

# MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES

Escala 1:200.000

## JAEN

HOJA Y	77
MEMORIA	5/10

ALAS E. 1:200.000 - JAEN 77/5-10

MAPA

4

00344

00344

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

JAEN

HOJA Y	77
MEMORIA	5/10

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA

el presente  
estudio  
ha sido realizado  
por EDES, S.A.  
en  
régimen de contratación  
con el  
Instituto Geológico y Minero  
de España

Servicio de Publicaciones - Claudio Coello 44 - Madrid-1

Depósito Legal M. 13555 - 1.974

---

Reproducción ADOSA - Martín Martínez. 11 - Madrid-2

# INDICE

	Página
0. RESUMEN . . . . .	1
1. INTRODUCCION . . . . .	3
1.1 Objeto y Naturaleza del Estudio . . . . .	3
1.2 Situación, Climatología y Medio Ambiente . . . . .	4
1.3 Método de Trabajo . . . . .	5
2. GEOLOGIA GENERAL . . . . .	9
2.1 Introducción . . . . .	9
2.2 Zona Subbética . . . . .	10
2.2.1 Subbético Interno . . . . .	10
2.2.2 Subbético Medio . . . . .	11
2.2.3 Subbético Externo . . . . .	11
2.3 Zona Prebética . . . . .	11
2.3.1 Prebético Meridional . . . . .	12
2.3.2 Prebético Septentrional . . . . .	12
2.4 Depresión del Guadalquivir . . . . .	12
2.5 Neógeno y Cuaternario . . . . .	12
3. YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES INDUSTRIALES . . . . .	15
3.1 Arcillas . . . . .	15
3.2 Arena y Grava . . . . .	27
3.3 Areniscas . . . . .	28
3.4 Calizas y Dolomías . . . . .	33
3.5 Cuarcitas . . . . .	39
3.6 Falsa Agata . . . . .	39
3.7 Margas . . . . .	40
3.8 Margocalizas . . . . .	40
3.9 Ocre Rojos . . . . .	41
3.10 Ofitas . . . . .	42
3.11 Trípoli . . . . .	44
3.12 Yeso . . . . .	45
4. PRODUCCION DE ROCAS INDUSTRIALES . . . . .	49
5. CONSIDERACIONES FINALES . . . . .	53
BIBLIOGRAFIA . . . . .	55

## 0.- RESUMEN

El estudio realizado puede sintetizarse en los siguientes puntos:

- Inventario general de yacimientos de rocas industriales, mediante la confección de las correspondientes fichas—inventario en las que se insertan datos geológicos, explotabilidad, ubicación, volumen estimativo de reservas, etc.
- Reseña de las principales explotaciones activas, intermitentes o abandonadas, con análisis de sus condiciones.
- Estudio de las características litológicas y geotécnicas de los materiales y su relación geográfica con los centros de consumo.
- Perspectiva y análisis comparativo de la producción actual y futura de rocas industriales.

El estudio va acompañado de un mapa a escala 1:200.000 en el que se sitúan los yacimientos y explotaciones inventariadas. En el informe se describen las características de las distintas unidades litológicas y de las explotaciones o yacimientos a que dan lugar.

En el ámbito de la hoja, son de destacar los yacimientos calcáreos, yesíferos y arcillosos, que dan lugar a industrias auxiliares de la construcción; cemento, ladrillería, áridos, yesos, calizas ornamentales y terrazos. Existen también yacimientos y explotaciones de trípoli (sílice fósil) y óxidos rojos (hematites).

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

Los datos estadísticos consignados se refieren al periodo Septiembre—Octubre de 1973

Tipo de Roca	Yacimiento	Explotaciones activas	Explotaciones inactivas	TOTAL
Falsa Agata	—	—	1	1
Marga	6	1	—	7
Tripoli	1	8	7	16
Ofita	4	—	3	7
Arcilla	1	18	13	32
Arenisca	3	4	3	10
Arenas y Gravas	1	17	4	22
Cuarcita	1	—	—	1
Caliza	17	63	46	126
Yeso	—	66	64	130
Ocre	2	11	11	24
TOTALES	36	188	152	376

## 1.— INTRODUCCION

### 1.1.— OBJETO Y NATURALEZA DEL ESTUDIO

El Programa Nacional de Investigación de Rocas Industriales es uno de los varios que se encuentran englobados dentro del Programa Nacional de Investigaciones Mineras que fue creado fundamentalmente para llevar a cabo el inventario de los recursos naturales.

