

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

# MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES

Escala 1:200.000

## GRANADA-MALAGA

HOJA Y MEMORIA	83
	5/11

10

00340

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

**MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES**  
**E. 1:200.000**

**GRANADA-MALAGA**

HOJA Y MEMORIA	83 5/11
-------------------	------------

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA

el presente  
estudio  
ha sido realizado  
por  
ENADIMSA,  
en  
régimen de contratación  
con el  
Instituto Geológico y Minero  
de España

Servicio de Publicaciones — Claudio Coello 44 — Madrid-1

Depósito Legal M. 23169 - 1.973

Reproducción ADOSA — Martín Martínez, 11 — Madrid-2

## INDICE

	Página
<b>0. RESUMEN . . . . .</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCION . . . . .</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes y Objetivos . . . . .	3
1.2 Situación y Climatología . . . . .	3
<b>2. GEOLOGIA GENERAL . . . . .</b>	<b>5</b>
2.1 Introducción . . . . .	5
2.2 Estratigrafía y Petrología . . . . .	5
2.2.1 Zona Bética . . . . .	5
2.2.2 Zona Subbética . . . . .	7
2.2.3 Neógeno-Cuaternario . . . . .	9
<b>3. YACIMIENTOS Y EXPLORACIONES DE ROCAS INDUSTRIALES . . . . .</b>	<b>11</b>
3.1 Arcillas . . . . .	11
3.2 Arenas . . . . .	14
3.3 Areniscas . . . . .	16
3.4 Calizas . . . . .	17
3.5 Cuarcitas . . . . .	23
3.6 Dolomías . . . . .	24
3.7 Falsas Agatas . . . . .	27
3.8 Gravas y Conglomerados . . . . .	28
3.9 Margas . . . . .	29
3.10 Margocalizas . . . . .	32
3.11 Mármoles . . . . .	33
3.12 Micasquistos . . . . .	35
3.13 Ocres . . . . .	36
3.14 Ofitas . . . . .	36
3.15 Serpentinas . . . . .	37
3.16 Turbas . . . . .	38
3.17 Yesos . . . . .	39
<b>4. PRODUCCION DE ROCAS INDUSTRIALES . . . . .</b>	<b>43</b>
<b>5. CONSIDERACIONES FINALES . . . . .</b>	<b>47</b>
<b>BIBLIOGRAFIA . . . . .</b>	<b>57</b>

## **0.- RESUMEN**

Este estudio se destina a la delimitación e inventario general de los recursos que, en materia de rocas industriales, aparecen en la superficie de la hoja 5-11 (Granada-Málaga) a escala 1:200.000.

Ha colaborado en la realización de esta publicación la Empresa Nacional ADARO de Investigaciones Mineras, S.A.

De modo resumido pueden sintetizarse las directrices seguidas en los siguientes puntos:

- Inventario General de los yacimientos de rocas industriales existentes, mediante la confección de las correspondientes fichas-inventario, en las que se insertan datos geológicos, de explotabilidad, de ubicación y reservas.
- Reseña de las principales explotaciones activas, intermitentes o abandonadas, con análisis de sus condiciones con vistas a una posible reexplotación.
- Actualización de los datos de inventario precedentes.
- Estudio sistemático de las características litológicas, físicas y químicas de todos los materiales prospectados, con miras a su racional explotación y utilización óptimas.
- Evaluación conjunta de las reservas existentes de cada tipo de material y su relación geográfica con los centros de consumo.
- Perspectivas y análisis comparativo de la producción actual y futura de rocas industriales.

Se encuentran dentro de la hoja materiales que van desde el Cámbrico a los más modernos sedimentos cuaternarios.

Son de destacar los yacimientos calizos, dolomíticos, margosos y en general todos los de naturaleza detrítica.

El dimensionamiento de las explotaciones es más bien bajo, salvo contadas excepciones.

El presente estudio va acompañado por un mapa a escala 1:200.000, en el que se sitúan los yacimientos y explotaciones inventariadas. En el informe se describen las características generales más notables de los niveles, y de las explotaciones y yacimientos.

Los materiales aflorantes dentro de la Hoja y que se describen en este estudio son:

Arcillas — Arenas — Areniscas — Calizas — Cuarcitas — Dolomías — Falsas Agatas — Gravas y Conglomerados — Margas — Margocalizas — Mármoles — Micasquistos — Ocres — Ofitas — Serpentinas — Turbas — Yesos.

En el cuadro que sigue se indican los distintos tipos de rocas industriales existentes, y para cada uno de ellos, el número de fichas inventario establecido, según sean yacimientos, explotaciones activas y explotaciones inactivas.

Con la labor realizada se han conseguido básicamente los siguientes resultados:

- Selección y estudio de muestras en sus aspectos petrográfico, mineralógico, físico y químico.
- Confección de los gráficos y esquemas que se han estimado convenientes para mostrar, de manera sencilla, interesantes aspectos que relacionan la producción y

las reservas de explotaciones y yacimientos en general, respectivamente, con la ubicación de los principales centros de consumo.

- Confección del Mapa de Rocas Industriales y redacción de la presente Memoria.
- Confección del Inventario de Rocas y Archivo Nacional de Yacimientos y Exploraciones mediante diversos ficheros adecuadamente dispuestos para su tratamiento por ordenador, con datos puntuales de situación, ensayos y análisis.

Tipo de Roca	Número de Yacimientos	Número de explotaciones	
		Inactivas	Activas
Arcillas . .	8	12	11
Arenas . .	5	9	5
Arenas y Gravas	7	6	16
Arenisca . .	7	1	—
Caliza . .	20	56	38
Conglomerados	3	1	—
Cuarcitas . .	3	—	—
Diabasas . .	—	1	1
Dolomías . .	3	27	23
Gravas . .	4	5	6
Margas . .	—	4	11
Margocalizas .	—	1	1
Mármol . .	15	12	3
Ofitas . .	2	1	—
Pizarras . .	—	—	2
Serpentinas .	1	2	3
Tierras indust.	1	3	1
Turba . .	—	—	1
Yeso . .	—	21	21

## 1.- INTRODUCCION

### 1.1.- ANTECEDENTES Y OBJETIVOS

El estudio e inventario de rocas industriales ha sido propuesto por el Programa de Investigación Geotécnica Nacional, al ser éste uno de los varios programas sectoriales que se encuentran englobados dentro del Programa Nacional de Investigaciones Mineras que fué creado, entre otros objetivos, para llevar a cabo el inventario de los recursos naturales.

Con el presente trabajo, se pretende establecer la localización de yacimientos y explotaciones de rocas industriales, así como poder determinar las características del material que las integra.

Dado que el objetivo es cubrir toda la geografía del País, se usa como norma de actuación superficial la hoja del Mapa Militar de España (1:200.000). Este trabajo comprende un Mapa de Rocas (1:200.000), acompañado del presente informe, en el que se incluye un resumen de las características generales de los yacimientos y explotaciones visitadas y descripción de los materiales que las constituyen.

Al mismo tiempo se han obtenido una serie de fichas, una por cada yacimiento o explotación, donde se refleja toda la información obtenida acerca de los mismos. Con ellas se contribuye a la confección del Archivo de Rocas Industriales, abierto a todos los datos que puedan obtenerse en investigaciones posteriores.

### 1.2.- SITUACION Y CLIMATOLOGIA

La Hoja 5-11 (Granada-Málaga) del Mapa Militar de España a escala 1:200.000 se encuentra situada entre los paralelos  $36^{\circ} 40' 4''$  y  $37^{\circ} 20' 4''$  de latitud N y los meridianos  $3^{\circ} 11' 11''$  y  $4^{\circ} 31' 11''$  de longitud W, con respecto al meridiano de Greenwich, ocupando gran parte de la provincia de Granada y una porción de las de Málaga y Córdoba.

Forma parte integrante del gran complejo bético del sur de España.

El clima de la zona es fundamentalmente seco, oscilando alrededor de un 60 por ciento de humedad relativa media (en meses de verano se reduce al 44-48 por ciento). La temperatura media anual oscila entre los 15 y  $16^{\circ}\text{C}$  en el interior y alrededor de los  $18^{\circ}\text{C}$  en la franja costera. Se trata, por tanto, de un clima templado o templado-cálido, que llega a presentar un carácter semitropical en el área costera.

Las temperaturas mínimas se alcanzan en los meses de Enero y Febrero y las máximas en los de Julio y Agosto, con oscilaciones medias entre 9 y  $16^{\circ}\text{C}$ , en el interior, y 7-8°C en la costa.

Las heladas pueden presentarse, en épocas invernales, en zonas del interior, en especial en cotas elevadas. En la zona costera no son habituales.

En cuanto a precipitaciones, la cifra media oscila alrededor de los 500 mm anuales. Las cifras extremas se sitúan en la zona SE (Motril) con 300 mm y en el NW (Cuevas de San Marcos) con 700 mm.

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. Esta disimetría estacional condiciona considerablemente el carácter de tendencia árida de la hoja.

Los vientos dominantes presentan características diferentes en el interior y en la costa.

En el interior, los vientos son de poca intensidad (por debajo de los 20 Km/h en general), alcanzando un máximo en Otoño y un mínimo en Invierno. Las componentes dominantes son las del S y NW.

En la costa son más acusados, pero sin alcanzar tampoco gran intensidad, los máximos y mínimos se alcanzan en las mismas épocas que en el interior. Las componentes principales son del NW y SE.

Los coeficientes medios anuales para la obtención de días útiles de trabajo, a partir del número de días laborables son:

Granada – 0,960; Málaga – 0,953; Córdoba – 0,927.

## **2.- GEOLOGIA GENERAL**

### **2.1.- INTRODUCCION**

En el área incluída dentro de esta Hoja, afloran materiales que pertenecen a la zona Bética, Zona Subbética y otros Neógeno—Cuaternarios que alcanzan su mayor desarrollo en las depresiones internas postorogénicas.

Los materiales béticos pertenecen a tres grandes unidades: Complejo Nevado—Filábride, Complejo Alpujárride y Complejo Maláguide.

Los materiales pertenecientes a los complejos Nevado—Filábride y Alpujárride son de edad Paleozoico—Triásica y están afectados por el metamorfismo regional Alpino.

El complejo Maláguide, en cambio, está escasamente o nada afectado por este metamorfismo. La edad de sus materiales se extiende desde el Paleozoico inferior (Silúrico), hasta el Oligoceno.

La zona Bética en general, está caracterizada por la existencia de una estructura en mantos de corrimiento de gran envergadura, así como por el hecho de que el zócalo paleozoico (en sentido puramente estratigráfico) se ha visto implicado y rejuvenecido en la tectónica de edad Alpina.

Los materiales de la zona Subbética, afloran extensamente, en especial en la mitad noroccidental de la Hoja. Están representados términos desde el Triás al Mioceno inferior. El Paleozoico no aflora en ningún punto, y todos los datos convergen en indicar que se ha comportado como un zócalo rígido ante los esfuerzos Alpídicos.

Los materiales Neógeno—Cuaternarios, que en parte afloran de modo disperso, también constituyen grandes afloramientos. Alcanzan su mayor desarrollo en la Depresión de Granada y en el extremo SW de la Depresión de Guadix (vértice NE de la Hoja).

### **2.2.- ESTRATIGRAFIA Y PETROLOGIA**

#### **2.2.1.- ZONA BETICA**

Caracterizada por la implicación de los materiales paleozoicos en la tectónica de corrimientos, y por el desarrollo de metamorfismo regional Alpídico, pueden distinguirse los complejos ya señalados anteriormente, y que se analizan a continuación.

##### **Complejo Nevado—Filábride**

Las investigaciones petroestructurales más recientes han permitido, hasta el momento, dentro de este complejo y en esta transversal, el distinguir tres unidades que han sido denominadas: Unidad de las Salinas, Unidad de la Caldera y Unidad de Sierra Nevada.

- La Unidad de las Salinas presenta una considerable variedad litológica. Está constituida por micasquistos diversos, cuarcitas, mármoles de varios tipos, anfibolitas, serpentinitas y gneises, que proceden del metamorfismo de una serie vulcanosedimentaria.
- La Unidad de la Caldera, también originariamente una serie vulcanosedimentaria, muestra caracteres semejantes a la anterior, de la cual ha sido diferenciada en función de

criterios petrológicos. Cabe añadir la existencia de rocas plutónicas de carácter ácido posteriormente metamorfizadas (metagranitos porfiroides).

De las señaladas, correspondientes a estas dos Unidades, solamente los mármoles, serpentinas y anfibolitas pueden tener interés industrial.

— Por fin la Unidad de Sierra Nevada, que es la que aflora en mayor extensión y la que parece más potente dentro del complejo. Se compone de una serie monótona de micasquistos grafitos y cuarcíticos con granate, cloritoide, etc. En mucha menor proporción, están representadas anfibolitas y serpentinitas.

Puede decirse, de esta Unidad, que originariamente se trataba de una potente serie arcillosa, rica en materia orgánica, con intercalaciones areniscosas, y en menor cuantía rocas básicas y ultrabásicas.

### *Complejo Alpujárride*

Las series estratigráficas de los distintos mantos que componen este complejo son semejantes entre sí, y la serie completa, en el Sur de la Sierra Nevada es como sigue:

— *Formación inferior de micasquistos y cuarcitas*

Se trata de micasquistos con granate, polimetamórficos en alternancia con cuarcitas y algunos mármoles detríticos. Estas rocas han sufrido un metamorfismo dinamotérmico posiblemente durante el Paleozoico inferior cuya paragénesis es cuarzo—oligoclasa—mica incolara—biotita—almandino—estaurolita. Más tarde, en relación con el ciclo Alpino, han sufrido estos materiales dos fases de metamorfismo.

— *Formación superior de micasquistos y cuarcitas*

Situada discordantemente sobre la anterior, es igualmente monótona y potente. se trata de micasquistos biotíticos y cuarcitas que tan solo han sido afectados por el metamorfismo de edad Alpina.

— *Formación de filitas y cuarcitas*

Concordante sobre la anterior, incluye un conjunto de filitas y cuarcitas, de color gris azulado cuya potencia es muy variable. Suele presentar intercalaciones de calizas y dolomías detríticas, e igualmente niveles de calcoesquistos, yesos y otros, fuertemente coloreados sobre todo hacia la parte superior. Tan sólo fué afectada por la primera fase del metamorfismo Alpídico mencionado.

— *Formación de calizas y dolomías*

Constituye el techo de la serie, está situada normalmente sobre la de filitas y cuarcitas, a las que pasa gradualmente, por medio de unos niveles de calcoesquistos. El metamorfismo Alpídico tan sólo ha dado, en esta transversal, lugar a una recristalización.

Cabe añadir que en el complejo Alpujárride, es frecuente la existencia de manifestaciones subvolcánicas básicas de edad triásica, en general en forma de diques.

De todos los materiales señalados en las distintas formaciones, solamente los yesos situados entre las filitas y las calizas y dolomías del techo de la serie, albergan explotaciones y yacimientos de interés industrial.

### *Complejo Maláguide*

Se superpone en conjunto al complejo Alpujárride, sin que por el momento se sepa con seguridad si está o no constituido por varias unidades.

Los materiales maláguides están poco o nada afectados por el metamorfismo regional Alpídico. La serie puede diferenciarse en los siguientes términos:

- Paleozoico.— Constituido esencialmente por areniscas (grauwacas) y pizarras con términos calizos intercalados en la parte inferior. Localmente se superponen, al parecer mediante discordancia, conglomerados de tipo poligénico ("conglomerados de Marbella").
- Permo-Triásico.— Constituido por pelitas, areniscas y conglomerados, violáceos y rojizos. Las primeras dominan hacia el techo donde, además, existen lentejones de yeso. La potencia es del orden de 150 m.
- Jurásico.— De escasa potencia (50 m) está formado totalmente por rocas carbonatadas (dolomías y calizas).
- Cretáceo.— Constituido esencialmente por margocalizas.
- Nummulítico.— Constituido por margas en la parte inferior, y calizas organógenas en el Eoceno medio-superior. El Oligoceno es (cuando aparece) margoso o arenoso.

En conjunto resulta este complejo interesante industrialmente, ya que la mayoría de los materiales que lo constituye, revisten un cierto interés.

