de materiales, englobados los primeros bajo el apelativo de Micasquistos y Cuarcitas, y los segundos bajo el de Filitas y Cuarcitas.

Micasquistos y Cuarcitas (Ej)

Constituyen lo esencial del Macizo de Sierra Nevada y las colinas costeras entre Albuñol y Málaga. Se trata de un complejo metapelítico de carácter petrológico muy variado, que presenta además un carácter tectónico acusado. Por supuesto, toda clase de discontinuidades mecánicas están muy desarrolladas incluyendo esquistosidades, linearidades, diaclasado, etc. En cambio, no presenta un gran desarrollo de fenómeno de disgregación y alteración en general.

Incluidas en este apartado, y minoritariamente representadas, existen otras rocas de carácter diferente, aunque siempre se trata de conjuntos metamórficos, como por ejemplo gneises, mármoles, anfibolitas, serpentinitas y otras.

Filitas y Cuarcitas (Em j)

Sus afloramientos principales están situados al Sur de Sierra Nevada; se trata en este caso también de metapelitas y metaarenitas, pero con un grado de metamorfismo menor que el de las anteriores. Presentan colores grises azulados y suelen contener intercalaciones de calizas y dolomías detríticas, así como de calcoesquistos y yesos.

La resistencia mecánica de este tipo de roca es ligeramente inferior a la de las anteriores, carácter este que se acentúa por mostrar con frecuencia efectos de haber sufrido una severa deformación, y por la aparición eventual de niveles con yesos.

Area I₂

Muy homogénea desde el punto de vista macrolitológico. Incluye fundamentalmente rocas carbonatadas metamorizadas.

Calizas y dolomías recristalizadas (Δ)

Los afloramientos, de considerable envergadura, están situados a lo largo de todo el cuadrante SE. de la Hoja. Se trata, en general, de materiales pertenecientes a la cobertera de las diferentes unidades Alpujárrides, que consiste en calizas y dolomías diversamente recristalizadas (hasta mármoles de grano grueso), sin que pueda por demás precisarse aquí la situación relativa de cada tipo. Es frecuente en esta clase de materiales la presencia de manifestaciones subvolcánicas básicas en forma de filones-capa y diques. También localmente existen intercalaciones de filitas, sobre todo hacia la base de la formación.

Posee este área una elevada resistencia mecánica que tan sólo se ve disminuida localmente por efectos de la tectonización, a veces considerable, a que ha estado sometida.

Area II₁

Han sido agrupados aquí esencialmente los tramos de componente predominantemente margosa o margocaliza de la serie Sub-bética.

Margas, Margocalizas y Areniscas (S_{105})

Los afloramientos están distribuidos sobre todo en la parte Norteoccidental de la Hoja.

Está representada una considerable variedad de rocas, todas ellas pertenecientes a la serie margoso-carbonatada, con mucha menor representación de areniscas.

En este área, además, es frecuente la existencia de rocas ígneas de tipo volcánico o subvolcánico (basaltos espiliticos y doleritas), cuya representación superficial es negligible a esta escala.

Margas con yesos ($S_{105/8}$)

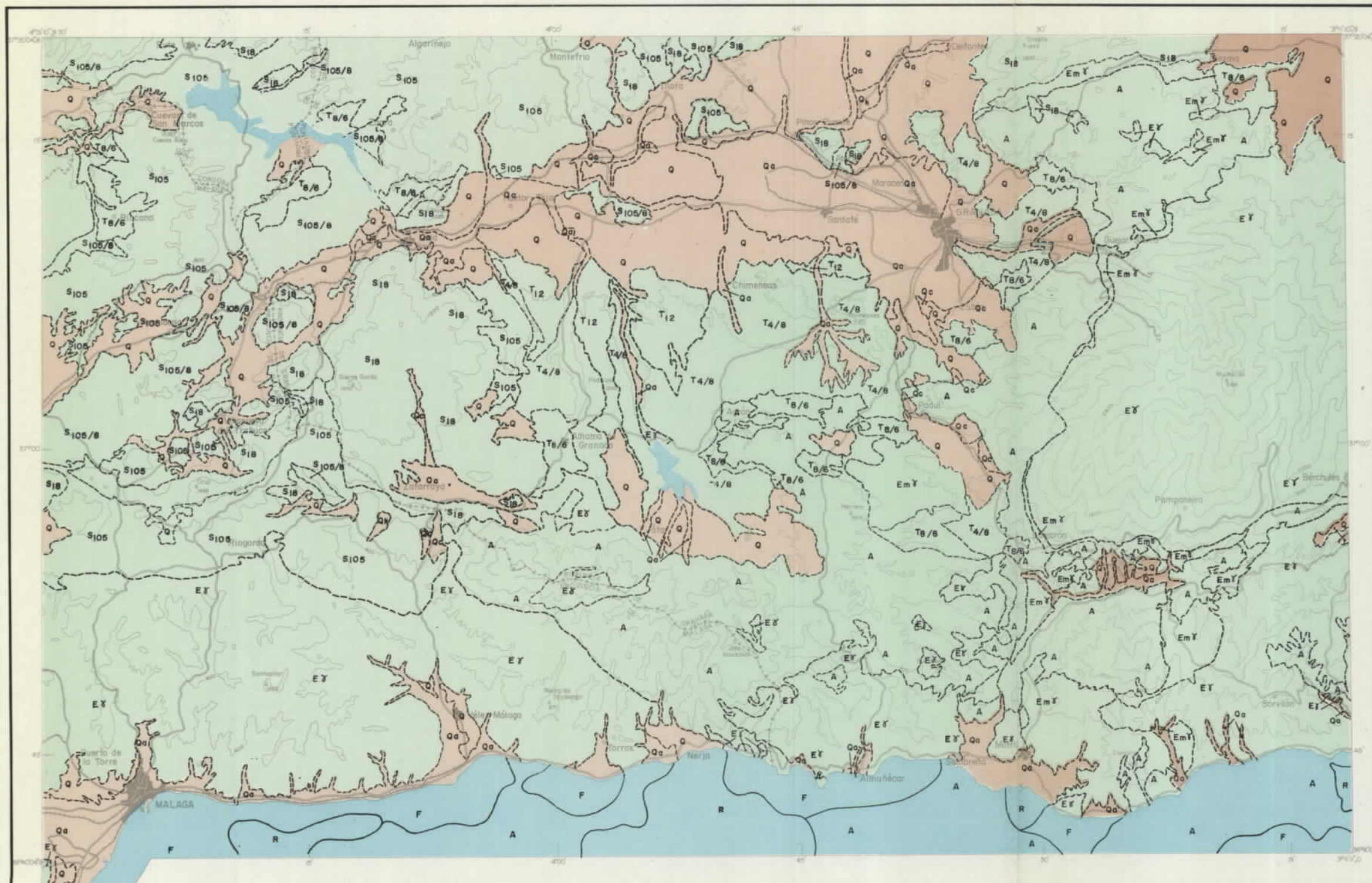
Situadas en la misma zona de la Hoja, el afloramiento de mayor importancia es una banda de dirección SE-NE, que va desde Antequera hasta las proximidades de Loja.