En el presente estudio se abarca la superficie que corresponde a la hoja 5—10 del Mapa Militar de España a escala 1:200.000.

Se aplica el concepto de roca industrial a todos aquellos materiales susceptibles de ser utilizados directamente o a través de una elaboración, en función de sus propiedades físico—químicas y no en función de las substancias potencialmente extraíbles o de su energía potencial.

El cuadro sinóptico adjunto de la utilización de Rocas Industriales expresa con suficiente detalle las relaciones citadas entre Sectores Económicos de Consumo, industrias interesadas, productos obtenidos y Rocas Industriales que constituyen la materia prima de los mismos.

El objetivo del trabajo es establecer la localización naturaleza y características de los principales yacimientos de rocas industriales existentes; bien se encuentren en explotación actual, presenten frentes abandonados o no hayan sido aún explotados.

El trabajo comprende el mapa de rocas a escala 1:200.000 acompañado del presente informe, en el que se incluye un resumen de las características generales de los yacimien-

tos y explotaciones visitados, así como una descripción de los materiales.

Se adjuntan una serie de fichas, una por yacimiento o explotación, donde se refleja toda la información obtenida, con objeto de incrementar el Archivo de Rocas Industriales, en el que se recogen los datos que puedan obtenerse de ésta y posteriores investigaciones.

## 1.2.— SITUACION, CLIMATOLOGIA Y MEDIO AMBIENTE

La hoja 5—10 (Jaén) del Mapa Militar de España a escala 1:200.000 se encuentra situada entre los paralelos  $37^{\circ} 20' 4''$  y  $38^{\circ} 00' 04''$  de latitud norte y los meridianos  $3^{\circ} 11' 10''$  y  $4^{\circ} 31' 10''$  de longitud oeste, con respecto al meridiano de Greenwich, ocupando gran parte de la provincia de Jaén y una porción de las de Granada y Córdoba.

El tercio noroccidental de la hoja forma parte de la Depresión del Guadalquivir en la que se encuentran Baeza, Castro del Río, Baena, Bujalance y Porcuna como municipios más importantes. Los otros dos tercios de la hoja forman parte integrante del gran complejo bético del Sur de España; Jaén, Martos, Lucena, Cabra, Alcaudete, Jódar, son las poblaciones más importantes de la zona bética.

A grandes rasgos, las características climáticas de la zona cubierta por la hoja 5—10 (Jaén) son típicas de la cuenca media del río Guadalquivir.

La precipitación media anual es 625 mm, y la humedad media relativa, el 63 por ciento, lo que clasifica a la zona, como intermedia entre seca y húmeda. Sin embargo, la lluvia está distribuida de forma muy irregular. Los valores más bajos aparecen en el límite norte de la hoja, donde la cuantía es de 400 mm y aumenta gradualmente hacia el sur hasta alcanzar los 900 mm en el conjunto formado por las sierras de Alta Coloma, Albayate, Horconera, etc.

La repartición mensual de la lluvia es muy poco uniforme. El mes de marzo, el más lluvioso, registra el 20 por ciento del total anual y en el conjunto de los meses de verano no se llega al 3 por ciento.

Si se atiende a las temperaturas, cabe clasificar a la zona como de invierno templados y de veranos calurosos, haciendo excepción de la parte alta de las sierras. En Jaén, la temperatura media anual es de  $17^{\circ}\text{C}$ , equivalente a la de Málaga, la media de Julio es de  $28^{\circ}\text{C}$ , equivalente a Sevilla y la de Enero  $8^{\circ}\text{C}$ , similar a la de San Sebastián.

Los vientos dominantes son de dirección NE y SW, que soplan con una frecuencia superior al 80 por ciento; el número medio anual de horas de sol es de 2.850 y los días de lluvia 60.