#### **2.2.2.- ZONA SUBBETICA**

Está constituida por rocas sedimentarias, de edades comprendidas entre el Tríias y el Mioceno inferior, todas ellas depositadas en régimen geosinclinal, plegadas en la orogenia Alpina y erosionadas parcialmente.

Las características de conjunto más notables son el dominio de litofacies caliza y margosa, la variabilidad (en potencia y facies) de las series, la presencia de rocas volcánicas básicas y la inexistencia de afloramientos paleozoicos.

En la región comprendida en esta Hoja se han diferenciado de N a S las siguientes unidades, que corresponden a dominios paleogeográficos diferentes:

- Unidades del Flysch
- Unidades Subbéticas meridionales
- Unidad Torcal-Sierra Gorda-Sierra Arana
- Domino Subbético medio

Cada una presenta caracteres particulares que pueden resumirse en series representativas.

#### *Unidad del Flysch*

Aflora ocupando el área más deprimida que se extiende desde la Viñuela-Periana-Colmenar.

- Triásico.— Margas con yesos, areniscas, carniolas y ofitas.
- Jurásico.— Calizo-dolomítico en el inferior y predominantemente margoso en el Dogger-Malm.

- Cretáceo.— El inferior variable, margoso, conglomerático o flyschoide. El superior es detrítico con facies flysch local.
- Nummulítico.— Domina la facies flysch.

Dentro de esta unidad, las margas, areniscas, yesos o calizo—dolomías, que presentan por sí solas, una cierta potencia, son las que tienen un cierto interés industrial.

#### *Unidades Subbéticas meridionales*

Aflora en la región comprendida entre el corredor de Colmenar y las sierras del Torcal y Gorda. Muestra caracteres que indican una mayor subsidencia que en las unidades limítrofes.

- Trías.— Margas rosadas con yesos, carniolas y niveles de calizas y dolomías.
- Jurásico.— El Lías es predominantemente calizo—dolomítico con fracción arcillosa. El Dogger—Malm lo constituyen margas, margocalizas y radiolaritas con niveles de calizas con sílex.
- Cretáceo.— El inferior, ausente a veces, es margoso con episodios detríticos. El superior detrítico constituido por calizas arenosas con algunos niveles de margas.
- Nummulítico.— Eoceno margoso con niveles de calizas organógenas, o conglomerático. Oligoceno conglomerático o flyschoide.

Los materiales jurásicos son, dentro de esta unidad, los que presentan un mayor interés, sobre todo en rocas de carácter ornamental.

#### *Unidad Torcal—Sierra Gorda—Sierra Arana*

- Trías.— Margas abigarradas, carniolas y yesos.
- Jurásico.— Totalmente calizo; el Dogger—Malm está constituido por calizas nodulosas de potencia reducida.
- Cretáceo.— El inferior constituido por calizas margosas, margocalizas y margas de color verdoso. El superior muestra la facies de “capas rojas”: margocalizas rosadas con intercalaciones de calizas.
- Nummulítico.— Margoso con episodios flyschoideos.

Dentro de esta unidad, los materiales triásicos y jurásicos, son los que revisten mayor importancia industrial.

#### *Domino Subbético medio*

Aflora muy ampliamente al N del Torcal, de Sierra Gorda y Sierra Arana.

- Trías.— Facies de margas abigarradas con yesos, carniolas y ofitas. Localmente calizas y dolomías del Muschelkalk.
- Liásico.— Dolomías y calizas blancas en la base. El resto, alternancia de calizas margosas y margas de potencia muy variable.
- Dogger—Malm.— Margocalizas, margas con radiolaritas y calizas con sílex.
- Cretáceo.— El inferior constituido por margocalizas y margas verdes. El superior, facies de “capas rojas” como las citadas.

- Nummulítico.— Dominantemente margoso con niveles de calizas y más localmente areniscas.

Al igual que en las demás unidades, los terrenos triásicos y jurásicos, así como algún nivel potente de margocalizas, pueden ser aprovechados industrialmente.

### *Rocas ígneas*

Como carácter particular se ha mencionado la existencia de rocas volcánicas y subvolcánicas básicas. Se trata de basaltos espilíticos con estructura almohadillada en el caso de las primeras, y de doleritas en el segundo, cuya textura se hace gabroide en cuanto el volumen de la masa lo permite. No tienen interés industrial.

### 2.2.3. – NEOGENO–CUATERNARIO

#### *Neógeno*

Los materiales de esta edad se distribuyen en dos tipos de afloramientos. Un primer tipo corresponde a regiones con depósitos importantes, el segundo lo constituyen afloramientos aislados en el conjunto de la Hoja. Entre los primeros está totalmente representada la Depresión de Granada; entre los segundos merecen destacarse los de Montefrío, Zagra, Iznájar, etc.

En la Depresión de Granada, estudios recientes han distinguido las siguientes unidades estratigráficas.

- Tramo de Murchas.— Constituido por margas y limos con algún nivel de calizas y arenas que aflora en puntos aislados de la Depresión (SE y NE).
- Tramo inferior miocénico.— Lo forman conglomerados y maciños y sólo localmente se ven calizas y limos lacustres.
- Tramo superior miocénico.— Formado por maciños, limos con yesos locales y calizas lacustres en el tramo superior.
- Formación de Pinos–Genil.— Aflora en los bordes de Sierra Nevada. Constituida por conglomerados muy heterométricos.
- Plioceno–Cuaternario antiguo.— Constituido por conglomerados, arenas y limos típicamente fluviales.

Todos los materiales de esta depresión que no se presentan asociados y con una potencia regular, pueden considerarse rocas de aplicación industrial.

En el Neógeno, representado por la Depresión de Guadix–Baza que aflora en el NE de la Hoja se pueden distinguir los siguientes niveles:

- Margas, calizas masivas del Oligoceno superior.
- Limos y calizas lacustres con yesos localmente.
- Limos, margas, sobre lo que descansa una alternancia de conglomerados, areniscas y limos, que corresponden al Tortoniense.
- Plioceno.— Constituido por conglomerados, arenas y limos.

En este Neógeno, los materiales más interesantes industrialmente son los limos, que pueden dar lugar a importantes aprovechamientos cerámicos.

### **Cuaternario**

Los afloramientos están irregularmente distribuidos, en función sobre todo de caracteres morfológicos.

En la Depresión de Granada aflora el Cuaternario antiguo constituyendo la formación Alhambra. Depósitos coluviales, del tipo de conos de deyección, están bien desarrollados en los bordes de Sierra Nevada (Padul) y otros, de tipo travertínico, existen ligados a los aluviales (Cubillas) o a surgencias cársticas (Zafarraya, Fuentegrande).

Muchos de los materiales de este nivel se aprovechan para la obtención de áridos.

### **3.- YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES DE ROCAS INDUSTRIALES**

La explotación de rocas industriales en la superficie comprendida en la Hoja de Granada-Málaga, se efectúa con cierta intensidad en todo el área objeto de estudio, destacando del conjunto, la parte nororiental (alrededores de Granada) con mayores núcleos de producción.

Hay que significar el aprovechamiento de los limos arcillosos, como material cerámico; los yesos como aglomerantes; las dolomías para las industrias del vidrio y cerámica; los conglomerados, arenas y gravas para la industria de áridos y, en general, la mayor parte de las calizas como rocas ornamentales y de construcción.

Para ampliar información sobre cualquiera de los materiales o puntos visitados, se puede recurrir a las fichas-inventario del Archivo Nacional de Rocas Industriales, a cuya formación contribuye este trabajo.

Se expone a continuación las características de los yacimientos y explotaciones de estas rocas de acuerdo con sus aplicaciones.

#### **3.1.- ARCILLAS**

Los materiales que se consideran dentro de este apartado son limos arcillosos que fundamentalmente afloran en toda la región N de la Hoja (Depresión de Granada).

Estos limos se presentan junto a lentejones de arenas y conglomerados, y a veces también con yesos, con potencias muy irregulares.

Pertenecen en su mayoría, a terrenos miocenos, aunque en menor proporción son visibles en terrenos pliocenos y cuaternarios.

Se localizan en dos áreas perfectamente definidas dentro de la Hoja. La primera, está delimitada por las poblaciones de Agrón, Cacín, Chimeneas, Gabia Grande, Alhendín y Dílar, con centro productor más importante localizado entre Gabia Grande y Alhendín, concretamente en los Barrancos. La segunda se sitúa al N de Granada, entre las poblaciones de Fargue, Pulianas, Güevejar y Alfácar, con centro más señalado en Jun, en el cerro de Chifle.

Otras zonas de menor importancia, se pueden señalar en los alrededores de Jayena, de Pinos del Valle y al S de Alhama de Granada.

En todas ellas el grado de explotabilidad viene determinado por la cantidad y litología de los materiales acompañantes; una abundancia de conglomerados, yesos o arenas puede dificultar, y a veces imposibilitar una explotación. De cualquier forma, las industrias existentes no tienen grandes problemas en sus explotaciones, necesitando medios simples, tanto en maquinaria como en personal.

Las reservas, dentro de la Hoja, se pueden calificar como muy grandes, debido a la extensión y continuidad lateral de todos los yacimientos.

Estos limos arcillosos se utilizan todos en la industria cerámica, para la obtención de ladrillos, rasillas, bovedillas, etc.

### *Arcilla para "productos cerámicos"*

El nivel que se explota con más intensidad es el Mioceno, que a su vez constituye el depósito más importante de reservas.

En segundo término se encuentran los yacimientos pliocenos y cuaternarios, asociados en su mayoría a los terrenos aluviales de los principales ríos que atraviesan la zona de estudio. Estos limos, de colores más bien pardos, se presentan frecuentemente unidos a arenas y cantos más o menos rodados, impurificando los posibles yacimientos, u obligando al abandono de los que ya existían. Ejemplos de estos últimos se pueden observar en las localidades de Huétor-Tajar y Villanueva de Mesfa.

Cualquier explotación futura proyectada a gran escala, debe ubicarse en terrenos miocenos, y especialmente, en las zonas señaladas al principio de este apartado. Son limos muy uniformes, azulado-rojizos, con potencias aceptables y de una gran calidad desde el punto de vista cerámico.

Las industrias que se benefician de estos niveles fabrican los productos clásicos: ladrillos, tejas, rasillas, bovedillas, etc. Es de notar el gran incremento en la fabricación de bovedillas que se viene observando en los últimos años; su similitud de aplicaciones con la de hormigón y su menor peso la hacen competir con ventaja.

Las explotaciones son muy similares. En síntesis, su dotación se compone de una pala o trahilla manejada por un obrero que arranca, traslada y carga el material a camiones que hacen el transporte a las distintas fábricas. Estas se encuentran estratégicamente situadas respecto a un gran centro de consumo como es Granada.

La dimensión de estas explotaciones, con 1 ó 2 obreros es muy variable y depende siempre de la concesión ocupada. Los frentes suelen tener de 3 a 6 m, distribuidos en uno o en varios escalones.

Las producciones medias oscilan, por explotación y según demanda, desde 50 a 300 t/día, con unos precios de 25 a 50 pts/t.

Las características de estos limos arcillosos quedan reflejadas en los resultados de los análisis siguientes:

*a) Análisis granulométrico de la muestra (en tanto por ciento)*

<u>2-0,2 mm</u>	<u>0,2-0,02 mm</u>	<u>20-2 μ</u>	<u>&lt; 2 μ</u>	<u>Edad</u>
9-19	12-20	5-45	16-72	Cuaternario
0-17	1-34	10-64	20-77	Mioceno
7	37	34	21	Plioceno
2-6	17-18	27-42	37-54	Mio-Plioceno

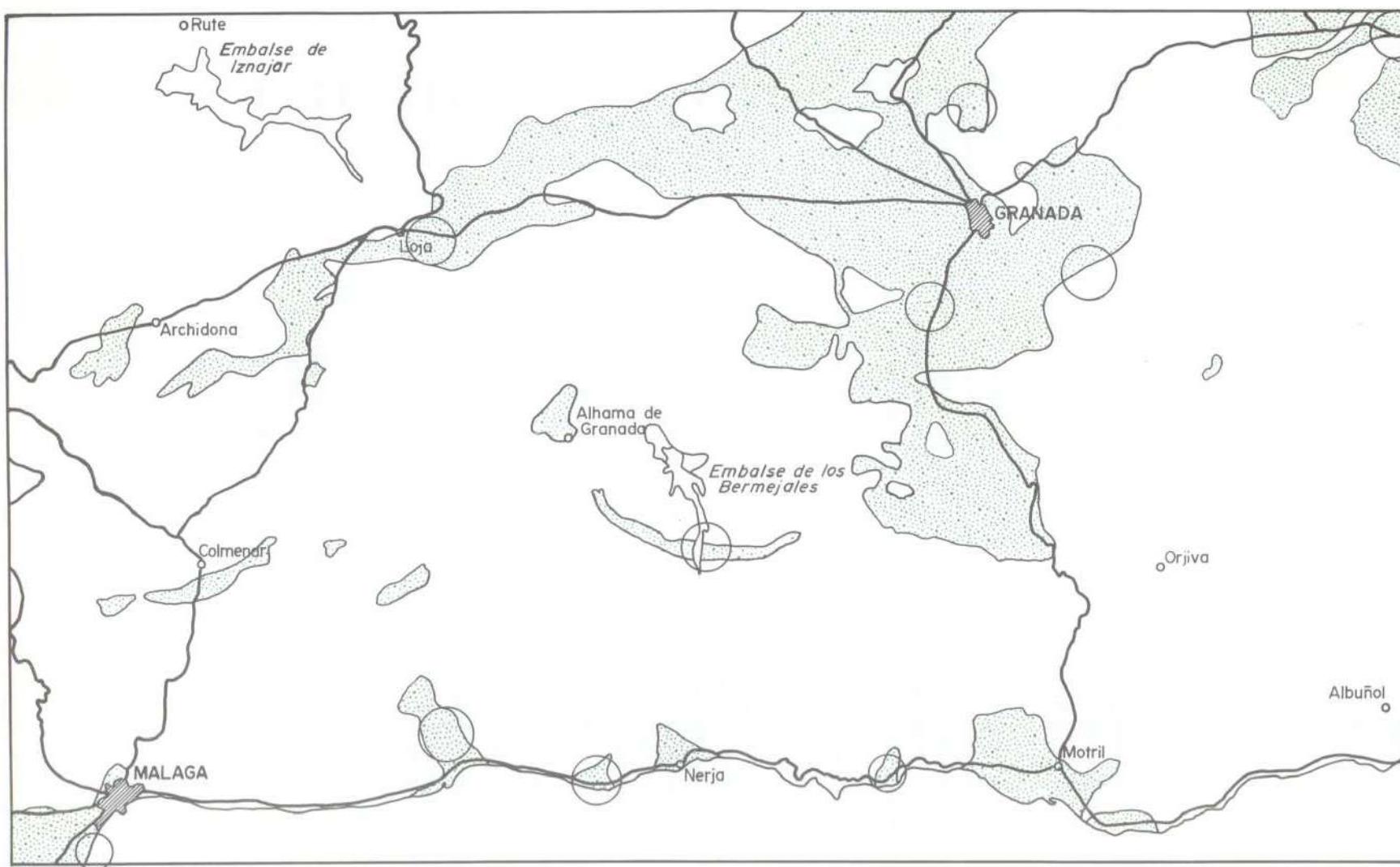
*b) Análisis mineralógico de la muestra global (en tanto por ciento)*

<u>Cuarzo</u>	<u>Calcita</u>	<u>Dolomita</u>	<u>Arcilla</u>	<u>Edad</u>
20-35	— — —	— — —	60-80	Cuaternario
15-40	15-30	5-35	25-55	Mioceno
25	20	10	35	Plioceno
20	20-30	0-10	40-50	Mioplioceno

LEYENDA

Zonas con depósitos y afloramientos dispersos de gravas, arena y limos

Zonas con explotaciones



Escala: 1/500.000

c) *Análisis mineralógico, de la fracción < 20 μ (en tanto por ciento)*

<u>Micas</u>	<u>Para.</u>	<u>Clor.</u>	<u>Esmec.</u>	<u>Kand.</u>	<u>Edad</u>
30–75	0–20	0–20	0–5	5–26	Cuaternario
40–70	5–10	5–10	5	0–10	Mioceno
65	0	0	20	15	Plioceno
45–55	10	10–15	10–15	0	Mioplioceno

(Para.: paragonita; Clor.: cloritas; Esmec.: esmectitas; Kand.: kanditas).