Los materiales pertenecen al Trías de afinidad germano-andaluza, constituido esencialmente por margas abigarradas con yesos, carniolas, limolitas, areniscas y ofitas, en las que localmente aparecen calizas y dolomías del Muschelkalk.

Area II₂

Los afloramientos están distribuidos a lo largo de la mitad NW. de la Hoja, tal como ocurre con los anteriores. Los materiales son en este caso los de componente carbonatada

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS LITOLOGICAS
I	I ₁	Constituida en lo esencial por micasquistos, filitas y cuarcitas, a más de otras rocas metamórficas de menor representación. Coloración muy variable de dominante oscura. Poco resistentes a la erosión.
	I ₂	Rocas carbonatas con grado variable de recristalización. Mármoles calizo-dolomíticos, cipolinos, calizas y dolomías cristalinas. Fuerte tectonización y resistencia elevada a la erosión.
II	II ₁	Litología predominantemente margosa. Margas, margocalizas y areniscas (minoritariamente). Colores blancos y rosados. Muy susceptible a la erosión, aunque esta propiedad está disminuida en razón del contenido en carbonato.
	II ₂	Caliza y dolomías predominantemente. Colores grises a blancos y cremas. Distribuida junto con la anterior en el cuadrante NW. de la Hoja. Muy resistentes a la erosión.
	II ₃	Depósitos de limos conglomerados y arenas cuya distribución es irregular. A veces, asociados a rocas tobáceas y travertinos. Situación en relación con la red fluvial.
	II ₄	Depósitos de conglomerados, arenas, areniscas y areniscas calcáreas. El grado de compactación es variable, con lo que también lo es el de erosionabilidad. Muy irregularmente distribuidas tanto en potencia como en situación.
	II ₅	Limos y margas con yesos. También localmente areniscas y conglomerados. Colores marrones y blanquecinos. Materiales muy plásticos fácilmente erosionables.
	II ₆	Calizas blancas en bancos horizontales. Potencia no superior a 30 m. Resistentes a la erosión (Caliza de páramos).



FORMACIONES SUPERFICIALES

- Qa** = Depósitos de origen fluvial.
- Qc** = Depósitos coluviales, conos de deyección. Materiales detríticos gruesos a veces con cemento carbonatado.
- Qk** = Tobas y travertinos.
- Q** = Depósitos de conglomerados, limos, arenas y areniscas de edad Plioceno-cuaternaria.

FONDOS MARINOS

- A** = Fondos de arena
- R** = Fondos de piedra
- F** = Fondos de fango

SUSTRATO

- E EY** = Micasquitos y cuarcitas con grado variable de metamorfismo. Minoritariamente: Gneises, mármoles, anfibolitas, serpentinas y otras.
- F EmY** = Filitas y cuarcitas, con intercalaciones de material carbonatado y calcoesquitos.
- C Δ** = Material carbonatado con grado variable de recrystalización, intercalaciones pelíticas.
- J S18** = Por orden de abundancia: calizas, dolomías, calizas nodulosas, margocalizas y margas silíceas.
- T S105** = Margas, margocalizas y areniscas.
- K S105/8** = Margas de colores abigarrados con yesos, facies Keuper (Trías Germano-andaluz).
- L T4/8** = Limos, localmente con yesos.
- P T12** = Calizas de páramo. Facies Pontienne.
- M T8/6** = Areniscas calcáreas, conglomerados y limos.

dominante (calizas, dolomías) de la serie Sub-bética. Están representadas múltiples variedades, entre las que son esenciales calizas, dolomías, calizas nodulosas, calizas margosas y margas silíceas. El grado de tectonización es variable en cada caso y no han sufrido metamorfismo en absoluto. Su aprovechamiento está muy desarrollado tanto en forma triturada para áridos, como en bloques para construcción.

Area III₁

Depósitos de tipo aluvial (Qa)

Las mayores exposiciones están situadas en las cercanías de Granada, ligadas al cauce del río Genil.

Se trata en general de depósitos típicamente aluviales, cuyo mayor desarrollo se alcanza en las terrazas del río mencionado, y cuya litología compleja consta de niveles de conglomerados, arenas, limos, etc., de distribución muy irregular. Un detalle en extremo interesante es el hecho de que, con frecuencia, asociados a estos depósitos aluviales, aparecen travertinos, cuya presencia se ha supuesto en relación con un drenaje desorganizado y deficiente, bajo condiciones climáticas adecuadas.

Area III₂

Depósitos de conglomerados, arenas y areniscas detríticas en general, de origen indiferenciado y edad Neógeno-Cuaternaria (T8/6) (Q)

La distribución de estos materiales es la más irregular de todas, en función, como se ha dicho, de la morfología principalmente.

Donde alcanzan mayor desarrollo es en las series de la depresión de Granada, donde está compuesta por limos, arenas, areniscas, areniscas calcáreas y calizas lacustres (Serie de Moraleda de Zafayona).

La potencia de este tipo de depósitos es muy variada, desde 150 m en total dentro de la serie aludida hasta pocos metros en cualquiera de los afloramientos distribuidos por toda la Hoja.

Su utilización industrial, al igual que la del Area anterior, está basada en aplicaciones para áridos esencialmente.

Depósitos coluviales, Conos de deyección, Materiales detríticos gruesos a veces con cemento carbonatado (Qc)

Su distribución está en general, en relación estrecha con las formas enérgicas del relieve.

Presentan una litología típica, propia de depósitos de pie de monte con su doble variedad de cantos sueltos, o cantos cementados. Cuando se trata de estos últimos, el cemento suele ser de tipo carbonatado que localmente pasa a costras de exudación. La granulometría es normalmente gruesa, hasta el punto de alcanzar grandes tamaños en bloques de decenas de metros cúbicos. El mejor desarrollo morfológico de esta clase de depósitos se localiza en los bordes de Sierra Nevada.

Son objeto de aprovechamiento industrial para áridos de construcción.

Tobas y travertinos (QK)

Esta clase de depósitos tiene localmente gran desarrollo y afloran, en unos casos ligados a depósitos aluviales (ejemplo: cercanías del Embalse de Cubillas), representando episodios pantanosos, o en otro caso aislados y con gran potencia (zona sur de Zafarraya, Fuente Grande y Fuente Chica, Alfacar) en relación probablemente a surgencias de tipo cárstico.