El tercio noroccidental de La Hoja es una llanura ondulada plantada casi totalmente de olivos y cuya densidad de población es baja. Los dos tercios meridionales son de morfología más variada.

Las máximas concentraciones urbanas e industriales están en el límite de la zona montañosa con la depresión; Jaén, Torredelcampo, Torredonjimeno y Martos. Las máximas concentraciones de explotaciones coinciden con el área citada de Jaén y con la de Lucena y Cabra.

Desde el punto de vista humano, la comarca es poco desarrollada, predomina la emigración. En el tiempo de la recogida de la aceituna, gran parte del potencial humano se desplaza hacia este sector y ésto es causa de parada en la mayoría de las explotaciones de

rocas industriales.

Desde el punto de vista del medio ambiente, conviene llamar la atención, sobre el problema del polvo en las grandes explotaciones a cielo abierto, sobre todo en las estaciones de áridos de machaqueo. Dado que los vientos dominantes son los procedentes del NE y SW, deben evitarse, en la medida de lo posible, estas grandes explotaciones con la citada orientación respecto a las poblaciones.

Un problema general en toda la zona estudiada son las canteras abandonadas que son abundantísimas, sobre todo las pequeñas explotaciones de yeso. Estos socavones afean y desvirtúan siempre el paisaje; más aún si son utilizados como vertederos de una manera desordenada.

Alrededor de cada núcleo de población hubo frecuentemente varias canteras para el abastecimiento local. En la actualidad las explotaciones se han concentrado y las pequeñas canteras de los alrededores de los pueblos han quedado abandonadas y llenas de vertidos con el consiguiente peligro para la población.

Parece sensato utilizar los huecos dejados por las antiguas explotaciones para fines de almacenamiento, incluso de destritus, para lo cual se podría utilizar concretamente alguno de estos huecos de una manera ordenada.

Otras posibles utilizaciones de estos huecos son la instalaciones de cultivos especiales que requieran zonas abrigadas y sombreadas y el almacenamiento de combustibles, granos, agua, etc.

La red de carreteras es bastante densa. Cabe citar como curiosidad, aunque se sale de los objetivos de este informe que, en la carretera N-323, 23 Km al sur de Jaén, en el cruce de la carretera de Cambil, las calizas liásicas que constituyen el cerro de la margen izquierda del río del Campillo, se encuentran muy agrietadas y en proceso activo de derrumbamiento, lo que puede poner en peligro la carretera y las casas del Valle. El hecho es observable desde el camino que conduce a la cantera de El Mercadillo (ficha nº 53) y se desvía a la izquierda desde la carretera de Cambil.

### 1.3.— METODO DE TRABAJO

En primer lugar se efectuó la recopilación de la información existente acerca de la constitución geológica del área de La Hoja 1:200.000, fundamentalmente del Mapa Geológico de España, (Síntesis de la Cartografía existente a escala 1:200.000).

A continuación, tuvo lugar la recopilación de la información ya existente acerca de la explotaciones situadas en el área de la hoja. Para ello se consultaron las estadísticas de canteras y minas, publicadas por los diversos servicios del Ministerio de Industria. Fundamentalmente se consultaron los archivos de la Jefatura de Minas de Jaén, Granada y Córdoba.

En la fase de campo, se visitaron los puntos referidos así como otros lugares que no figuraban en la relación recopilada y posibles yacimientos aún sin explotar.