### 3.2.– ARENAS

Se engloban dentro de este apartado todos los materiales exclusivamente arenosos o aquellos yacimientos mixtos en los que las arenas son predominantes.

Pertenecen estos yacimientos a terrenos recientes: Miocenos, pliocenos y cuaternarios.

Los yacimientos miocenos se encuentran ligados en su mayor parte a la Depresión de Granada. En ella es muy frecuente la aparición de macizos, que localmente dan formaciones arenosas. El grado de explotabilidad de estos yacimientos va directamente ligado al grado de pureza que lo caracteriza que, por lo general, no es bueno. Intercalaciones de macizos consolidados o de formaciones limosas dan lugar a que las explotaciones no sean con frecuencia económicamente explotables. Se dan algunas excepciones en los alrededores del Pantano de los Bermejales, por la carretera de Agrón y a la salida de Rinconada por la carretera a Cuevas Bajas.

Más importancia tienen las arenas insertas en aluviales o cuaternarios antiguos. La componente litológica de estos materiales es, fundamentalmente, cuarzosa y carbonatada, existiendo numerosos componentes esquistosos que le restan calidad. Este último problema se agudiza, en todos los cursos de agua del S de la región estudiada (Alpujárrides, Maláguides) y en los procedentes de Sierra Nevada. De cualquier modo existen grandes reservas, por todos los ríos principales (Genil, Darro, Guadalfeo, etc.) y sus afluentes, aunque sean desiguales tanto en calidad como en su grado de explotabilidad.

Las aplicaciones en todos los casos se centran en la obtención de áridos.

#### *Arenas para “áridos”*

Fundamentalmente pliocenas y cuaternarias.

Se explotan con mayor o menor intensidad en casi todos los ríos principales, destacando las correspondientes al Genil en todo su recorrido, al Guadalfeo en las proximidades de Vélez de Benaudalla y Orgiva y las del río Benamargosa–Vélez en las proximidades de Vélez–Málaga.

En terrenos plio–cuaternarios, las explotaciones se centran en la vega de Granada, en el centro de la Depresión, en los alrededores de Láchar y también en las afueras de Málaga, por la carretera de la Colonia Santa Inés a Campanillas.

En las playas se suelen extraer ocasionalmente arenas como materiales de préstamo; son explotaciones de carácter temporal y de escasa importancia.

La búsqueda de nuevos yacimientos para explotación debe centrarse tanto en terrenos aluviales como plio-cuaternarios de la Vega de Granada, en el sector comprendido entre la capital y Loja. También una zona que presenta un indudable interés, es la que abarca los terrenos plio-cuaternarios de Arenas del Rey, Fornes y Jayena. Afloramientos aislados y muy dispersos es posible encontrar en toda la región NW de la Hoja, desde Vento-Colmenar y Casabermeja hasta Cuevas de S. Marcos y Rute (algunos conocidos en Ventocolmenar, Rincon, Cuevas de S. Marcos).

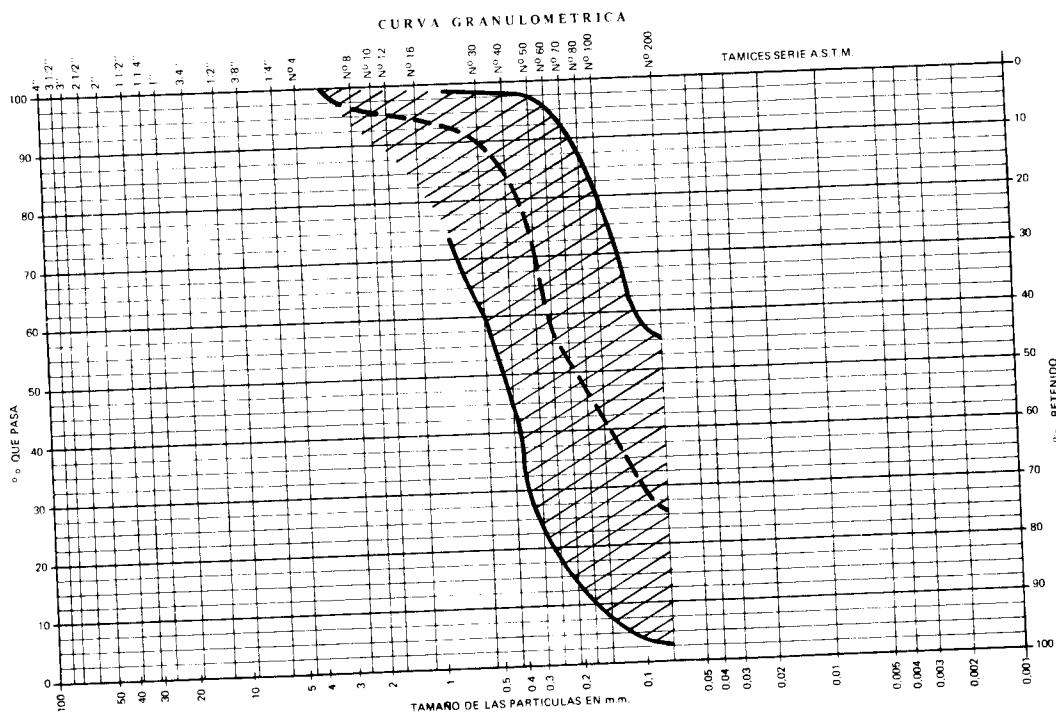
Las arenas extraídas se aplican como áridos, como material de préstamo o para la fabricación de hormigones.

La arena es extraída mediante una pala mecánica, siendo sometida a continuación a una clasificación simple, con objeto de eliminar los materiales más gruesos. Luego se carga en camiones que la sitúan directamente en obra.

Las explotaciones se localizan en las proximidades de las grandes poblaciones (Granada, Málaga, Motril, Rute, etc.). Su importancia industrial, consideradas individualmente, es pequeña y de carácter temporal en muchas ocasiones.

La producción por planta es muy variable. Existen explotaciones con 100 m<sup>3</sup>/mes y alguna que alcanza los 15.000 m<sup>3</sup>/mes. Los precios oscilan entre 50 y 150 pts/m<sup>3</sup>.

Las características de las arenas descritas en este apartado, se ponen de manifiesto a través de los resultados de los ensayos a que han sido sometidas las muestras tomadas; se indican los valores límites alcanzados para cada tipo de ensayo:



— **Granulometría:** en el gráfico adjunto se representa la zona de curvas más frecuentes y una media de las mismas.

<u>% Materia orgánica</u>	<u>Equivalente arena %</u>	<u>Presencia sulfatos</u>	<u>Edad</u>
0,01 — 0,11	23,41—88,23	si	Cuaternario
0,03 — 0,08	15,75—58,24	si	Plioceno
0,01 — 0,13	4,13—65,51	si	Mioceno
0,04 — 0,05	56,70—83,07	si — no	Mioplioceno

### 3.3.— ARENISCAS

De escasa importancia industrial dentro de la zona de estudio. En la actualidad no existe ninguna explotación que beneficie estos materiales.

Se localizan predominantemente en las proximidades de Málaga, en los llamados Montes de Málaga.

Los granos policristalinos de estas areniscas son de naturaleza cuarzosa, feldepática y micácea, englobados en un cemento arcillo-micáceo que, en ocasiones, lleva magnetita o limonita, por lo que los materiales presentan coloraciones características.

Estas areniscas se presentan en capas alternantes con esquistos y conglomerados cuarzosos correspondientes al Permotrías.

Alternando con margas, se les halla en terrenos oligocenos-miocenos.

Afloramientos importantes, dentro de los primeros, se localizan al N de Málaga, concretamente al E de la Colonia Santa Inés, cortando la carretera que va a Villanueva de Albaidas. Son areniscas aparentemente estratificadas, de color rojizo en su mayor parte. También, pertenecientes a este piso, existen afloramientos aislados por la carretera costera, entre Málaga y Motril.

Estos yacimientos son fácilmente accesibles, con un grado de explotabilidad solamente aceptable, ya que en muchas ocasiones las areniscas se encuentran poco consolidadas, siendo fácilmente disagregables.

Su aplicación principal la constituye la industria de abrasivos.

Correspondientes a terrenos oligocenos y miocenos los mayores afloramientos se encuentran: por encima de la Línea Colmenar-Río Gordo; en los alrededores de Comares; en afloramientos aislados al N de Casabermeja; entre Villanueva del Trabuco y Villanueva del Rosario; y en los alrededores de la estación de Archidona, por la carretera hacia Antequera.

Son yacimientos igualmente de escasa relevancia industrial; no justifican en modo alguno una instalación industrial fabricante de productos abrasivos, toda vez que la demanda actual es poco importante.

No nombrado hasta ahora, y perteneciente a los Montes de Málaga, es el afloramiento de Santopitar, conjunto areníscoso más importante de los visitados, con materiales muy cementados y consolidados, fácilmente accesible y explotable, a la vez que cerca de un gran núcleo de población (Málaga). Caso de instalación de una nueva industria se debería empezar por reconocer a fondo este afloramiento.

Las características medias más importantes de estos materiales, tomadas de los análisis químicos de las muestras extraídas, son las siguientes (en tanto por ciento):

SiO <sub>2</sub>	—	82,48	MgO	—	1,49
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	2,80	K <sub>2</sub> O	—	1,53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	1,08	Na <sub>2</sub> O	—	1,69
TiO <sub>2</sub>	—	no	S <sub>0</sub> 3	—	no
CaO	—	3,02	P.p.c.	—	4,81

### 3.4.- CALIZAS

Constituye uno de los materiales más abundantes dentro de la Hoja, a la vez que de mayor importancia industrial.

Pertenecen principalmente al Trías, Jurásico, Eoceno y Mioceno.

Las correspondientes al Trías, resultan ser una alternancia de calizas y dolomías. Las calizas forman potentes capas de coloraciones y características diversas: unas son blancas, casi marmóreas, compactas, con muy poca cantidad de MgO, formando bancos de espesor de varios metros, bien estratificados; otras grises, más o menos oscuras, compactas también y dolomíticas, presentando superficies redondeadas, conteniendo vetillas y filoncillos de calcita; finalmente las hay también más arcillosas, amarillentas o rojizas con oquedades y cavidades extensas, y que suelen estar llenas por un conglomerado más moderno.

Afloran de forma principal en toda la franja que rodea a Sierra Nevada, extendiéndose en la parte S hasta Fornes y Jayena.

Su explotabilidad resulta favorable, ya que se presentan prácticamente sin recubrimientos, y muchos de los niveles vienen atravesados por importantes vías de comunicación.

Las reservas son prácticamente inagotables, teniendo como aplicación fundamental la industria de áridos y, en menor escala, y sólo localmente, para rocas ornamentales y aglomerantes.

Las calizas jurásicas, situadas en niveles más o menos estratificados, son de naturaleza muy variada. Predominantemente poseen tonalidad blanca, con abundantes nódulos de sílex también de color blanco y forma esferoidal; otras son de colores grises azulados (gris en superficie y azul en corte fresco), correspondientes al Lías medio, con margas y margocalizas, intercaladas; también existen calizas con crinoides, nodulosas, rosadas, de color crema, grisáceas, amarillentas, etc.

Se localizan todas ellas en el dominio Subbético, ocupando la región noroccidental de la Hoja.

Tanto el grado de explotabilidad como las reservas son muy favorables, debido sobre todo a su gran abundancia.

Sus aplicaciones son las clásicas de estos materiales: áridos, construcción y aglomerantes, resultando ésta última de especial interés por el elevado porcentaje que en carbonato cálcico suelen presentar.

Sobre la serie de margocalizas del Eoceno inferior se encuentra un paquete de calizas, al que acompañan niveles de margas y conglomerados de los tramos superiores del

piso. La estratificación se presenta graduada. Resultan de escaso interés industrial por ser el tramo en su conjunto predominantemente margoso.

Aparece en afloramientos muy dispersos en toda la región que va desde Casabermeja a Villanueva del Trabuco.

Su grado de explotabilidad resulta sólo aceptable por la presencia de niveles margosos.

Por último, las calizas miocenas de edad pontiense; afloran en grandes extensiones, dando unos relieves en masas muy característicos. Sobre este nivel se sitúan unas arenas en las que descansan calizas lacustres poco potentes, de colores grisáceos y composición más o menos arcillosa que repercute directamente sobre su dureza.

Estas calizas afloran fundamentalmente en el triángulo que forman las poblaciones de Salar – Láchar – Alhama de Granada.

Se han utilizado para la obtención de cales y piedras de construcción.

#### *Calizas para "áridos"*

Un tanto por ciento elevado de la superficie que abarca la Hoja está ocupada por yacimientos calizos. Todos ellos resultan útiles para la obtención de áridos, por lo que no es necesario diferenciarlos.

La concentración de explotaciones, por lo dicho, es lógico que se sitúe cerca de los mercados potenciales, es decir, de los grandes núcleos de población.

En Málaga se localizan entre el Palo y Rincón de la Victoria. En Antequera, en los alrededores del cruce de la carretera de Málaga. En Loja, en las estribaciones de Sierra Gorda y en la carretera de Priego. En Granada, en Sierra Elvira. Y en Motril, en Calahonda y Los Conjuros.

En todas las explotaciones se sigue un proceso muy similar. Se extrae el material mediante explosivos en cantera; a continuación se recoge con pala que suele descargar directamente sobre los sistemas de trituración y clasificación. De esta forma se obtienen una serie de productos clasificados por granulometrías.

El número de obreros oscila entre 4 en las canteras más pequeñas y 25 en las de superior tamaño.

Las producciones, a tenor de la dimensión obrera y mecánica, es variable, desde 50 m<sup>3</sup>/día hasta 400 m<sup>3</sup>/día, con precios que varían —según calidades, granulometrías y demanda— entre 50 y 200 pts/m<sup>3</sup>.