Area III₃

Formaciones de limos y areniscas con yesos (T_{4/8})

Se distribuyen esencialmente en los alrededores de Alhama de Granada, Pantano de los Bermejales, La Malá y Monachil.

Estos materiales pertenecen al Mioceno (Vindoboniense) de la depresión de Granada, y consisten en una serie de potencia variable (150-50 m) de limos, margas y areniscas con yesos interestratificados. En algunos sectores existen también niveles de lignito. Hacia el SW. de la cuenca, los niveles más inferiores pasan lateralmente a conglomerados de cemento limoso-arenoso y son más frecuentes las intercalaciones areniscosas.

La gran plasticidad de todo este conjunto da lugar a la aparición de grandes deslizamientos de ladera y fenómenos de solidfluxión. Todo el tramo es, en general, fácilmente erosionable.

Solamente los yesos son objeto de aprovechamiento industrial.

Area III₄

Calizas de páramo. Facies Pontiense (T₁₂)

Los principales afloramientos se sitúan encima del tramo anterior (III₃) en las proximidades de Alhama de Granada y Ventas de Huelma.

Este paquete, con el que termina la serie neógena de la Depresión de Granada, está constituido por calizas blancas denominadas "facies de páramos" por comparación con las del mioceno de la Meseta. El tramo comienza con una alternancia de calizas lacustres y margas blancas sobre las que descansan calizas con bancos de 1 m. de potencia con un espesor total de unos 25 m. Todo el conjunto tiene forma tabular con buzamientos nulos o muy leves (hasta 5°) al N.

2.5.- CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS

En este apartado se tratará de precisar la influencia de la morfología y de los mecanismos responsables de su modelado en las condiciones constructivas, y el comportamiento en general del suelo con respecto a las acciones ejercidas sobre él.

El análisis tendrá como base las consideraciones del comportamiento particular de cada clase de roca o grupo de rocas, ante condiciones naturales o más o menos forzadas por intervención humana.

El apartado se completa con la inclusión de un mapa de características geomorfológicas y una ficha-resumen que sintetiza los resultados generales.

Area I₁

De morfología bastante enérgica, la mayor parte del área puede considerarse como montañosa o abrupta, con pendientes bastante acusadas en muchos casos.

La gran masa de Sierra Nevada está constituida fundamentalmente por este tipo de material.

El carácter discontinuo y la topografía acusada condicionan el que, si bien la estabilidad natural puede considerarse en general como buena, la ruptura de este equilibrio por parte de acción humana puede modificar notablemente la situación hacia una inestabilidad de diverso grado. Esto último está muy en función de un complejo de factores, entre los cuales es muy importante considerar la disposición de discontinuidades estructurales en relación a la topografía. El agente de modelado considerado más importante lo constituyen los deslizamientos, fenómeno extremadamente frecuente en todo el área.

En la región de Sierra Nevada es general la existencia de grandes recubrimientos que tienen su origen en la acumulación de grandes masas de roca producto de la erosión intensa a que está sometido el relieve. En las zonas costeras, sin embargo, es menos frecuente su aparición, e incluso puede faltar. Allí donde la componente pelítica es dominante, tienden a desarrollarse formas de abarrancamiento.

Area I₂

El relieve es extremadamente enérgico a causa de la especialmente resistente litología. Prácticamente puede considerarse como montañoso en su totalidad.

La forma de erosión más desarrollada tiene carácter lineal y la morfología cárstica presenta un desarrollo variable desde formas muy evolucionadas, como es por ejemplo el polje de Zafarraya, hasta simplemente lapiaz débilmente esbozado, en función todo de la topografía y disposición geométrica en cada caso. En general, la circulación de aguas es de tipo subterráneo.

La estabilidad de los terrenos es muy alta, y puede considerarse como poco susceptible a reacciones de ningún tipo al verse sometida a cargas o esfuerzos de orden diverso. Tan sólo rebaja esta consideración la posible existencia de problemas en zonas de elevada tectonización local, o fallos del basamento, donde pueden ocurrir desprendimientos de bloques y otros fenómenos correlacionados.

Area II₁

La morfología que presenta este área es bastante heterogénea y variada en función de la diversa competencia de los terrenos margoso-calizos comprendidos. En general, oscila entre intermedia y abrupta, de manera que este último tipo está sobre todo representado al N de la región de Algarinejo.

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS
I	I ₁	Zona de relieve muy acusado y pendientes de fuerte inclinación. La morfología está influida por discontinuidades estructurales. Estable en condiciones naturales, pero inestable bajo la acción del hombre.
	I ₂	Zona de relieve muy energético y abrupto. Formas de tipo estructural neto. Sin problemas de estabilidad. Constitución de desarrollo variable.
II	II ₁	Zona de morfología heterogénea, de tipo intermedio en general. En condiciones naturales tan sólo inestable localmente. Inestable bajo acción humana. Deslizamientos muy frecuentes.
	II ₂	Zona de morfología acusada y energética. Relieve abrupto no infrecuente. Estable en condiciones cualesquiera. Desarrollo de formas cársticas.
	II ₃	Zona de morfología suave o frecuentemente llana. Considerada en general como estable aun sometida a intervención humana.
	II ₄	Zona de relieve intermedio. Considerado estable bajo condiciones naturales, sometido a acción humana pueden producirse deslizamientos. Tendencia a abarrancamiento en función del relieve.
	II ₅	Zona de morfología intermedia. Pendiente acusada localmente. Materiales muy plásticos con frecuente aparición de deslizamientos. Tendencia a inestabilidad aun bajo condiciones naturales.
	II ₆	Zona de morfología plana o tabular. Pendientes nulas o muy suaves. Sin problema de estabilidad en general, pueden aparecer en zonas marginales fenómenos de derrumbamientos de bloques.



INTERPRETACION DEL MAPA TOPOGRAFICO

- P Zonas planas, pendientes del 0 al 7 por ciento.
- I Zonas intermedias, pendientes del 7 al 15 por ciento.
- A Zonas abruptas, pendientes del 15 al 30 por ciento.
- M Zonas montañosas, pendientes superiores al 30 por ciento.

Límite de separación de Zonas.

SEPARACION DE ZONAS SEGUN SU GRADO DE ESTABILIDAD

- e Zonas estables bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre.
- in Zonas estables bajo condiciones naturales e inestables bajo la acción del hombre.
- i Zonas inestables bajo condiciones naturales y bajo la acción del hombre.

Límite de separación de Zonas.