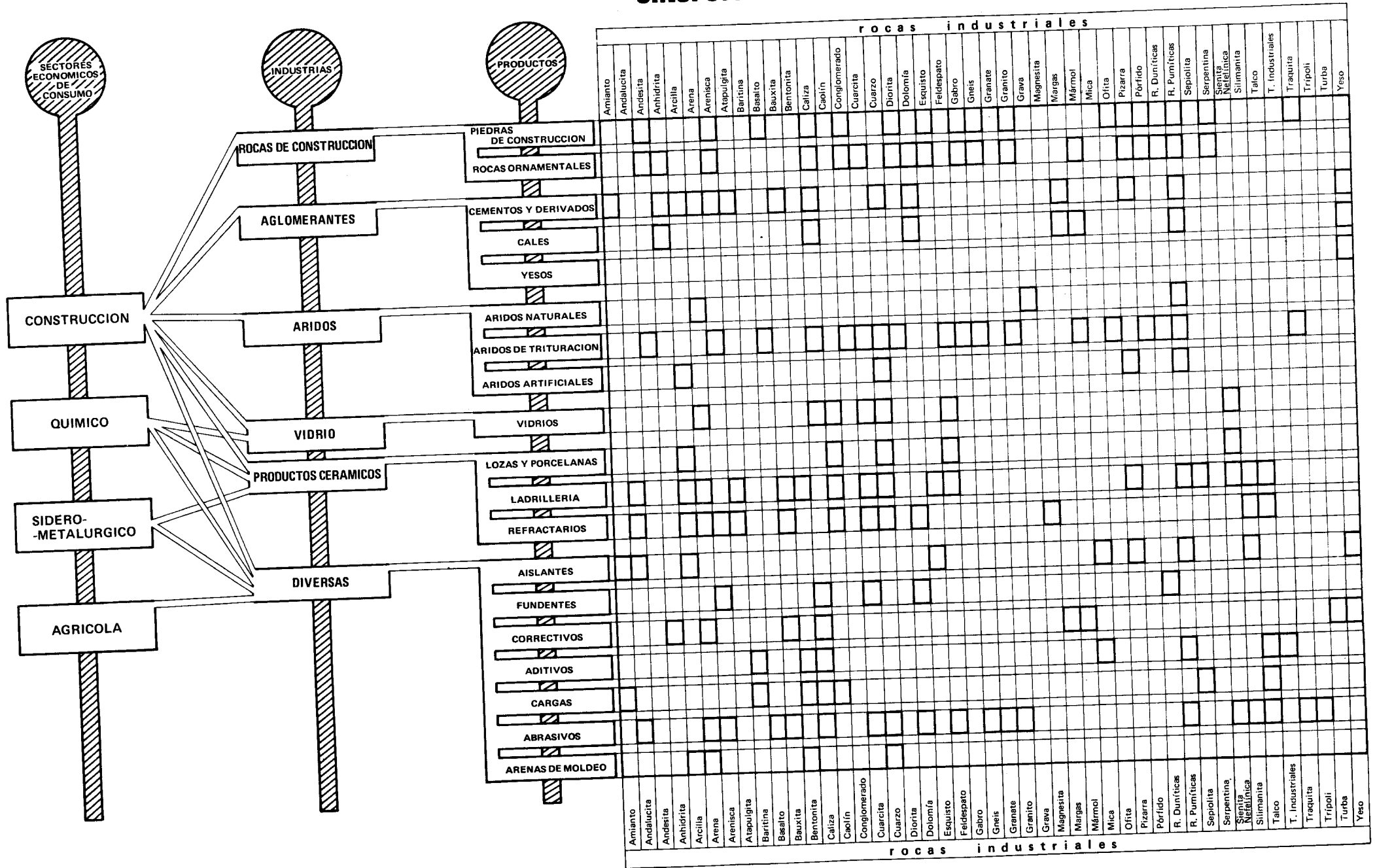
Se estableció una ficha por cada yacimiento o explotación visitada, recopilando todos los datos posibles sobre: identificación de material, características geológicas, geográficas, técnicas y económicas más importantes, siempre que fuera posible su obtención.

En algunos casos, las explotaciones están concentradas en un mismo afloramiento, de modo que un mismo yacimiento da lugar a varias explotaciones. En estos casos se han conservado las fichas recopiladas, con toma de muestras en una de ellas, la más representativa de la zona explotada.

Una vez establecidas las 376 fichas y situadas sobre el mapa todos los puntos de observación, se realizó una revisión conjunta de las fichas obtenidas considerando el inventario desde el punto de vista geológico. Se estudió la correspondencia entre las distintas facies litológicas que afloran en la superficie de la hoja y las explotaciones o grupos de explotaciones. El resultado de este examen comparativo es el que se expone en el presente informe.

Las muestras seleccionadas fueron sometidas a los análisis y ensayos adecuados para cada tipo de roca. El resultado de estos ensayos consta también en el presente informe.