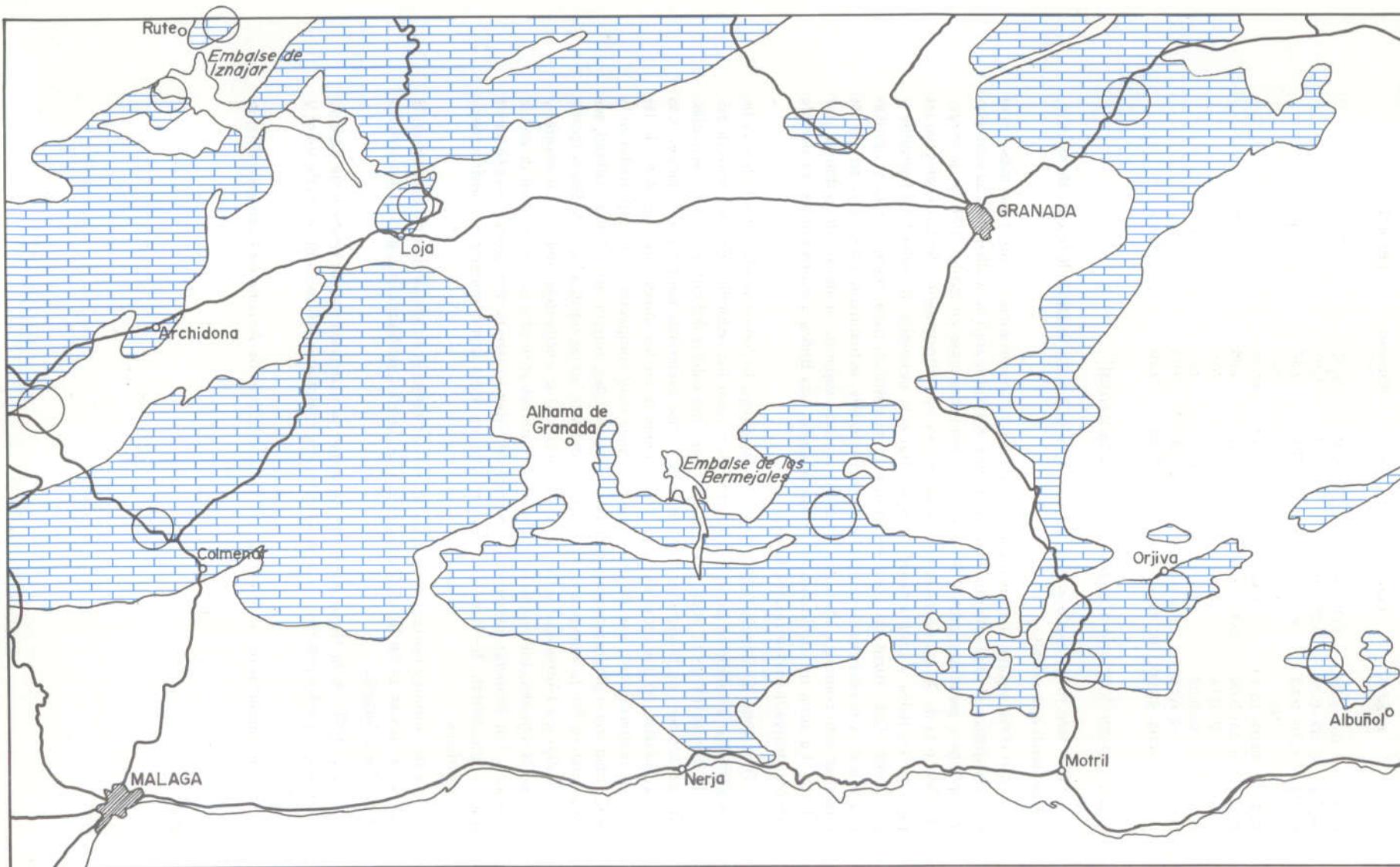
Las características técnicas de las calizas para áridos se deducen de los resultados de los estudios y ensayos efectuados. Son éstos:

#### *a) Ensayos físicos*

	<u>Jurásico</u>	<u>Eoceno</u>	<u>Trías</u>
Peso específico aparente	2.598–2.741	2.494–2.582	2.258–2.748
Peso específico real	2.736–2.788	2.658–2.694	2.305–2.800
Absorción %	0,23–1,93	1,42–2,76	0,25–0,93
%/o estabilidad al SO <sub>4</sub> Mg	1,41–4,76	1,69–2,12	1,22–2,68
Coeficiente Desgaste Los Angeles, granulometría "A"	23,36–36,38	31,18–42,34	23–42,98

LEYENDA

-  Zonas con afloramientos de calizas y dolomías
-  Zonas con explotaciones



Escala: 1/500.000

**b) Análisis químico (en tanto por ciento)**

	<u>Jurásico</u>	<u>Eoceno</u>	<u>Trías</u>	<u>Mioceno</u>	<u>Paleozoico</u>
SiO <sub>2</sub>	0,4–2,08	3,55 – 4,02	0,28–6,80	0,70	0,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03–0,20	0,25 – 0,60	0–1,93	0,02	No
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,19–0,83	0,7 – 0,8	0,04–3,87	0,39	0,16
TiO <sub>2</sub>	No	No	No	No	No
CaO	43,94–55,17	52,38	45,42–54,73	54,18	55,24
MgO	0,44–3,06	0,57 – 0,84	0,57–1,31	0,68	0,49
K <sub>2</sub> O	0–0,14	No	0–0,27	No	No
Na <sub>2</sub> O	0–0,09	No	0–0,30	No	No
SO <sub>3</sub>	0–0,60	0–0,18	0–0,66	0,83	No
P.p.c.	34,98–43,90	41,73–41,91	35,78–43,94	43,20	43,89

*Caliza como “roca de construcción y ornamental”*

Con este fin se explotan una serie de niveles a todo lo largo de la zona de estudio, que se pasan a examinar.

Sin duda alguna, uno de los núcleos de mayor importancia —si no el que más— es el que constituye el afloramiento de Sierra Elvira. Allí los materiales calizos son de naturaleza espática y pertenecientes al Sinemuriense, encontrándose en explotación en su mayoría. Son más de 30 las canteras que se ubican en este afloramiento. Se obtienen bloques para ser cortados y pulimentados con destino a la obtención de planchas, bordillos y adoquines. Los trozos de roca no utilizados se destinan para mampostería y fábricas azucareras. Las reservas se concretan a este paquete, actualmente explotado, de calizas espáticas con crinoides, de estratificación masiva, superior al metro de potencia por estrato. La zona de los Juanes, entre Caparacena, Los Baños y Pinos Puente, es posible que constituya la mayor reserva futura.

Otra zona de singular importancia la constituye la comprendida entre Loja y Zafarraya. En los alrededores de la primera son de señalar los reducidos afloramientos jurásicos de Ventorros de S. José, constituidos por unas calizas dolomíticas grises–azuladas, que se extraen en bloques en 12 canteras, como materiales para ornamentación. Las calizas liásicas de los altos de Loja, concretamente en los alrededores del Alto de las Monjas (Esparragales), son de color blanco–beige muy compactas, muy explotadas en la actualidad como piedras de construcción y ornamentales, aunque esta última cualidad, sea muy relativa. Por la carretera de Loja a Torre del Mar, en las estribaciones de Sierra Gorda y en Zafarraya (Almendral y Cerro de las Parideras) se encuentran unas calizas rosadas y rojizas, brechoides, bien regladas en hiladas e interestratificadas con otras capas de arcilla margosa. Las primeras toman color blanco amarillento, siendo más gruesos los niveles en que se encuentran. Se han empleado mucho en Loja como materiales constructivo–ornamentales.

Estas últimas calizas, se pueden encontrar también en afloramientos aislados en la Sierra de las Cabras (al SE de Antequera) y en la zona de Montefrío, al N de los arroyos Granados y Alcaide.

En el SE de la Hoja, en Sierra de Lújar, se presentan calizas triásicas de aspecto sabuloso —“piedra molinera”— que asoman entre las filitas en los alrededores de Vélez y Olías.

Correspondientes al Mioceno, en los alrededores de Alhama de Granada y Arenas

del Rey, existen las calizas lacustres que cubren los bancos, predominantemente arenosos y potencias reducidas. Dentro de este afloramiento se pueden distinguir calizas muy arcillosas como la de los cerros de las Viñas y Calerico, cerro de los Alacranes y Mesa de Fornes; o duras, menos arcillosas, como las del Cortijo del Padre Guerrero, Llanos de Toledo y Cuesta del Gas, donde se han empleado para piedras de construcción.

También se pueden incluir dentro de este apartado algunas molasas y maciños, que se han utilizado como rocas de construcción. Las molasas, cuando son muy calcáreas toman prácticamente el mismo aspecto de la caliza fina, con color amarillento, siendo aptas como materiales de construcción por su dureza. Se localizan al S de Escuzar, sobre los sedimentos triásicos y en el arroyo Turillas, a la altura del cerrete de los Alacranes, siguiendo hacia el N rodeando la depresión de Fornes y Jayena. También en los alrededores de Albuñuelas, por una serie de parajes: Venta Alegre, El Colmenar, La Alfarería y El Mayorazgo.

Maciños, se han explotado en Montefrío, Alhama y Zujaira, en instalaciones relativamente importantes, compitiendo ventajosamente con las calizas liásicas, por su menor peso y sus mejores posibilidades de arranque.

Otros afloramientos de menor importancia, a la vez que menos conocidos, son: las calizas grises—azuladas de la rambla de Montefrío, las calizas jurásicas blancas y duras de Tocón e Illora, las blancas o negruzcas o brechoides y frecuentemente compactas de Alfacar, las blancas amarillentas de Torrox, las grises azuladas de Jatar, las amarillas de Nerja y Almuñécar, las grises de Canillas de Albaida, etc.

Como se ve, los afloramientos son muchos y variados. Extenderse en la explicación de ellos ha sido necesario, ya que una gran parte de la Hoja está ocupada por calizas que adquieren un gran valor cuando tienen carácter ornamental; para la obtención de áridos, prácticamente sirven todas.

La explotación actual de rocas ornamentales y de construcción, consideradas individualmente, tienen escasa relevancia. La plantilla obrera oscila entre 3 y 8 hombres, con producciones entre 12 y 40 m<sup>3</sup>/mes, que se pagan, según tamaños y calidades, entre 600 y 4.000 pts/m<sup>3</sup>.

Es de notar que una proporción bastante apreciable de estas piedras la absorben las industrias de rocas de construcción y ornamentales de Alicante.

Para la caracterización de estos materiales, se han analizado química y petrográficamente las muestras extraídas, siendo éstos los resultados:

*a) Análisis químico (en tanto por ciento)*

	<u>Jurásico</u>	<u>Trías</u>	<u>Paleozoico</u>
SiO <sub>2</sub>	0,22 – 1,70	1,51 – 2,40	0,22–2,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0 – 0,24	0,09 – 0,16	0–0,19
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,15 – 0,64	0,36 – 0,60	0,16–0,86
TiO <sub>2</sub>	No	No	No
CaO	52,34 – 55,02	53,48 – 53,79	53,48–55,24
MgO	0,41 – 1,99	0,68 – 0,83	0,49–0,57
K <sub>2</sub> O	No	No	No
Na <sub>2</sub> O	No	No	No
S <sub>0</sub> 3	0 – 1,22	0 – 0,10	No
P.p.c.	42,62 – 43,85	42,82 – 43,08	42,56–43,89

b) *Estudio petrográfico*

Jurásico.— Oosparitas, Oobiosparita, Biosparita, Microsparita, Micrita, Biomicrita.  
Trías.— Microsparita y Esparita.

*Caliza para “aglomerantes”*

Los niveles que se explotan para esta utilización son predominantemente jurásicos y concretamente de edad liásica, aunque también cabe señalar los correspondientes al Trías y Mioceno.

Se puede decir que todos los afloramientos liásicos, que tan frecuentes se encuentran en la región subbética (que ocupa la parte noroccidental de la zona de estudio), son potenciales yacimientos de materias primas para aglomerantes, es decir, para la fabricación de cales y cementos.

Caben destacar materiales jurásicos y triálicos en las zonas siguientes: los alrededores de Loja (muy favorable también por la abundancia de margocalizas para la instalación de una fábrica de cemento); los afloramientos jurásicos comprendidos entre El Palo y Rincón de la Victoria, de donde se beneficia la fábrica de cementos allí instalada; las estribaciones de la Sierra de la Contraviesa a la altura de Albuñol; las calizas jurásicas al N de Colmenar; la sierra de Archidona; los alrededores de Rute; las sierras de Parapanda y de Madrid, al N de Illora; la Sierra de Arana por los alrededores de Diezma; las cercanías de Periana, y las calizas de Sierra Elvira. En todos estos lugares se han observado frecuentes explotaciones abandonadas de calizas para la fabricación de cales.

Aparte de las señaladas, todas las calizas de edad miocena tienen una proporción alta en carbonato cálcico, lo que las hace muy apreciadas para su utilización como aglomerantes.

Resumiendo: las zonas que presentan un mayor interés para una futura gran explotación (cementos) se localizan en los alrededores de Loja, en las cercanías de Orjiva, al otro lado del río Guadalfeo y, en la costa, en las proximidades de Calahonda.

Las explotaciones existentes no presentan términos medios: o son muy pequeñas —con métodos estrictamente manuales y producción intermitente a lo largo del año— o constituyen una gran cantera —para cementos principalmente— con un gran volumen de materiales extraídos diariamente (2.500 t). En estas últimas, el precio de coste (El Palo) resulta aproximadamente a 60 pts/t, utilizando los métodos y medios clásicos en esta clase de explotaciones: explosivos, palas, camiones, trituradoras, clasificadoras, etc.

Para definir la aplicabilidad de este tipo de sustancia el uso señalado se ha intentado su caracterización, mediante análisis, de las muestras tomadas. Se han logrado los siguientes resultados en cuanto a su composición química expresada en tanto por ciento.

	Trías	Jurásico	Mioceno
SiO <sub>2</sub>	3,01	0,18 – 4,92	0,70
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,38	0 – 0,31	0,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,80	0,21 – 0,70	0,39
TiO <sub>2</sub>	No	No	No
CaO	52,83	36,79 – 55,08	54,18
MgO	0,73	0,44 – 0,87	0,68
K <sub>2</sub> O	No	0 – 0,06	No
Na <sub>2</sub> O	No	0 – 0,02	No
S <sub>0</sub> 3	No	0 – 0,44	0,83
P.p.c.	42,25	41,27 – 44,89	43,20

### *Calizas para “usos varios”*

Se quiere destacar en este apartado la frecuente explotación en todo el ámbito de la Hoja de calizas para su aplicación en las fábricas azucareras. Son calizas de una extraordinaria pureza. La explotación se efectúa durante dos o tres meses al año. Los lugares en que se han observado estas industrias son: en la Peña de los Enamorados en Antequera, en Sierra Elvira junto a Atarfe, en Rincón de la Victoria y en los alrededores de Motril, en Calahonda. Resultan, por su volumen de producción, de escaso interés industrial.

También existe una incipiente industria de productos químicos, que obtienen carbonato cálcico, hidróxido cálcico, etc., de unas calizas blancas liásicas explotadas por la carretera de Córdoba, a la altura de la desviación a Illora.

Los análisis químicos de las muestras extraídas en yacimientos jurásicos han dado los siguientes resultados medios expresado en tanto por ciento:

SiO <sub>2</sub>	0,58
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	No
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,16
TiO <sub>2</sub>	No
CaO	55,19
MgO	0,36
K <sub>2</sub> O	No
Na <sub>2</sub> O	No
S <sub>0</sub> 3	No
P.p.c.	43,71

### **3.5.- CUARCITAS**

Los yacimientos cuarcíticos, dentro de la zona de estudio, son de escasa importancia, y se localizan en terrenos paleozoicos de la región suroccidental, dentro del Complejo Maláguide.

Son afloramientos sin grandes potencias, pero que pueden ser útiles en obras locales de vías de comunicación. Se encuentran de forma aislada, por la antigua carretera (ya abandonada) que comunicaba Málaga con Villanueva de Albaidas, a lo largo del río Campanillas. Unas cuarcitas llevan como componentes principales hornblenda, biotita y sillimanita; y otras, están formadas a base de diópsido con algunas incorporaciones de micasquistas.

La explotabilidad de estos materiales, por lo general, no es buena, y sólo un reconocimiento cuidadoso de los afloramientos conocidos puede dar lugar al inicio de una explotación.

Cuarcitas también se pueden encontrar en el macizo de Sierra Nevada y en el complejo Alpujárride, intercaladas entre micasquistos. Los bancos, de pequeño espesor —rara vez miden más de 1 m— adoptan una forma lenticular, con longitudes de 20–40 m.

Su explotabilidad resulta antieconómica y es por lo que tienen escaso interés.

### 3.6.- DOLOMIAS

Muy abundantes en el ámbito del estudio. Los principales afloramientos se localizan en terrenos de edad triásica y jurásica.

En los primeros constituyen el tramo superior del nivel, presentándose alternantes con las calizas, en bancos, a veces de gran potencia. Se encuentran muy diaclasadas y fracturadas. Su tránsito a calizas es gradual, a través de una serie de calcoesquistos del Trías medio. Los yacimientos y sus aplicaciones (excepto las de naturaleza química) son similares a los de calizas, ya descritos anteriormente. Quizá el yacimiento dolomítico más importante (triásico) lo constituya la Sierra de Lújar.

El mayor interés de estas dolomías se centra en una serie de afloramientos muy milonitizados, que se encuentran en las laderas de muchos de los macizos montañosos de la Hoja, y de los que más adelante se hablará.

Las dolomías jurásicas, se encuentran siempre en la base de las calizas. Las dolomías milonitizadas, aunque consideradas en conjunto aparenten monotonía y continuidad litológica, en realidad responden a varios tipos que se diferencian por sus granulometrías y por su composición mineralógica. Los tipos más clásicos, todos ellos muy recristalizados, son: dolomías blancas cataclásticas (sólo compuestas por granos de dolomita); dolomías de tremolita (blancas o grises claras); dolomías de actinota (de aspecto muy parecido a las de tremolita); y calizas muy dolomíticas con micas o feldespatos (colores oscuros).

Se localizan principalmente en todo el afloramiento triásico que rodea a Sierra Nevada, y en la zona alta de la Sierra de Almijara.

La explotabilidad de estos materiales, dado el grado de trituración en que se encuentran, resulta muy favorable. Las reservas son muy voluminosas.