SIMBOLOGIA

FENOMENOS GEOLOGICOS ENDOGENOS

- Cabalgamiento
- Fractura
- Zona influenciada por fracturas

- Conos de deyección
- Solidfluxión
- Cuevas vivienda
- Turberas
- Formas de relieve alomadas
- Costa acantilada
- Recubrimientos
- Dirección dominante de oleaje

FENOMENOS GEOLOGICOS EXOGENOS

- Deslizamiento en favor de la dirección de tectonización
- Deslizamiento en potencia a favor de la pendiente natural
- Formas de relieve muy acusadas
- Abarrancamientos
- Areas cársticas
- Areas de erosión muy activa

DIVISION ZONAL

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

Aunque cada caso responde a un modo de comportamiento particular, se ha hecho la simplificación, por otra parte razonable, de considerar este ámbito como inestable bajo la acción humana. Este es, desde luego, el caso general bien representado en la zona de Iznájar y Cuevas de San Marcos, donde existe gran desarrollo de fenómenos de deslizamientos en relación con pendientes acusadas y ruptura de las mismas por taludes artificiales. La estabilidad tenderá a aumentar donde la roca predominante posea una componente carbonatada mayor, y por lo tanto se incremente la compacidad de la misma.

Los deslizamientos, numerosos, pueden considerarse como característica del área; su producción, además, no está tan sólo ligada a la acción del hombre, sino que en condiciones naturales y en relación a la fenomenología climática (lluvias intensas, p.e.) se producen profusamente, aunque su importancia y desarrollo son en este caso menores.

Area II₂

Area semejante en su morfología a I₂. Contrastan sus formas, enérgicas y abruptas en muchos casos, con el ámbito relativamente más suave constituido por los materiales del Area II₂ que constituye su contorno.

Las formas cársticas están bien desarrolladas en general, aunque un tanto controladas en crecimiento por la aridez del clima. Son muy frecuentes las formas de erosión lineal dominantes netamente.

La estabilidad de todo este área se ha considerado como muy buena bajo cualquier condición. Valgan tan sólo las mismas salvedades mencionadas para el caso del Area I₂.

Area III₁

De morfología eminentemente llana, con pendiente inferior en general al 3 por 100. En estas condiciones la estabilidad está notablemente favorecida a pesar de que la compacidad de los materiales y su heterogeneidad no apoya en el mismo sentido, ya que son fácilmente erosionables.

Area III₂

De morfología intermedia, este área presenta, en general, un modelado en lomas poco enérgico en su conjunto.

Su estabilidad es deficiente bajo esfuerzos inducidos y aceptable en condiciones naturales.

En relación con la litología pueden aparecer fenómenos de abarrancamiento no muy profundos, y deslizamientos en favor de la pendiente topográfica.

Area III₃

Relieve de energía intermedia semejante al anterior. La gran plasticidad de los materiales aquí incluidos condiciona el que la estabilidad sea deficiente incluso (localmente) bajo condiciones naturales (ej., zona de Monachil). Es muy frecuente la producción de deslizamientos a favor de la pendiente topográfica, y todo el conjunto es también especialmente susceptible a procesos de arroyamiento e incluso abarrancamiento, que

conducen en conjunto a una situación de erosión muy activa.

Area III₄

Presenta una morfología típicamente tabular con pendientes nulas o en todo caso inferiores al 3 por 100. El relieve es de tipo "mesa", y tanto los materiales, como su disposición, no ofrecen problemas de estabilidad salvo en las partes marginales, donde pueden aparecer fenómenos de hundimiento, causados por la remoción, muy fácil por otra parte, del material de la base, constituido por los limos con yesos citados en el área anterior.

2.6.- CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

Este apartado trata de analizar, aunque sólo sea de modo somero, la incidencia en cuanto a condiciones constructivas poseen los caracteres relacionados con el drenaje.

El análisis se ha efectuado considerando las propiedades hidrológicas particulares de cada material, permeabilidad sobre todo y su interacción con la morfología, y disposición estructural, de modo que se puedan aislar los casos en que puedan surgir problemas en relación con la dinámica del agua en los terrenos.

Completa el capítulo un mapa de síntesis, y una ficha-resumen en la que constan los puntos de más interés.

Area I₁

Se ha considerado en su totalidad como impermeable, aunque no obstante cabe considerar una circulación de agua ligada a discontinuidades de origen tectónico.

La percolación natural puede decirse que es nula, pese a lo cual las condiciones de drenaje pueden considerarse como favorables a causa de la energía del relieve, que favorece la existencia de una escorrentía superficial muy activa (arroyamiento) con el consiguiente saneamiento.

La posibilidad de aparición de niveles acuíferos de cualquier tipo es nula, haciendo la salvedad ya aludida de la existencia de circulación ligada a la red de discontinuidades estructurales.

Area I₂

A pesar de que el carácter litológico de los materiales aquí dominantes no sea en sí mismo permeable, se ha considerado este área como permeable en función del alto grado de tectonización que ostenta.

El drenaje puede sin duda considerarse como muy favorable. La fuerte energía del relieve condiciona la existencia de una escorrentía superficial muy ágil, coadyuvada por otra de tipo interno que parece bien desarrollada en general.

La existencia de masas de agua en relación con estos materiales es muy probable, condicionada sobre todo por la escorrentía interna mencionada.

Area II₁

Se ha considerado en conjunto como impermeable.

La calidad del drenaje es muy variable, y está totalmente en función de la morfología y del grado en que ésta favorece la escorrentía superficial. Oscila entre deficiente y favorable, de modo que las zonas con este último se sitúan preferentemente en la parte N., donde el relieve es más enérgico.

Ligada a los materiales con yesos masivos del Trías de facies germano-andaluza, existe localmente una escorrentía interna, a favor de formas cársticas elaboradas en los yesos, cuya importancia no es definible.

De todos modos, es importante considerar que este tipo de agua está contaminada con iones sulfato con las repercusiones perjudiciales que de este hecho pueden producirse en relación a los aglomerantes hidráulicos normales.

En general, se considera como nula la posibilidad de acuíferos ligados a este área.

Area II₂

De carácter semejante a I₂, oscila su carácter entre semipermeable y permeable, en función de la porosidad inducida por la tectónica y otros procesos (disolución, etc.).

El drenaje está de todos modos muy favorecido por la energía del relieve y la existencia de escorrentía de tipo interno.

Igualmente cabe considerar como muy probable la existencia de acuíferos más o menos discontinuos a profundidad variable, en este área.

Area III₁

Estos depósitos de carácter y distribución complejos, se han considerado en general como permeables, aunque con una tendencia general a la semipermeabilidad, en función sobre todo de la proporción de fracciones más finas.