Las aplicaciones principales a que se destinan consisten en las industrias del terrazo y la del vidrio. Sus características son:

#### a) *Ensayos físicos*

	Lías	Jurásico	Trías
Peso específico aparente . . . . .	2,838	2,868	2,725–2,894
Peso específico real . . . . .	2,898	2,905	2,793–2,972
Absorción % . . . . .	0,73	0,45	0,23–1,33
% estabilidad al SO <sub>4</sub> Mg . . . . .	2,05	1,45	1,29–2,57
Coeficiente desgaste Los Angeles, granulometría "A" . . . . .	27,60	20,98	21,40–35,40

#### b) *Composición química (en tanto por ciento)*

	Lías	Jurásico	Trías
SiO <sub>2</sub> . . . . .	1,10–1,19	0,08 – 0,52	0,15 – 2,30
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,08–0,09	0 – 0,03	0 – 0,13
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> . . . . .	0,19–0,22	0,26 – 0,64	0,02 – 1,51
TiO <sub>2</sub> . . . . .	No	No	No
CaO . . . . .	32,13–33,24	31,02 – 31,44	29,73 – 33,34
MgO . . . . .	18,57–19,69	20,55 – 20,88	18,61 – 21,76
K <sub>2</sub> O . . . . .	No	No	No
Na <sub>2</sub> O . . . . .	No	No	No
SO <sub>3</sub> . . . . .	0–0,10	No	No
P.p.c. . . . .	43,53–46,81	47,29	0 – 0,90 45,81 – 47,73

### *Dolomías para "fabricación de terrazo"*

Se utilizan preferentemente todos los niveles triásicos, en los que las dolomías se presentan muy fracturadas.

Estos se localizan predominantemente, en los alrededores de Huétor-Santillán y Beas de Granada, a lo largo de toda la carretera de Puerto Lobo a la Peza, en las zonas altas de Padul y Durcal, en Pinos del Valle, en toda la región del nacimiento de los ríos Turillas y Albuñuelas, en el Tranco y Loma del Capón (Padul), y por último, en los alrededores de Ventas de Zafarraya.

En todos y cada uno de los lugares apuntados se suelen encontrar los materiales descritos al principio de este capítulo. El criterio de selección es siempre el color; su uniformidad es uno de los factores más importantes a considerar.

Las mayores explotaciones actuales están situadas en término de Huétor-Santillán, Beas de Granada y Padul.

En todas ellas las rocas se extraen mediante una pala, a la que se ayuda con el uso de explosivos. Luego, un sencillo sistema de trituración y clasificación permite la obtención de los productos industriales, clasificados en dos tamaños fundamentales: uno más grueso, dedicado a formar ornamentalmente la cara vista del terrazo, el otro, de granulometría muy fina (polvo), se dedica a formar la matriz donde van situados los productos citados en primer lugar. Estos sistemas suelen estar enclavados prácticamente a pie de cantera.

Industrialmente tienen importancia, ya que los mercados alcanzan un radio bastante considerable. Dentro de la Hoja, las principales fábricas de terrazo están situadas en Maracena.

En cantera, y por su facilidad de extracción, la fuerza laboral es escasa, reduciéndose a 1 ó 2 hombres.

La producción, en función de la demanda, oscila entre 10 y 250 t/día, con precios por tonelada, según calidades y demanda, entre 125 y 400 pts.

Las características técnicas más destacadas, han sido obtenidas mediante análisis químicos de las muestras tomadas en los distintos yacimientos. Los resultados son estos:

	<u>Trías</u>
SiO <sub>2</sub>	0,14-0,96
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0-0,20
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,02-1,46
TiO <sub>2</sub>	No
CaO	29,62-33,34
MgO	18,61-21,60
K <sub>2</sub> O	No
Na <sub>2</sub> O	No
S <sub>0</sub> 3	0-0,62
P.p.c.	46,55-47,70

### *Dolomías para "vidrio"*

Se encuentran en los mismos niveles que las anteriores; en muchas de las explotaciones se aplican indistintamente en los diversos usos señalados. Los yacimientos se localizan en las mismas áreas que se describieron en el apartado anterior.

Las dolomías se utilizan en la industria del vidrio con el papel de estabilizante, aportando magnesia. Su única limitación consiste en su contenido en hierro; contenidos por encima del 0,1 por ciento, resultan rechazables.

Las dolomías blancas, petrográficamente clasificadas como mármoles dolomíticos, granoblásticos y sacaroideos, localmente denominadas "marmolinás", cumplen con estas especificaciones. Las industrias de la zona suministran estas dolomías en forma de polvo, convenientemente envasadas.

Constituye pues, una sustancia de gran importancia industrial, siendo su mercado de rango nacional.

A su vez, las reservas son muy considerables, y zonas como los altos de Sierra de Almijara, alrededores de Ventas de Zafarraya y cercanías de La Peza y Diezma están aún sin explotar.

El sistema de arranque, transporte y preparación en las explotaciones es similar al utilizado en el caso del terrazo.

Los precios oscilan entre 125 y 200 pts/t.

Los análisis químicos efectuados en las muestras extraídas, han dado los siguientes resultados:

	<u>Trías</u>
SiO <sub>2</sub>	0,14–0,54
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0–0,09
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,03–0,15
TiO <sub>2</sub>	No
CaO	29,62–30,86
MgO	21,36–21,64
K <sub>2</sub> O	No
Na <sub>2</sub> O	No
S <sub>0</sub> 3	0–0,62
P.p.c.	46,73–47,64

### 3.7.– FALSAS AGATAS

Se localizan entre las calizas blancas pertenecientes al Lías. Se presentan en filones estrechos, poco homogéneos y de extensión limitada. Las coloraciones suelen ser variadas; es posible, en la mayoría de los yacimientos la extracción de bloques de regular tamaño.

Los afloramientos reconocidos se encuentran en el Hacho de Loja, en la Sierra de la Parapanda, en la Sierra de Madrid y en la Sierra de la Yedra, por encima de Alfacar.

La explotabilidad de todos ellos no es fácil, ya que se encuentran muy encajados, siendo necesarias unas labores preparatorias, antieconómicas en una mayoría de los casos. Solamente una explotación, de carácter masivo y aflorante, situada en la Sierra de Madrid puede, por sus especiales características, introducir el sistema de extracción por cable, con lo que los costes y labores de extracción se simplifican en gran medida, obteniéndose unas productividades aceptables. Las demás explotaciones utilizan métodos manuales, con producciones intermitentes, según la demanda.

El número de obreros varía entre dos y tres, que incluso realizan un primer desbaste de la piedra en la misma plaza de la cantera. Los trozos no aprovechables para la obtención de planchas, se venden a las industrias del terrazo.

Los precios son altos y oscilan mucho, según el tamaño y carácter ornamental de la piedra extraída (¿10.000–20.000 pts/m<sup>3</sup>? ).

### 3.8.— GRAVAS Y CONGLOMERADOS

Se las encuentra de modo preferente en terrenos miocenos y cuaternarios.

Dentro de los primeros, se pueden distinguir dos tipos de afloramientos. Un primer tipo correspondiente a regiones de importantes depósitos, de los cuales los ejemplos más representativos son la Depresión de Granada y la Depresión de Guadix. Un segundo tipo es el constituido por afloramientos aislados, dentro de los Complejos Bético y Subbético, como son los de Montefrío, Zagra, Iznájar, Orgiva, etc.

Los afloramientos de gravas y conglomerados del Cuaternario están distribuidos muy irregularmente y regidos, de manera especial, por factores morfológicos. Los cuaternarios antiguos, pies de monte, los conos de deyección y los aluviales constituyen reservas potenciales.

La explotabilidad resulta sencilla, en la mayoría de los casos, por ser yacimientos masivos, disagregables y fácilmente accesibles.

Las reservas, considerando en conjunto toda la zona de estudio, se pueden considerar como inagotables.

Estas gravas y conglomerados explotables se las utiliza en su totalidad para la obtención de áridos.

#### Gravas para “áridos”

Dentro de los niveles miocenos los principales yacimientos son los siguientes: conglomerados de Moraleda de Zafarraya, en alternancia con formaciones limosas; conglomerado de Fornes que se extiende por todo el S de la Depresión de Granada, alternando también con limos; conglomerado de la Alhambra, situado en los alrededores de Granada con cantos de granulometría media; conglomerado Torrox–Frigiliana con cemento arenoso; conglomerados aflorantes por la carretera Loja–Torre del Mar, Kms 30–40; conglomerado de Albuñuelas de dolomías cristalinas con matriz arenosa dolomítica y conglomerados de los ríos Chillar e Higuerón al S de la Hoja. Pero quizás el de mayor importancia, tanto por su litología particular como por su explotación actual y reservas, es el que constituye el manto coluvional de La Zubia.

De este afloramiento procede la mayor parte de las gravas utilizadas en Granada para la construcción. Se trata en realidad de la unión de numerosos conos de deyección, soldados entre sí, formando un único afloramiento de unos 4 Km de frente y 2 ó 3 Km de ancho, con unos 30 m de espesor. Lo forman materiales carbonatados procedentes en su mayoría del Trevenque, que localmente presentan costras de exudación, sin importancia.

Gravas cuaternarias se encuentran en los conos de deyección en los bordes de Sierra Nevada, especialmente en la zona Padul–Dúrcal y, en general, en la mayoría de los terrenos aluviales que atraviesan la zona de estudio. Aparte del Genil, cuya importancia grava a la altura de Loja es apreciable, son de señalar todos los cursos de agua de la costa, en la zona comprendida entre El Morche y Salobreña, por la abundancia de gravas muy heterométricas de naturaleza calizo-dolomítica (marmóreas).

Los futuros emplazamientos de grandes explotaciones de este tipo se habrán de situar cerca de los dos grandes centros de consumo incluidos dentro de la Hoja: Málaga y Granada, capitales.

En los alrededores de Málaga, ya fueron señalados algunos yacimientos arenosos. En cuanto a afloramientos graveros se presentan escasas posibilidades dentro de la Hoja, ya que solamente el río Campanillas presenta, de modo intermitente, algunos depósitos de relativa importancia, pero con un contenido en elementos "lajosos" que hacen disminuir su calidad. El aprovisionamiento de áridos debe centrarse en los yacimientos calizo-dolomíticos mediante trituración.

En cuanto a la ciudad de Granada, agotadas las posibilidades del yacimiento Cájar-La Zubia, presenta un gran interés la zona de El Arenal y las situadas en las proximidades del arroyo de Huenes, cerca de su nacimiento, por encima de la Fuente y Cortijo de Hervidero, a unos 7 Km de La Zubia por el camino forestal. En este lugar están enormemente trituradas las rocas —calizas y dolomías— facilitando en gran medida su posible beneficio.

Las explotaciones existentes en los distintos puntos de la Hoja, suelen obtener los materiales mediante palas mecánicas, sometiéndolos a continuación a clasificaciones simples. Los elementos más gruesos no suelen tener interés industrial.

El nivel de empleo resulta bajo, ya que son muy simples las operaciones a realizar (2–6 hombres).

Las producciones oscilan entre 40 y 800 m<sup>3</sup>/día, con precios entre 25 y 120 pts/m<sup>3</sup>, según calidad y demanda.

Las características de las gravas descritas en este apartado se ponen de manifiesto, por los resultados de los ensayos a que han sido sometidas las muestras extraídas. Son éstos:

- Granulometría.— En el gráfico adjunto se representa la zona de curvas más frecuentes y una media de las mismas.
  - Tanto por ciento de materia orgánica: 0,01–0,17
  - Presencia de Sulfatos: Sí
  - Equivalencia de arena: 7,83–23,29

### 3.9.— MARGAS

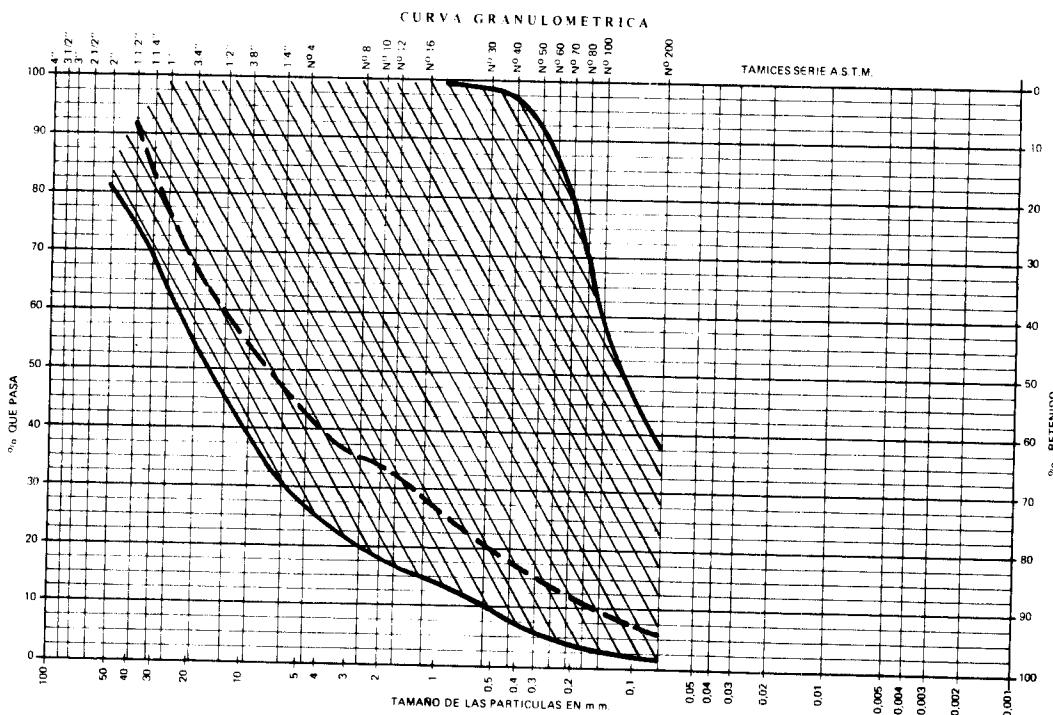
Las margas constituyen uno de los materiales que con mayor profusión abundan en toda la Hoja. Aflora en terrenos datados desde edad triásica a miocenos.

Su mayor inconveniente consiste en que, por lo general, siempre se encuentran o englobados en otros materiales, o bien con abundantes intercalaciones, que impiden un aprovechamiento industrial económico.

Correspondientes a afloramientos triásicos, son unas margas abigarradas a las que acompañan, siempre, dolomías, carniolas, lutitas y yesos.

En terrenos liálicos, se encuentran interestratificadas entre margocalizas o calizas silíceas.

En terrenos cretácicos las margas, de color blanco, también se encuentran entre margocalizas más o menos compactas, de color verdoso.



**Curva Granulométrica de Gravas y Conglomerados**

Correspondientes a terrenos eocenos y oligocenos, se localizan junto a calizas y areniscas.

En terrenos neógenos, se las puede observar con limos, arenas, arcillas y areniscas.

En definitiva, y desde el punto de vista cerámico que representa su principal aplicación, la mayor parte de los niveles citados tienen escaso interés, por las razones apuntadas en un principio.

Se pueden, sin embargo, señalar una serie de afloramientos sin duda alguna muy importantes. En primer lugar, los yacimientos pliocenos costeros, situados al W de Málaga y en los alrededores de Vélez-Málaga. Y en segundo lugar, los niveles limo-margosos, situados al S de Diezma, antes del río Fardes, y entre Tablate y el río Isbor.

Son todos fácilmente explotables, prácticamente sin recubrimientos, y con grandes reservas.

Las aplicaciones de estas margas se centran exclusivamente en la industria cerámica.

#### *Margas para "productos cerámicos"*

Los yacimientos de mayor importancia, en parte explotados, están localizados en la zona costera al S de la Hoja.

Son formaciones (resto de antiguos estuarios) que hoy se encuentran unos pocos metros sobre el nivel del mar. Los más señalados son el que forma el río Guadalhorce

hasta Alora, dando lugar a un yacimiento margoso importantísimo, por la pureza y potencia con que se presenta. De parecidas características es el que penetra hasta Vélez-Málaga, a lo largo del río Vélez. En menor escala y ya en un segundo plano, se pueden considerar los de los ríos Torrox, Chillar, Higuerón, de la Miel, del Rescate, Verde, etc.