El drenaje, dado que la escorrentía superficial no está favorecida, está ligado a la percolación, y oscila en su calidad, entre desfavorable y aceptable para la mayor parte del área. Localmente, como es el caso de los alrededores de Zafarraya, es muy desfavorable, en función sobre todo en este caso del endorreísmo de la cuenca. Existe la posibilidad de que se produzcan encharcamientos, sobre todo en relación a precipitaciones de tipo concentrado como son frecuentes en este dominio climático.

Es normal la aparición, a profundidad variable de niveles acuíferos definidos de cota variable en cada caso; pero, en general, no muy profunda.

Area III₂

El carácter de este complejo de materiales oscila entre semipermeable y permeable, lo que da lugar a que en condiciones adecuadas exista una percolación natural bien desarrollada. El drenaje muestra asimismo un carácter muy heterogéneo por causa de la distribución y disposición irregular que muestran estos materiales. Oscila entre favorable, allí donde la percolación y/o la escorrentía está favorecida, hasta deficiente en alguna zona, como es el caso del vértice SW. de la Hoja.

En toda ella cabe la posibilidad de existencia de acuíferos ligados a porosidades

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS
I	I ₁	Formada por materiales impermeables, aunque con posibilidad de circulación ligado a discontinuidades estructurales. Drenaje favorable por escorrentía superficial activa. La red está bien desarrollada. No aparecen niveles acuíferos; la aparición de agua estaría más bien en conexión con caracteres estructurales.
	I ₂	Considerada como permeable en su conjunto. El drenaje por escorrentía superficial e interna, favorable. Existencia de agua ligada a fenómenos de tipo fundamentalmente cárstico.
II	II ₁	Zona considerada, en general, como impermeable. El carácter del drenaje variado, oscilando entre deficiente y favorable, en función de la energía del relieve. Localmente debe considerarse la contaminación de agua por sulfatos, hecho muy perjudicial para los aglomerantes hidráulicos ordinarios.
	II ₂	Materiales considerados como permeables y semipermeables. Drenaje por escorrentía superficial y/o interna favorable. Existencia de acuíferos bien definidos, a cota variable.
	II ₃	Depósitos considerados como permeables en general. Drenaje por percolación natural de carácter que oscila entre deficiente y aceptable, localmente muy deficiente donde la evacuación sea dificultosa. Por lo general, aparece agua a escasa profundidad en acuíferos bien definidos.
	II ₄	Materiales de carácter semipermeable o permeable. Drenaje entre deficiente y favorable, en función de la permeabilidad local y la morfología. Existe la posibilidad de acuíferos bien definidos y no muy profundos.
	II ₅	Considerado como totalmente impermeable, el drenaje, aceptable en general, se hace por escorrentía superficial. Aguas de carácter selenitoso perjudicial para aglomerantes. La posibilidad de existencia de acuíferos es nula.
	II ₆	Zona de carácter vario, semipermeable en general. Drenaje de aceptable a deficiente.



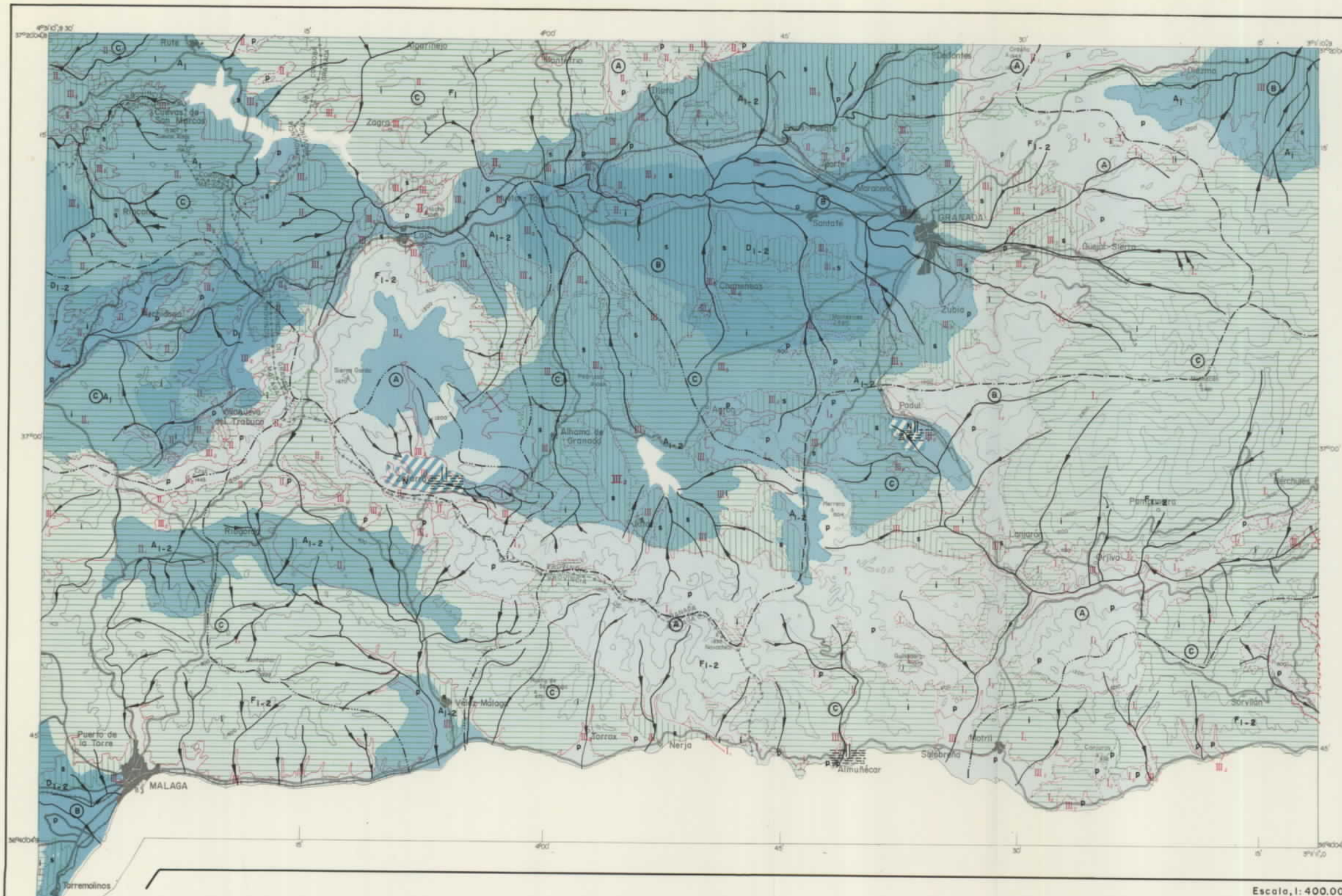
MAPA GEOTECNICO GENERAL

CARACTERISTICAS HIDROLOGICAS

GRANADA - MALAGA

5 - 11

83



Escala, 1: 400.000

CONDICIONES DE DRENAJE



Zona con drenaje Nulo



Zona con drenaje Deficiente



Zona con drenaje Aceptable

A₁ Drenaje por escorrentía superficial

A₂ Drenaje por percolación

A₁₋₂ Drenaje mixto



Zona con drenaje Favorable

F₁ Drenaje por escorrentía superficial

F₂ Drenaje por percolación

F₁₋₂ Drenaje mixto



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



Red de drenaje



Límite de cuenca hidrográfica



Límite de subcuenca hidrográfica

HIDROLOGIA SUBTERRANEA



Sistemas en los que predominan los acuíferos en formaciones permeables por fisuración.