En todos ellos las margas, de colores predominantemente azulados-verdosos, se presentan con una gran potencia, sobre unos conglomerados que les sirven de base.

Las industrias instaladas en estos afloramientos son muy importantes, de gran dimensión, utilizando en todas sus fases, tanto en cantera como en fábrica, métodos y equipos más bien modernos.

No sucede así en los afloramientos señalados en que las margas se encuentran con limos. En ellos, las industrias instaladas utilizan el método de balsas, haciendo correr una corriente de agua sobre los afloramientos, para eliminar, por sedimentación, la parte más gruesa.

Los productos que se obtienen en estas industrias, son los clásicos de naturaleza cerámica, oscilando el precio de todos ellos alrededor de 1 pts/unidad. El precio de la materia prima en cantera puede oscilar entre 30 y 80 pts/t.

En la explotación, la fuerza laboral, debido a los elementos mecánicos utilizados, es muy reducida, de 1 a 4 hombres.

Las fábricas, salvo raras excepciones, suelen estar a pie de cantera, por lo que los costes por transportes, tienen escasa incidencia.

Las producciones variables a lo largo del año según demanda, oscilan entre 50 y 100 t/día.

Las características medias de estos materiales se detallan a continuación, obtenidas de los resultados de los ensayos a que han sido sometidos.

*a) Análisis químicos (en tanto por ciento)*

		Plioceno
SiO <sub>2</sub>	.	43,48
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	.	13,66
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	.	4,10
TiO <sub>2</sub>	.	0,39
CaO	.	15,84
MgO	.	2,32
K <sub>2</sub> O	.	0,56
Na <sub>2</sub> O	.	0,72
S <sub>0</sub> 3	.	0,08
P.p.c.	.	18,85

*b) Análisis granulométrico de la muestra (en tanto por ciento)*

<u>2–0,2 mm</u>	<u>0,2–0,02mm</u>	<u>20–2μ</u>	<u>&lt;2μ</u>	<u>Edad</u>
1,2–8,3	18,1–45	13–34	31,5–44,8	Plioceno
10,1–31	19,6–46,3	22,2–35,6	13,3–20	Mioceno

*c) Análisis mineralógico de la muestra global (en tanto por ciento)*

<u>Cuarzo</u>	<u>Calcita</u>	<u>Dolomita</u>	<u>Arcilla</u>	<u>Edad</u>
20–35	10–35	5–20	30–45	Plioceno
30–50	0–25	0	40–60	Mioceno

*d) Análisis mineralógico, fracción < 20  $\mu$  (en tanto por ciento)*

Micas	Para.	Clor.	Esmec.	Kand.	Edad
35–60	0–5	0–15	0–10	0–30	Plioceno
70–75	5–15	0–5	0	5–10	Mioceno

(Para: paragonita; clor.: cloritas; Esmec.: esmectitas; Kand.: kanditas).

### 3.10.– MARGOCALIZAS

Pertenecen a terrenos jurásicos y cretáceos.

Desde un punto de vista industrial, los primeros no tienen demasiado interés; se encuentran siempre acompañados y estratificados con margas muy silíceas o con calizas, impidiendo una posible explotación. Solamente las pertenecientes al Sinemuriense–Charmutiense, pueden tener algún interés (Archidona, Montefrío, Fuentes de Cesna, Sierra de las Arcas, Iznájar, etc.).

Las pertenecientes a terrenos cretáceos, se encuentran alternando con margas. Presentan unos colores blancos o verdosos, con consistencias apreciables, que dan lugar a unos relieves de naturaleza dentada. Todos los afloramientos se encuentran dentro del dominio Subbético.

La explotación de estos materiales cretáceos no presenta dificultades. No suelen tener recubrimientos, así como tampoco es imprescindible la utilización de explosivos.

Las reservas, considerando en conjunto todos los afloramientos de la Hoja, pueden calificarse como grandes.

La aplicación ideal de estas margocalizas se centra en la industria del cemento.

#### *Margocalizas para “cementos”*

Los afloramientos más señalados en que se hallan estas margocalizas, aplicables para industrias de cementos, son: en las estribaciones de la Sierra de Camarotos entre Alfarnate y Villanueva de Cauche, en la región comprendida entre Villanueva del Trabuco y la Sierra de Gibaltón, en las estribaciones de Sierra Gorda, entre ésta y el arroyo del Salar, al Norte de Illora, y por último, en afloramientos aislados, entre Algarinejo y Encinas Reales. Todos estos afloramientos están situados en terrenos cretáceos.

Existe una única explotación, situada en Cuevas de S. Marcos. En ella, mediante una pala mecánica, se extrae el material que es transportado a unas tolvas para cargar sobre camiones que lo llevan a la fábrica, situada a unos 500 m. En cantera trabajan 4 hombre, con una producción media de 200 t/día.

La cantera y fábrica pertenece a la empresa constructora del pantano de Iznájar, destinando la producción a usos propios.

Las características químicas de estos materiales, después de los análisis efectuados, son las siguientes:

	<b>Cretáceo</b>
SiO <sub>2</sub>	17,10 – 20,44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,58 – 5,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,02 – 3,02
CaO	36,24 – 43,64
MgO	0,64 – 1,29
K <sub>2</sub> O	0 – 0,46
Na <sub>2</sub> O	0 – 0,50
S <sub>0</sub> 3	0 – 0,13
P.p.c.	31,80 – 35,02

### 3.11.— MARMOLES

Se engloban dentro de este apartado tanto los materiales calizos como dolomíticos de textura esencialmente cristalina.

Pertenecen a terrenos cámbicos y triásicos.

En general, se encuentran intercalados entre grandes masas de micasquistos, con potencias y colores muy variados (grises, blancos, azulados, etc).

Afloran exclusivamente al S y E de la Hoja, en las sierras de Almijara, Lújar y Sierra Nevada.

La explotabilidad de estos materiales es muy variable, ya que los distintos plegamientos, así como las intercalaciones en cada caso, son las que señalan su mayor o menor aptitud para explotación.

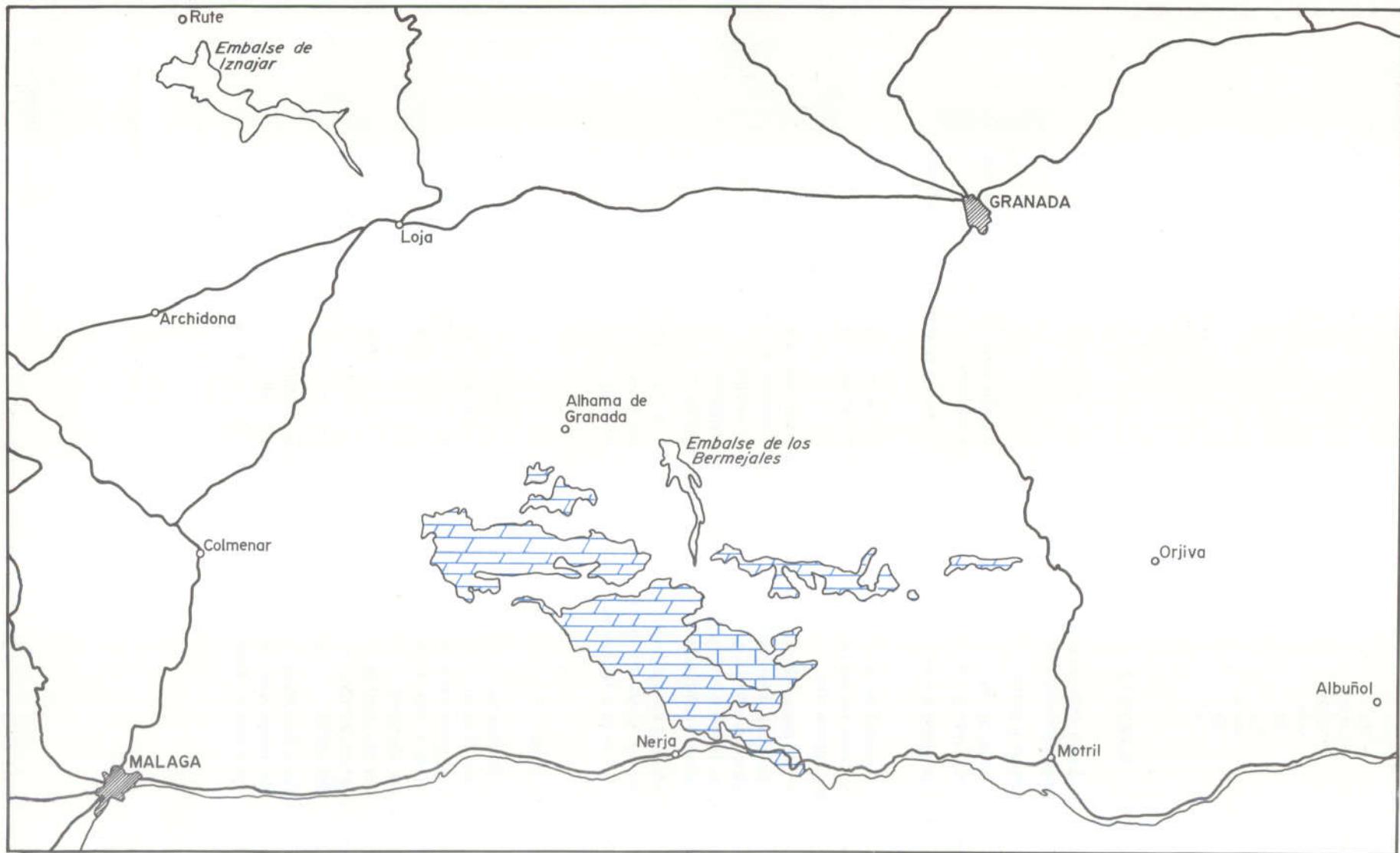
Hacer una evaluación de reservas resulta difícil, por la dispersión que imprime el metamorfismo a estas rocas. Las variaciones, principalmente del valor ornamental, pueden incluso ser muy locales, por lo que cualquier evaluación de posibles reservas es muy relativa. Solamente se puede apuntar, que las extensiones de terrenos en que afloran mármoles calizos y mármoles dolomíticos son muy amplias.

Las posibles aplicaciones, están en relación directa con el carácter ornamental y la fracturación que presenten los afloramientos y son las industrias de las piedras de construcción y del terrazo las que absorben, o pueden absorber, la mayor parte de la producción.

#### *Mármoles como “rocas ornamentales”*

Los afloramientos de un mayor interés se encuentran en los lugares siguientes: En Sierra Nevada, situados entre los micasquistos y formados por cristales de dolomita y calcita con bastante cantidad de mica blanca y óxidos de hierro; el color más frecuente es el blanco, más o menos amarillento, y el gris azulado. En Busquistar (Cerro de los Peñones) los afloramientos son esencialmente dolomíticos, entre los micasquistos del río Trevélez, que son muy similares a los de Corral de las Rosas, en Pampaneira y Soportújar. Dispersos se encuentran, en estrechos niveles, de carácter cipolínico, cerca de La Peza y en Aguas Blanquillas en los alrededores de Huetor-Santillán.

En Sierra de Almijara, se trata de mármoles grises y azulados, cipolínicos, en ocasiones de grano grueso, con intercalaciones de esquistos cristalinos y micasquistos. Se localizan preferentemente en afloramientos dispersos más o menos aislados, en toda la franja de



### LEYENDA

- [Calizas Cristalinas] Calizas Cristalinas
- [Dolomias Cristalinas] Dolomias Cristalinas

Escala: 1/500.000

terreno que desde Ventas de Zafarraya, siguiendo la dirección NW-SE llega hasta las proximidades de Almuñécar. Constituyen unos afloramientos, en su mayoría, algo inaccesibles, pero importantes.

En Sierra de Lújar, se pueden observar en términos de Lújar Lagos y Olías, sobre todo en el cerro del Toro, con colores azules jaspeados.

Entre los descritos anteriormente, sólo han existido explotaciones aisladas sin importancia.

En la actualidad, se explotan mármoles de naturaleza dolomítica, azules, en un pequeño asomo en Venterros de S. José, al N de Loja.

Son canteras de escasa importancia, con 2 a 4 obreros por cada una, que en conjunto alcanzan una producción mensual de 100 m<sup>3</sup>.

Las características de los materiales marmóreos muestrados se han constatado mediante los correspondientes análisis químicos, que han dado los siguientes resultados:

	<u>Trías</u>	<u>Paleozoico</u>
SiO <sub>2</sub>	0,54-35,86	1,18
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0- 6,42	0,06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,58- 8,31	0,29
TiO <sub>2</sub>	0- 0,06	0
CaO	3,44-43,90	30,45
MgO	2,46-30,11	20,64
K <sub>2</sub> O	0- 0,83	No
Na <sub>2</sub> O	0- 0,30	No
S <sub>0</sub> 3	0- 0,09	No
P.p.c.	13,89-47,45	47,38

### 3.12.— MICASQUISTOS

De escaso interés, aunque sus afloramientos tengan una gran extensión y potencia.

Solamente en Málaga, y para la fábrica de cementos, se han abierto dos canteras que benefician estos materiales, utilizados como correctores en los procesos de elaboración del cemento.

La producción de estas canteras es intermitente, necesitándose únicamente una pala mecánica, para las labores de arranque.

Las características químicas, de las muestras obtenidas de los niveles paleozoicos, expresadas en tanto por ciento, son:

	<u>Paleozoico</u>
SiO <sub>2</sub>	56,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,92
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,68
TiO <sub>2</sub>	0,60
CaO	0,82
MgO	2,44
K <sub>2</sub> O	4,12
Na <sub>2</sub> O	2,28
S <sub>0</sub> 3	No
P.p.c.	7,54

### 3.13.- OCRES

Muy abundantes en toda el área de estudio.

Ligados en la mayoría de los casos a calizas, areniscas y margas, forman masas y filones de naturaleza muy irregular.

Los yacimientos más importantes se encuentran en términos de Loja y Lanjarón.

El primero se localiza en los alrededores del cortijo de la Barragana. Son una serie de capas, con longitudes de 140 a 180 m encajados en caliza, con buzamiento al SE de unos 60°. En ellas está situada la única explotación existente en la actualidad: pequeña mina subterránea, con producción de unas 30 t/semana, y que se encuentra próxima al agotamiento de sus reservas.

El material es una hematites roja, algo mezclada con arcilla, cuya ley no excede del 51 por ciento en hierro.

Todos los alrededores (Río Frío, La Zagra, etc.) tienen pequeños afloramientos, sin importancia.

Los ocres de Lanjarón se encuentran al S de la línea de protección del balneario y al NW del pueblo en la zona límite de Lanjarón, Tablate y Béznar. Se presentan en filones—capas de color amarillento y rojizo, con potencias que pueden llegar hasta 2 m, encajados entre calizas y areniscas.

Son ocres, que en muestras escogidas, pueden llegar a dar el 52 por ciento de hierro.

Aparte de estos dos yacimientos, en segundo plano y de importancia relativa, se pueden encontrar afloramientos en los siguientes términos: Bérchules, Cadiar, Nieles, Jubiles, Busquístar, Cástaras, Pampaneira, Bubión, Capileira, Pitres, Carataunas, Orjiva, Soportújar, Tablate, Béznar, Lújar, Alfacar, Cogollos, Huétor-Santillán, La Peza, Diezma, Sierra de los Guájares, Zafarraya, Algarinejo, etc.

La utilización posible se centra en la industria de pinturas.

### 3.14.- OFITAS

Se encuentran relacionadas a una unidad volcánica y un sistema de fallas de zócalo de dirección WSW—ENE.

Se trata de unas rocas verdes, granudas, cristalinas, compuestas por plagioclasas básicas y piroxenos como materiales esenciales.

Se les localiza en la carretera de Moraleda de Zafayona a Brácana, al W de Zagra, por la carretera de Loja a Rute al W de Riofrío, alrededores de Montefrío, en Sierra Elvira, Algarinejo, etc.

Normalmente, se encuentran en estado avanzado de alteración y su aprovechamiento industrial siempre ha sido ocasional y de muy reducida magnitud. No existen en la actualidad canteras activas. La explotabilidad resulta difícil, con reservas no muy grandes.