Sistemas en los que predominan los acuíferos en formaciones permeables por porosidad intergranular.



Zonas prácticamente sin acuíferos.

FACTORES HIDROLOGICOS VARIOS



Agua a escasa profundidad

DIVISION ZONAL



Límite de separación de Regiones



Límite de separación de Areas



Designación de un Area

intergranulares, que por lo general estarán bien definidos y a no muy gran profundidad.

Area III₃

Es totalmente impermeable, si se hace abstracción de las intercalaciones areniscosas minoritarias por otra parte.

El drenaje por escorrentía superficial puede considerarse como aceptable, como corresponde a la morfología de energía intermedia que exhibe el área. Debe considerarse, al igual que en II₁ y en función de la existencia de yesos, la presencia de agua contaminada por iones sulfato y sus efectos perjudiciales.

La posibilidad de existencia de niveles acuíferos ligados a esta formación es nula.

Area III₄

Se ha considerado en general como semipermeable, aunque esta apreciación puede variar en función de las características texturales y estructurales locales.

El drenaje que oscila entre aceptable y desfavorable a causa de la disposición planohorizontal de los materiales, debe estar más favorecida en los bordes donde el relieve se acentúa.

2.7.- CARACTERISTICAS GEOTECNICAS

Pretende este apartado dar una apreciación del comportamiento de los materiales, cuando se ven solicitados por las acciones implicadas en toda actividad constructiva.

Fundamentalmente se analizan la capacidad de carga y la posibilidad de aparición de asentamientos, siempre desde un punto de vista sintético y apreciativo general, en el que se ha tratado de tener en cuenta cualquier factor que directa o indirectamente pudiese matizar las interpretaciones en algún sentido.

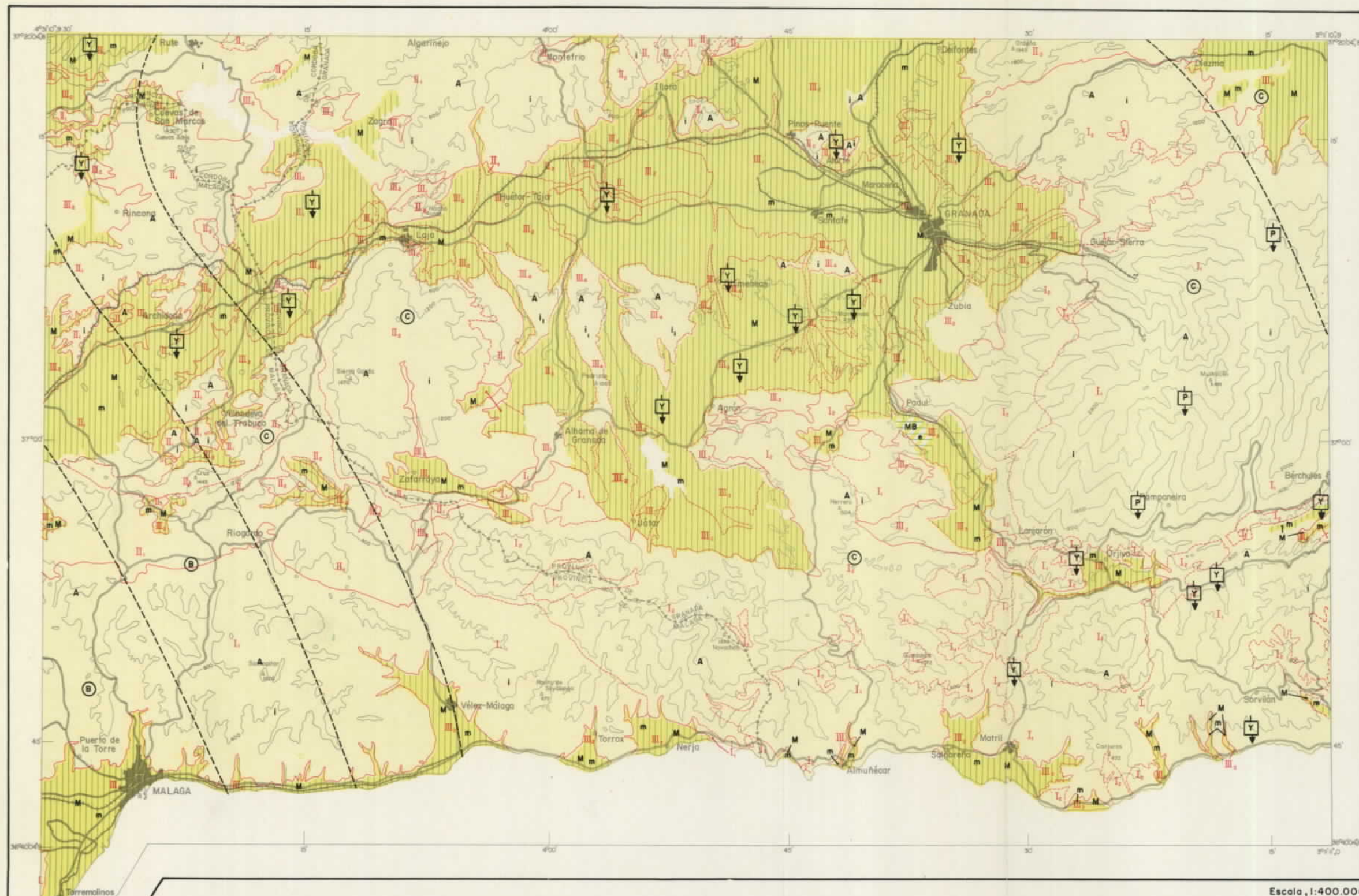
Como capítulos anteriores, éste va completado con un mapa y una ficha-resumen que facilita una comprensión más rápida. También en este apartado se incluye la consideración somera del carácter sísmico de la Hoja, siguiendo la pauta marcada por la Norma Sismorresistente.

Area I₁

El comportamiento de los materiales en este área parece que deba ser complejo, y por tanto se opone a un tratamiento sintético del tipo que se intenta. En general, parece que pueda considerarse la capacidad de carga como alta, aunque debe hacerse hincapié en que las excepciones, ligada a fenómenos de tectonización local y/o cambios de la litología, deben ser frecuentes. Tal puede ser el caso de las metapelitas menos metamorfizadas de tipo filitoso, que aparte de presentar localmente problemas de tipo puramente litológico (ej., presencia y contenido de sulfatos), pueden mostrar una cierta debilidad, no definible sino en cada caso, en relación con su menor compactación y la posible aparición de reajustes internos y otros fenómenos ligados a las discontinuidades microestructurales y a su poder deslizante.

El resultado sería la aparición de asientos de magnitud variable e incluso la

REGION	AREA	FICHA DE CARACTERISTICAS GEOTECNICAS
I	I ₁	Aunque en general no cabe esperar problemas de capacidad de carga o asentamientos, deben tenerse en cuenta los factores, tectonización, orientación microestructural, y la posible presencia de yeso en algún punto muy localizado.
	I ₂	Constituido por materiales que no presentan problemas de carga o asentamiento. Recubrimientos muy débiles o inexistentes.
II	II ₁	Los problemas en este área se centran en las margas con yesos masivos del Trías Keuper. Existe la posibilidad de asientos de magnitud media, y hundimiento en relación con la dilución de los sulfatos. Recubrimientos con desarrollo variable.
	II ₂	Formada por materiales carbonatados de capacidad de carga alta, y sin problemas de asentamiento. Recubrimientos muy débiles o inexistentes.
	II ₃	Constituido por depósitos poco cementados en general, que poseen una capacidad de carga media. Posible aparición de asientos diferenciales. Suelos orgánicos muy desarrollados que deben eliminarse.
	II ₄	Formaciones detríticas muy diversas. Posibles asentamientos de pequeña magnitud, y aparición de asientos diferenciales. En algún caso, condición muy desfavorable (Turberas). Recubrimientos de desarrollo desigual.
	II ₅	Constituido por limos y margas con yesos. Capacidad de carga media o baja y posible aparición de asentamientos y/o hundimientos en relación con el yeso. Materiales muy plásticos en general, que deslizan con facilidad.
	II ₆	Sin problemas mecánicos. Tan sólo debe cuidarse la posible inferencia de los materiales subyacentes (III ₃) que constituyen la base.



CAPACIDAD DE CARGA

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

ASIENTOS PREVISIBLES

- i Zonas con inexistencia de asientos.
- i Posible aparición de asientos a profundidad de cimentación elevada.
- m Zonas con posibilidad de aparición de asientos de magnitud media.
- e Zonas con posibilidad de aparición de asientos de magnitud elevada.
- Límite de separación de Zonas.

SIMBOLOGIA

GRADO DE SISMICIDAD

- (A) Bajo $G \leq VI$
- (B) Medio $VI < G \leq VIII$
- (C) Alto $G > VIII$
- Escala internacional macrosísmica (M.S.K.)
- Límite de separación de zonas

FACTORES GEOTECNICOS VARIOS

- Y Yesos
- P Recubrimientos potentes

DIVISION ZONAL

- Límite de separación de Regiones
- Límite de separación de Areas
- I_2 Designación de un Area

producción de hundimientos bruscos.

Por otra parte, a más del carácter intrínseco y propiedades microestructurales, es muy importante considerar su disposición, su orientación respecto del medio y los esfuerzos con que se va a construir. Una consideración de este tipo debe necesariamente hacerse como base a cualquier intento de acción puntual, y se resiste a ser estudiado globalmente a causa de su propia variabilidad y complejidad.

El caso más frecuente en relación con esto último lo constituyen problemas de deslizamientos cuando las cargas actúan sobre superficies estructurales (foliación, esquistosidad), cuya orientación sea semejante a la topográfica.

Area I₂

La clase de material dominante aquí no impone reservas de ninguna clase, acerca de su comportamiento mecánico. La capacidad de carga debe ser muy alta, y nulas las posibilidades de aparición de asientos. Tan sólo cabe mencionar la posibilidad de que se produzcan desprendimientos en taludes de alta inclinación, cuando el caso sea de que la roca está muy fracturada, o bien que el basamento, más erosionable, sea removido parcialmente. Como quiera que esta posibilidad puede detectarse fácilmente y suele estar muy localizada, puede concluirse que este área presenta condiciones impecables desde el punto de vista que nos interesa.

Area II₁

También son complejas las consideraciones sobre este área. En general, debe esperarse que no haya problemas de carga, aunque éstos pueden surgir sobre todo en las margas con yeso de Trías Keuper, donde además cabe esperar que existan asentamientos de tipo medio, o más de la posibilidad que debe tenerse muy presente, de que se produzcan hundimientos más o menos bruscos, en relación con la dilución de los sulfatos.

Cabe mencionar en este área la posible presencia de recubrimientos, cuyo carácter puede ser, sobre todo en cuanto a compacidad, muy diferente al de la roca "in situ".

Area II₂

De carácter semejante a I₂, este área de litología esencialmente carbonatada no debe presentar ningún problema mecánico, tanto menos que aquéllas en cuanto que su tectonización es, en general, sensiblemente menor.

Los recubrimientos son escasos o nulos.

Area III₁

Los depósitos que constituyen este área no tienen un comportamiento uniforme. Se trata de materiales poco consolidados en general, en los que las capacidades de carga deben oscilar entre medias y bajas en relación íntima con el grupo litológico presente en cada lugar.

Puede esperarse que la presencia de asientos sea prácticamente general, aunque de magnitud más bien reducida, y cuya aparición será progresiva. Es más interesante el tener

en cuenta la posible producción de asientos diferenciales, cuya existencia causada por la distribución irregular de los distintos grupos litológicos, puede crear problemas graves.

Casi todo el área está recubierta por suelos orgánicos de espesor variable, que deben ser eliminados en cualquier caso.

Area III₂

Su comportamiento debe ser semejante al de la anterior, aunque algo atenuado quizá por su mayor grado de compactación en general. No obstante, localmente existen zonas de carácter extremo, positivo en el caso de basamentos formados por areniscas calcáreas bien cementadas, y negativo en el caso de la cuenca Turbera del Padul, donde los problemas son graves.

El grado de recubrimiento es variable. La capa de suelo vegetal debe ser eliminada siempre.