El análisis de las muestras escogidas ha dado el siguiente resultado:

*a) Análisis químico (en tanto por ciento)*

SiO <sub>2</sub>	48,36
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,57
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	8,15
TiO <sub>2</sub>	0,16
CaO	10,28
MgO	2,98
K <sub>2</sub> O	4,12
Na <sub>2</sub> O	2,66
S <sub>0</sub> 3	1,28
P.p.c.	10,44

*b) Ensayos físicos y químicos*

— Peso específico aparente	2,631
— Peso específico real	2,928
— Absorción %	3,85
— % Estabilidad al SO <sub>4</sub> Mg	5,05
— Coeficiente desgaste Los Angeles, granul. "A".	56,66

### 3.15.— SERPENTINAS

Se engloban dentro de este apartado todos los materiales de naturaleza serpentínica o anfibólica ya se presenten en forma masiva o esquistosa.

Son materiales de edad paleozoica en su totalidad, que se encuentran en pequeños floramientos asociados a los micasquistos del Complejo Nevado—Filábride y de las Alpujárrides. Pueden situarse, bien dentro de la masa de estas rocas, o en los contactos con las pertenecientes a otros tramos y que las rodean. Este contacto con las rocas adyacentes, parece ser siempre de naturaleza tectónica.

Los afloramientos más frecuentes se encuentran en los bordes de Sierra Nevada y en la parte S de las Alpujárrides.

Son yacimientos con unas condiciones de explotabilidad bajas, por constituir en su mayoría afloramientos muy encajados y en parte inaccesibles en algunas épocas del año, debido a factores climáticos.

Las reservas, teniendo en cuenta lo señalado anteriormente, están en razón directa del uso a que se las destine. Si es para la industria del terrazo, no cabe duda de que son grandes. En cualquier otra aplicación, sólo un estudio minucioso podría dar un dictamen acertado.

#### *Materiales serpentínicos como "rocas ornamentales"*

Los principales afloramientos ya han sido señalados. Dentro del núcleo de Sierra Nevada, estos materiales se pueden encontrar entre los mármoles, o bien por debajo de éstos, entre los micasquistos.

En el primer caso se presentan en forma de filones—capa o lentejones, concordantes con la estratificación. Son anfibolitas verdes oscuras y amarillas—verdosas de hasta 3 m de potencia. En el segundo, están intercaladas entre micasquistos, con potencias que pueden llegar hasta los 20 m.

Los afloramientos más accesibles se encuentran en los altos de Nigüelas, en la

carretera a S.Nevada, en Berchules y Mecina–Bombarón (Cortijo del Molino), en Güejar –Sierra (Collado Sabinillo y Prados del Aire), en Lugros (junto al cauce del río), en Lanjarón al N del puente sobre el río Izbor, junto a dolomías cristalinas) y en Soportújar al NE de la población, en el nacimiento de la rambla).

Correspondientes a materiales Alpujárrides, se encuentran unas anfibolitas, en capas delgadas, intercaladas entre cuarcitas y micasquistos, al S de Sierra Almijara. Su color es verde esmeralda. Presentan escaso interés industrial.

Explotaciones actuales activas, se encuentran dentro de estos afloramientos: altos de La Zubia, Nigüelas, Lugros y, sobre todo, en el Barranco de S.Juan.

Este último afloramiento se compone de serpentinas de color verde oscuro, veteadas de negro, encontrándose estratificada con capas cuarcíticas granudas, de color rosado. Las capas llevan una dirección NE–SW y buzamiento al W cortando el barranco y asomando por el de la Mojonera y Canchites.

Constituye un yacimientm importante, con métodos de explotación antiguos y rendimiento económico muy relativo.

Petrográficamente, los yacimientos muestrados han clasificado los materiales, predominantemente, como serpentinitas de crisotilo.

Sólo localmente (Lugros) se han visto rastros de asbestos, sin llegar a constituir un yacimiento apreciable.

### 3.16.– TURBAS

Existe un único afloramiento dentro del ámbito de la Hoja. Se encuentra enclavado entre Padul, Dúcal y Cozvíjar. Es un terreno diluvial.

La turba se presenta de forma irregular y con espesores variables (máximo conocido 10m), aflorando en distintos puntos, que se pueden dividir en dos grandes delimitaciones, actualmente concedidas.

La producción en estas canteras es intermitente (con régimen familiar, en una de ellas), pero que al final del año, conjuntamente, pueden llegar hasta las 4.000 t.

Los sectores demandantes se extienden por toda la península, aunque destacan de un modo especial Barcelona, Málaga, Granada (Almuñécar) y, sobre todo, Jaén (para abono de olivos).

Las características de estas turbas han quedado reflejadas en los análisis efectuados, y son las siguientes:

#### a) Análisis químico (en tanto por ciento)

SiO <sub>2</sub>	5,46
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,01
TiO <sub>2</sub>	No
CaO	9,28
MgO	2,78
K <sub>2</sub> O	0,61
Na <sub>2</sub> O	0,23
S <sub>0</sub> 3	2,80
P.p.c.	73,75

*b) Características físicas (en tanto por ciento)*

### 3.17.- YESOS

Se encuentran en la Hoja, correspondiendo a terrenos triásicos y miocenos.

Entre los primeros, se localizan una serie de afloramientos muy irregularmente repartidos, entre filitas y margas arcillosas, siendo raro el afloramiento triásico, que en mayor o menor cantidad, no contiene yeso.

Los yacimientos miocenos, muy diferentes de los anteriores, están estratificados en capas de pequeña potencia, entre niveles margosos y limosos.

Son los primeros señalados, los que en alguna ocasión suelen tener problemas respecto a su explotabilidad, por la irregularidad de las masas y los posibles recubrimientos, de margas rojas, de carácter arcilloso.

Las reservas son grandes, consideradas globalmente.

Se utilizan estos materiales para la fabricación de yesos.

### Vesos para "aglomerantes"

Los principales afloramientos, en explotación o no, distribuidos por la Hoja son los siguientes:

Correspondientes a edad triásica, quizá los de mayor importancia, son los situados en los alrededores de Loja, alternando con margas arcillosas de colores blancos grisáceos, presentándose en bolsadas, unas veces blanco y compacto y otras rojizo y algo cristalino. Se suele encontrar con preferencia en las zonas de contacto de las margas con las calizas. Los parajes más conocidos son los de la Barragana, Sanoscuras, de la Fuente de la Loza y de Los Montes, en las proximidades de los arroyos de Bahaholgado, de Nebliu y del Salado.

Asimismo, y de idénticas características, se encuentran afloramientos muy importantes, en las proximidades de Archidona (Los Molinillos) y Antequera (Peña de Los Enamorados).

También de edad triásica, y ya al S de la Hoja, en el complejo Alpujárride, se ven yesos, junto a Lanjarón, inmediatamente a la salida de la población, por la carretera que va hacia Orgiva. Frente a esta última población, entre masas irregulares de caliza, se encuentran bolsadas de yeso, de relativa importancia.

Y, en general, por toda la Sierra de Lújar, se encuentran yacimientos yesíferos situados entre las calizas, en bolsadas muy irregulares. Localidades con afloramientos son: Lújar, Lagos, Olías, Alcázar, Albuñol, Los Yesos, etc.

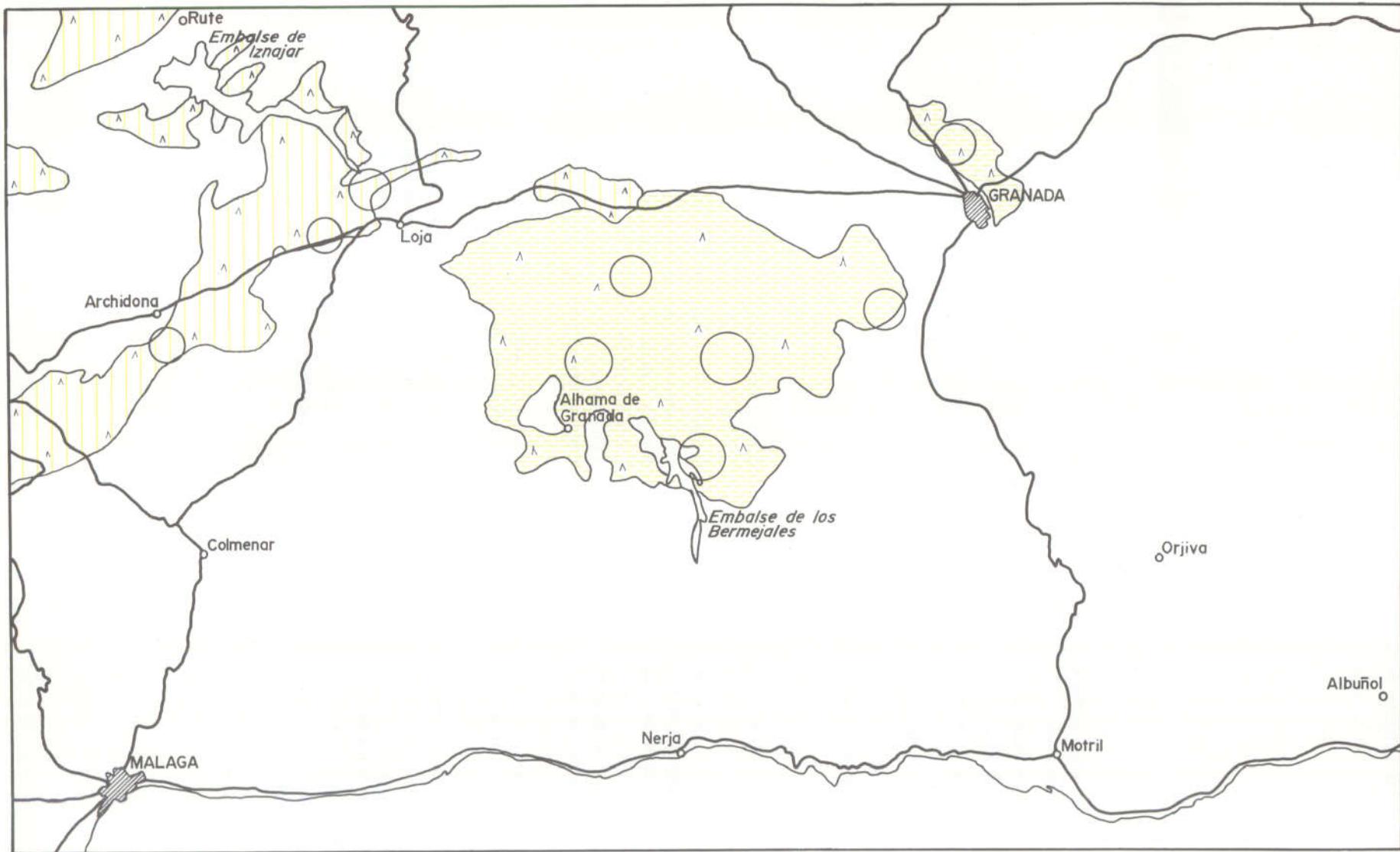
Quizá una mayor importancia tengan los yesos correspondientes a terrenos mioce-  
nianos en la Depresión de Granada.

LEYENDA

Margas arcillosas yesiferas

Margas con calizos y yesos

Zonas con explotaciones



Escala: 1/500.000

El principal paquete, de gran potencia y en alternancia con limos, rodea la mancha terciaria de Arenas del Rey, limitándose hacia el W en el barranco de Ontiveros, frente al pueblo de Alhama de Granada y ocupando la vertiente del río hasta Santa Cruz del Comercio.

Este afloramiento margo-yesoso, se le ve también cada vez más potente, por Cacín y Ventas de Huelma, muy plagado y ondulado. Ya en la zona de La Malhá, Gabia la Grande y Acula, el yeso es más preponderante, llegando a constituir capas apreciables, siempre con limos estratificados.

Afloramientos del mismo tipo, pero de menor importancia, se encuentran en un amplio sector entre Pulianas y Peligros.

Las canteras en explotación correspondientes a esta sustancia, son de escasa importancia, con uno o dos obreros, que utilizan métodos manuales, o en las más modernizadas, palas mecánicas y martillos perforadores.

Las producciones oscilan entre 500 y 15.000 t/año, con precios oscilantes, alrededor de 10 pts/kilo.

Las características más sobresalientes de estos yesos se ponen de manifiesto, mediante los análisis efectuados en las muestras seleccionadas. Son éstos:

a) *Análisis químico (en tanto por ciento)*

	<u>Mioceno</u>	<u>Plio-Mioceno</u>	<u>Trías</u>
SiO <sub>2</sub>	0,50–6,68	4,02	0,28–7,14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0–2,12	0,60	0–3,61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,06–2,10	0,84	0,18–1,48
TiO <sub>2</sub>	0	0	0
CaO	30,62–35,64	34,36	29,16–39,36
MgO	0,23–3,82	1,04	0,74–5,06
K <sub>2</sub> O	0–0,46	0	0–0,39
Na <sub>2</sub> O	0–0,72	0	0–0,15
S <sub>0</sub> 3	24,00–45,39	34,46	20,08–45,32
P.p.c.	21,11–29,29	24,68	21,38–33,06

b) *Análisis mineralógico (rayos X)*

<u>Yeso natural</u>	<u>Anhidrita</u>	<u>Otros minerales</u>	<u>Edad</u>
43–88	—	Cuarzo, calcita, dolomita	Mioceno
56	—	Cuarzo, dolomita	Mioplioceno
57–88	—	Cuarzo, calcita	Trías

#### 4.- PRODUCCION DE ROCAS INDUSTRIALES

Se ofrece a continuación un grupo de cuadros en los que se incluyen, por sustancias y utilizaciones, una serie de datos de interés industrial.

##### ARCILLAS

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/año	Valor en pesetas
Productos Cerámicos	11	600	850.000	43.000.000

*Observaciones.*— Los datos son siempre estimados, debido a la heterogeneidad en todos sus órdenes.

*Concentración máxima de centros productores.*— Alrededores de Jun y entre Alhendín y Gabia la Grande.

*Incidencia del transporte.*— Es escasa debido a los cortos recorridos que se dan en la mayoría de los casos.

*Variación de la demanda futura.*— Sufrirá un aumento proporcional a la actividad constructiva.

*Mercados actuales más frecuentes.*— En primer lugar, Granada capital, y en general toda Andalucía. La industria azulejera exporta a Francia parte de su producción.

##### ARENAS

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/año	Valor en pesetas
Aridos	7	40	600.000	60.000.000

*Observaciones.*— Según la demanda y producción existente en la zona, los precios unitarios varían considerablemente.

*Mercados más frecuentes.*— Málaga y Granada.

*Incidencia del transporte.*— No suele tener demasiada importancia en el precio del producto final.

*Variación de la demanda futura.*— Aumento progresivo en función de la evolución de la actividad constructiva.

### CALIZAS

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/año	Valor en pesetas
Aglomerantes	3	59	750.000	40.000.000
Aridos	18	182	11.000.000	1.650 millones
Ornamentales	10	105	3.780	12.450.000

*Observaciones.*— Los precios de los distintos productos son muy variables. En el cuadro se ha hecho una estimación global.

*Mercados más frecuentes.*— Las materias primas para aglomerados se consumen localmente, así como las de áridos. Las rocas ornamentales tienen mercado nacional.

*Incidencia del transporte.*— Sólo las rocas de carácter ornamental, por las distancias que han de recorrer, sufren un aumento en el precio de coste a causa del transporte.

*Variación de la demanda futura.*— Las correspondientes a la industria de aglomerantes se mantendrán con ligeras oscilaciones o sin variación. Las demás experimentarán un sensible aumento.

### DOLOMIAS

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/año	Valor en pesetas
Terrazo y Vidrio	12	65	500.000	120 millones

*Observaciones.*— Se ha calculado un precio medio entre los productos dedicados a terrazo y vidrio.

*Mercados más frecuentes.*— Para el terrazo, es un mercado de ámbito comarcal. Los productos para vidrio tienen un mercado nacional.

*Incidencia del transporte.*— Suele ser elevado cuando el mercado es nacional. En los demás, es poco importante (terrazo).

*Variación de la demanda futura.*— De difícil apreciación por ser materias primas de productos muy variables con las evoluciones de la técnica.

### GRAVAS

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/año	Valor en pesetas
Aridos	19	75	1.125.000	112.500.000

*Observaciones.*— Se ha tomado como precio medio de la tonelada el de 100 pts., aunque localmente y según demanda, varía ostensiblemente.

*Mercados más frecuentes.*— Granada y alrededores.

*Incidencia del transporte.*— Prácticamente nula.

*Variación de la demanda futura.*— Sufrirá un aumento proporcional al de la actividad constructiva.

YESOS

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/año	Valor en pesetas
Aglomerantes	19	88	18.000	9.000.000

*Observaciones.*— No se ha considerado la producción de una fábrica de cemento (600 t/mes) por ser muy variable y no tener venta al público.

*Mercado más frecuente.*— En general, son mercados locales afectos a los mayores núcleos de población.

*Incidencia del transporte.*— Prácticamente nula.

*Variaciones de la demanda futura.*— Aumento proporcional a la actividad constructiva.

## 5.- CONSIDERACIONES FINALES

La panorámica general de la Hoja 5-11 Granada-Málaga, nos la señala como una zona en que las rocas de aplicación industrial tienen una sensible importancia.

Esto es debido a que afloran materiales diversos, a veces con reservas importantes.

Las explotaciones de mayor interés son las dedicadas a la obtención de áridos y las estrictamente cerámicas.

Solamente en éstas y en alguna otra excepción, tienen un dimensionamiento y métodos de explotación aceptables, fruto de una dirección técnica adecuada.

La mecanización es siempre muy simple, y se podría decir, en la mayoría de los casos, que es la estrictamente imprescindible, teniendo como consecuencia paradas que repercuten sobre los precios de coste.

Los materiales detríticos y los fácilmente disagregables, que necesitan escasa mano de obra, son los que a largo plazo producen una mayor rentabilidad.

Materiales de interés dentro de la Hoja lo constituyen los de carácter ornamental (calizas, mármoles, serpentinas, etc.). Sólo estudios de detalle, pueden llegar a definir potenciales yacimientos de cara a posibles mercados nacionales e internacionales.

En un segundo plano, con vistas a mercados más reducidos de ámbito regional, presentan gran importancia los materiales miocenos y cuaternarios, concretamente, las arenas y limos.

Las dolomías milonitizadas, por sus aplicaciones muy específicas, son siempre de interés.

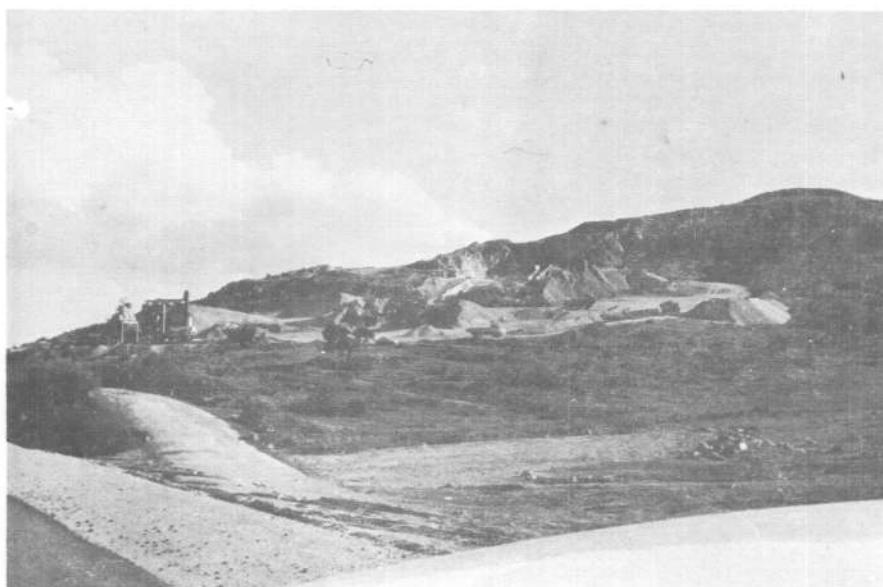
**FOTOGRAFIAS**



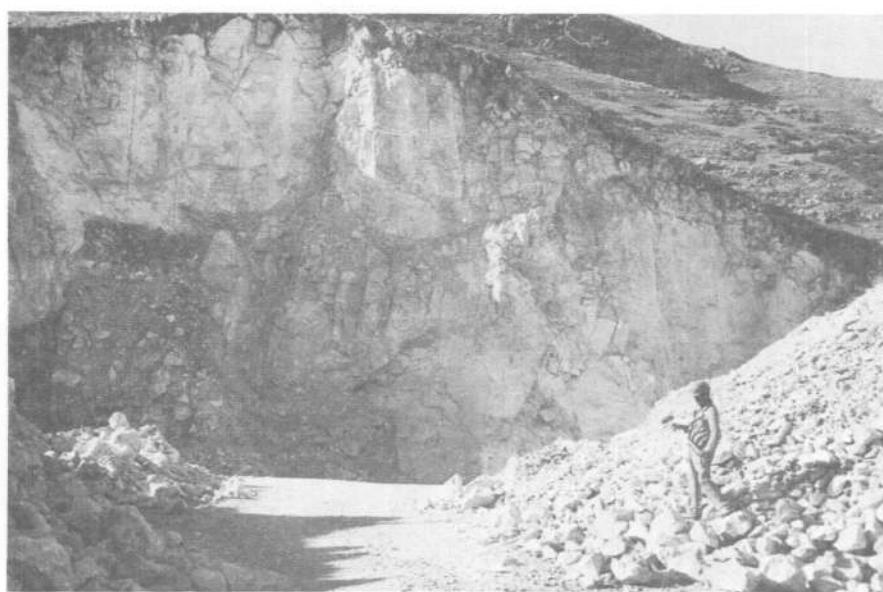
Explotación de falsas agatas. Illora.



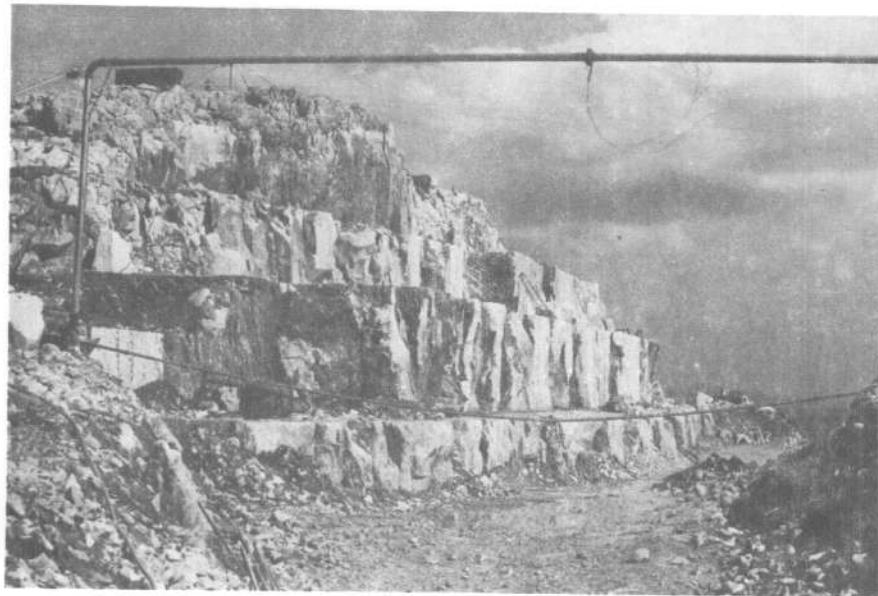
Cantera de Caliza. Cuevas de San Marcos.



Cantera de caliza para áridos. Villanueva del Rosario.



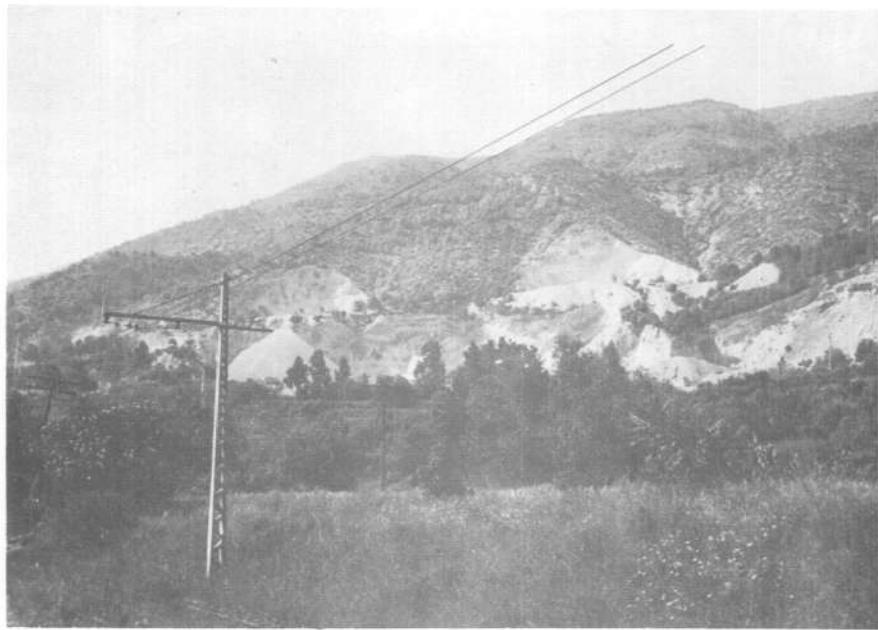
Explotación de calizas para productos químicos. Illora.



Explotación de calizas ornamentales. Antequera.



Conglomerados. Lanjarón.



Explotaciones de dolomías. Padul.



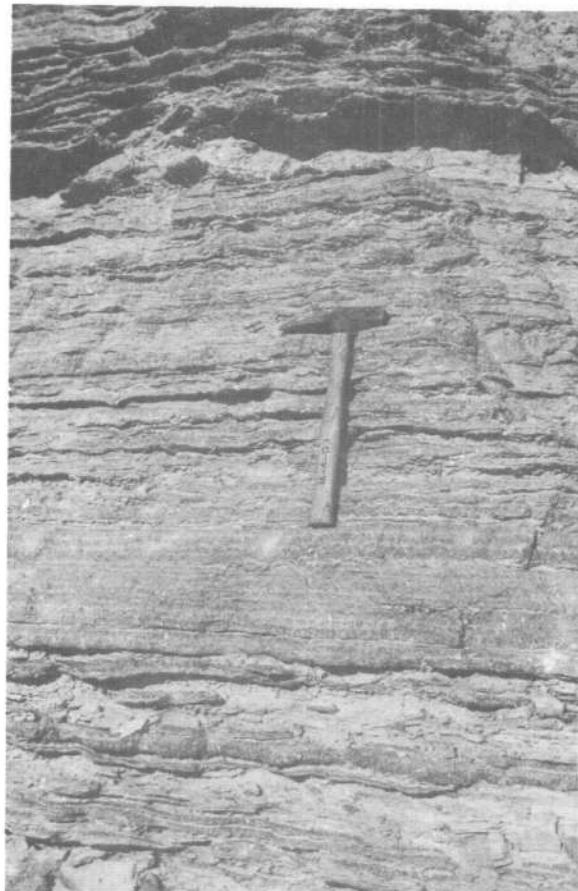
Explotación de margas cerámicas. Málaga.



Yacimiento de mármol cipolino. Albuñuelas.



Yacimiento de yesos miocenos. Alhama de Granada.



Detalle de yesos miocenos. Alhama de Granada.

## BIBLIOGRAFIA

- ALDAYA, F.- *Los Mantos Alpujarrides al S de Sierra Nevada.* Tesis. Universidad de Granada. Mem. ind. 1969.
- AZEMA, J.- *Etude géologique des abords de Málaga.* Est. Geol. XVII, núm. 2, 1961.
- BLUMENTHAL, M.- *Géologie des chaines pénibétiques et subbétiques entre Antequera y Loja, et les zones limistrophères (Andalousie).* Bull. Soc. Geo. de France, núm 1 1931.
- BLUMENTHAL, M. y FALLOT, P.- *Observations géologiques sur la Sierra de Arana entre Grénade y Guadix.* Bol. Real. Soc. Esp. Hist. Nat. XVII. 1935.
- BOLETIN DEL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA.- Diciembre 1971. Madrid.
- BOULIN, J.- *Etudes géologiques dans les zones internes des Cordillères Bétiques (Espagne méridionale).* Tesis. Univ. de París. 1968.
- COPPONEX, J.- *Observations géologiques sur les alpujarrides occidentales (Cordillères Bétiques, Espagne).* Tesis Univ. Génève. Boletín del IGME, LXX. 1959.
- DABRIO, C.J. y VERA, J.A.- *Características sedimentarias del Jurásico Subbético en la región Algarinejo – Rute – Acta – Geológica Hispana,* IV núm 6. 1969.
- DE SIERRA, ALFONSO.- *Hierros de Almería y Granada.* Memorias del IGME, 1925.
- DURAND DELGA, M.- *Coup d'oeil sur les unités malaguides des Cordillères Bétiques (Espagne).* C.R. Ac. Sc. de París, 1968.
- FALLOT P.- *Les Cordilleres Betiques.* Est. Geol. núm 8. 1948.
- FONTBOTE J.M.- *Tectoniques superposées dans la Sierra Nevada (Cordilleres Bétiques, Espagne).* C.R.A. Sc. de París. 1957.
- FONTBOTE J.M. y QUINTERO, I.- *Lavas almohadilladas (pillow lavas) en los afloramientos volcánicos de la transversal Iznalloz – Jaén (Cordillera Subbética).* Not. y Com. Inst. Geol. Min. Esp. núm 60, 1960.
- GARCIA DUEÑAS V.- *Consideraciones sobre las series del Subbético interno que rodean la Depresión de Granada.* Act. Geol. Hisp. IV, núm. 1. 1969.
- GARCIA DUEÑAS V.- *La zona Subbética al N de Granada.* Tesis Univ. Granada. 1967.
- GONZALEZ DONOSO, J.M.- *Estudio geológico de la Depresión de Granada.* Tesis. Univ. de Granada. 1967.
- IGME.- *Atlas Inventario de Rocas Industriales.* Madrid, 1971.
- IGME.- *Mapa de Rocas Industriales a escala 1:200.000. Hoja núm. 79 (Elche).*
- IGME.- *Mapa Geológico de España. Síntesis de la Cartografía existente. E. 1:200.000 Hoja núm. 83, Granada–Málaga.* Madrid.

- *INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL*.- *Atlas Nacional de España*. Madrid, 1965.
- *INVENTAIRE DE SUBSTANCES UTILES DE LA FRANCE*.- *Instruction BRGM. Orleans*.
- *LINARES A. y VERA, J.A.*- *Precisiones estratigráficas sobre la serie mesozoica de la Sierra Gorda. Cordilleras Béticas*. Est. Geol. núm 1-2, 1966.
- *LOPEZ GARRIDO, A.C. y OROZCO, M.*- *Estudio estratigráfico del sector centro-occidental de Sierra Arana (Cordilleras Béticas)* Acta Geológica Hispana 1970.
- *MAPA METALOGENETICO DE ESPAÑA*.- Escala 1:200.000. Hoja núm. 83. Granada-Málaga.
- *MAPA DE SUELOS DE ESPAÑA*.- 1:100.000. Instituto de Edafología y Agrobiología.
- *ORUETA DOMINGO*.- *Estudio petrográfico de Sierra de Almijara*. Boletín del IGME, 1922.
- *PEYRE, Y.*- *El Subbético con jurásico margoso o subbético meridional como unidad paleogeográfica y tectónica de las Cordilleras Béticas*. Not. y Com. del IGME, núm. 67. 1962.
- *PUGA, E. FONTBOTE, J.M. y MARTIN-VIVALDI, J.L.*- *Caracterización petrológica del Tramo de la Caldera en la serie de Sierra Nevada (Cordilleras Béticas)*. Boletín del IGME. LXXIX, 1968.
- *SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL*.- *Ministerio del Aire. Calendario Meteoro-fenológico*. Madrid, 1972.
- *VERA J.A.*- *Estudio geológico de la zona Subbética en la Transversal de Loja y sectores adyacentes*. Tesis. Univ. de Granada, 1966.
- *VERA J.A.*- *El Mioceno del borde SW de la Depresión de Guadix-Baza*. Acta Geológica Hispana III, núm. 5. 1968.