Area III₃

El carácter de este área es en general, negativo, desde el punto de vista geomecánico. Constituida esencialmente por limos y margas muy plásticos con gran abundancia de yesos diseminados o interestratificados, la capacidad de carga no es muy alta, y es muy probable la aparición de asientos, al menos de magnitud media, sobre todo donde domine la fracción limosa. Los sulfatos plantean el problema habitual de los hundimientos y asentamientos de carácter más o menos brusco, lo cual, junto con su agresividad química, plantea en conjunto una situación desfavorable.

Area III₄

No es probable la aparición de problemas mecánicos en este área, al menos en relación directa con el material carbonatado que la constituye. En todo caso pueden derivarse de la posición de estas formaciones sobre las del área anterior, ya sea porque las cimentaciones a cota elevada atraviesen el tramo, o porque éste mismo se encuentre localmente en situación precariamente estable sobre el primero. En todo caso, la detección o resolución de estos problemas no debe presentar dificultades, y el conjunto puede decirse que es favorable para la construcción.

La fuerte actividad sísmica que caracteriza a buena parte de la Hoja, hace muy interesante el tener en cuenta este factor al realizar cualquier clase de edificación. Este aspecto, cubierto en España por la norma sismorresistente, está esquematizado en el mapa adjunto donde está representado el grado e intensidad macrosísmicos (MSK), que es en la mayor parte alto ($G > VIII$).

3.— INTERPRETACION GEOTECNICA DE LOS TERRENOS

3.1.— INTRODUCCION

Todos los caracteres analizados en capítulos anteriores, pretenden ser sintetizados en este apartado que trata de resumir el carácter geotécnico de la Hoja.

Las conclusiones se presentan siempre de una forma indicativa, con consideraciones acerca de los factores que conducen a hacer la diferenciación y clasificación de las diversas zonas. Esta clasificación está basada en un desglose con los siguientes apartados:

- Terrenos con condiciones constructivas Favorables
- Terrenos con condiciones constructivas Aceptables
- Terrenos con condiciones constructivas Desfavorables
- Terrenos con condiciones constructivas Muy Desfavorables

3.2.— TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS FAVORABLES

Están constituidos esencialmente por el conjunto de formaciones carbonatadas que afloran en las Areas I₂, II₂ y III₄, que, en general, no presentan problemas mecánicos, y el Area III₂.

En el caso de I₂ y II₂ la única dificultad, frente a su capacidad de carga alta e inexistencia de asientos, se deriva de la energía morfológica, mostrada con frecuencia, que obligaría a labores preparatorias en algún caso.

En el Area III₄ la formación carbonatada subhorizontal posee una base muy plástica, por lo que hay que evitar cimentaciones profundas.

Los materiales de III₂ presentan una morfología suave, siendo los problemas dominantes de tipo geotécnico e hidrológico, aunque sin gran desarrollo.

3.3.— TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS ACEPTABLES

Las áreas que han sido consideradas como pertenecientes a este apartado, ocupan la mayor parte de la Hoja.

En general, se trata de zonas que contienen toda una diversidad de problemas, cuyo desarrollo es variable, y puede modificar esta clasificación en algún punto. A esta escala, no obstante se hace necesaria alguna simplificación que no permite consideraciones mas precisas de orden cualitativo. Los problemas dominantes y cuya existencia puede presumirse están expresados en el mapa de interpretación adjunto.

3.4.— TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS DESFAVORABLES

Quedan aquí englobadas las zonas cuya problemática en algún sentido presenta problemas serios de consideración ineludible por cuanto con la construcción en general se refiere.

Estas zonas, cuya situación está fundamentalmente ligada a las Areas III₃ y II₁, obligan sobre todo como puede verse en el mapa y en las disposiciones anteriores, a reservas de tipo geotécnico en general ligadas a la presencia de sulfatos (Mioceno limoso de la depresión de Granada, Trías Keuper de Antequera) y a una litología lo suficientemente plástica como para inspirar prevenciones en orden a la aparición de asientos, deslizamientos y otros problemas derivados.

Cuando localmente se adjuntan problemas de tipo geomorfológico y/o hidrológico, como es el caso frecuente, las condiciones se hacen aún más delicadas con lo que se justifica la calificación.

3.5.— TERRENOS CON CONDICIONES CONSTRUCTIVAS MUY DESFAVORABLES

Tan sólo se incluye aquí el área, por demás reducida, ocupada por materiales turbosos en la cuenca del Padul. El enorme contenido en materia orgánica de esta clase de suelos, y el drenaje extremadamente deficiente, condicionan esta atribución.

BIBLIOGRAFIA

- Aldaya, F. **Los mantos Alpujárrides al S de Sierra Nevada**. Tesis doctoral Universidad de Granada. Granada (1969).
- Boulin, J. **Les zones internes des cordilleres Bétiques de Málaga a Motril (Espagne meridionale)**. Tesis doctoral Annales Hébert et Haug. Travaux du laboratoire de Géologie de la Faculté des Sciences de l'Université de Paris. Tomo X. París (1970).
- Egeler, C.D. y Simon, D.J. **Sur la tectonique de la zone Bétique (Cordilleres Bétiques, Espagne)**. Ver. Dev. Kon. Med. Akad. Van Wettensshappen XXV, nº 3. (1969).
- Elías Castillo, F. y Giménez Ortiz, R. **Evapotranspiraciones potenciales y balances de agua en España**. Ministerio de Agricultura, Mapa Agronómico Nacional. Madrid (1965).
- Fontbote, J.M. **Tectóniques superposées dans la Sierra Nevada (Cordilleres Bétiques, Espagne)**. C.R. Ac.Sc. 245 p.p. 1324 - 1326. (1957).
- I.G.M.E. **Mapa Geológico de España 1:200.000 Hoja 5-11. Granada - Málaga**. Madrid (1972).
- I.G.M.E. **Mapa de síntesis de sistemas acuíferos de España Peninsular, Baleares y Canarias**. Madrid (1971).
- Instit. Hidr. de la Marina. **Cartas marinas**. Cádiz.
- Ministerio del Aire. **Boletín mensual climatológico**.
- M.O.P. **Datos climáticos para carreteras** (1964).
- Presidencia del Gobierno. **Norma Sismorresistente P.G, S-1 Parte A**. (1968) Madrid.
- Puga, E. **Investigaciones petrológicas en Sierra Nevada**. Tesis doctoral Universidad de Granada. Granada (1971).
- Tricart, J. **Principes et methodes de la Géomorphologie**. Masson et Cie Ed. París (1965).
- Vera, J.A. **Estudio geológico de la Zona Sub-bética en la transversal de Loja y sectores adyacentes**. Memorias del I.G.M.E. Tomo LXXI. Madrid (1969).