## SINOPSIS DE LA UTILIZACION DE ROCAS INDUSTRIALES



## 2.— GEOLOGIA GENERAL

### 2.1.— INTRODUCCION

En este área se pueden diferenciar dos grandes grupos de unidades que son fundamentalmente diferentes entre sí. Unas pertenecen a la Depresión del Guadalquivir y otras a las zonas externas de las Cordilleras Béticas (zonas Prebética y Subbética).

La delimitación entre las zonas Prebética y Subbética es ciertamente difícil. Muchas de las unidades Prebéticas afloran en ventanas tectónicas por debajo de unidades Subbéticas, que han sido parcialmente erosionadas.

Los límites de la Depresión del Guadalquivir son más sencillos de fijar por cuanto la topografía deprimida la define.

Los materiales de las unidades Béticas comprenden desde el Triásico hasta el Nummulítico. La Depresión del Guadalquivir se encuentra también constituída por extensos afloramientos triásicos del Cretácico inferior y del Mioceno.

Al Sur del Guadalquivir no afloran materiales paleozóicos; se presume que existe un zócalo que no llega a aflorar, constituído por rocas paleozóicas; serían una prolongación de las que se reconocen al Norte del Guadalquivir, constituyentes de la Meseta. El Paleozóico aflora al norte del Guadalquivir, en el extremo noroccidental de la hoja, entre El Carpio y Pedro Abad.

Los terrenos neógenos y cuaternarios ocupan extensiones importantes; su distribución actual viene influida, en muchos casos, por la acción de fallas normales de edad reciente que limitan algunas depresiones locales.

Los materiales del Mioceno inferior suelen aparecer afectados por algunos accidentes tectónicos de compresión, mientras que los terrenos, más recientes, comprendidos entre el Mioceno superior y el Cuaternario son postorogénicos y sólo están afectados por fallas normales de edad muy reciente.

## 2.2.— ZONA SUBBETICA

Está constituida por rocas sedimentarias de edades comprendidas entre el Triásico y el Mioceno inferior, todas ellas depositadas en régimen geosinclinal, plegadas en la Orogenia Alpina y erosionadas parcialmente. Domina la litofacies calcomargosa con presencia de algunas rocas volcánicas básicas.

La zona subbética se puede dividir aún en tres dominios paleogeográficos: interno, medio y externo. Se conocen las series estratigráficas que han servido para definir estos dominios.

### 2.2.1.— SUBBETICO INTERNO

Representado por las series de Moclin y Sierra Harana, se sitúa en la extremidad Suroriental de la hoja. Este subbético está formado por calizas y margas que abarcan desde el Lías Medio al Cretácico Superior.

La serie mesozoica comienza por un gran paquete de unos 400 m de espesor de dolomías y calizas atribuibles al Lías. Sobre estas dolomías aparecen calizas blancas de grano fino atribuibles al Titónico. Por encima aparecen margocalizas y margas claras, de edad cretácica.

Discordantes sobre la serie mesozoica existen margas, niveles detríticos y calizos que pueden ser datados como Eoceno. Por encima de ellos aparecen areniscas y limos amarillos atribuibles al Oligoceno—Mioceno inferior.

### 2.2.2.— SUBBETICO MEDIO

Representado por las series de Zegrí y Alta Coloma; se sitúa al norte del Subbético interno, hacia el límite de las provincias de Jaén y Granada. Está formado por una sucesión calcomargosa que abarca desde el Lías medio al Nummulítico.

La serie comienza por dolomías blancas con una potencia mayor de 150 m. El contacto entre estas dolomías y el triásico subyacente suele estar tectonizado. Por encima de las dolomías aparecen calizas de tonos claros con más de 200 m de espesor. La serie liásica continúa con margas y margocalizas azuladas piritosas de unos 100 m de espesor y margas amarillas. El Dogger y el Malm están representados por margocalizas, margas con radiolaritas y calizas con sílex. El Cretácico inferior, está constituido por más de 150 m de margocalizas y margas blancas. El Cretácico superior muestra una litología y margocalizas y calizas margosas de tonos rosados.

El Nummulítico ocupa grandes extensiones. Comienza por niveles rojizos de litología análoga a la del Cretácico superior. Estos niveles margocalcáreos y paleocenos, pasan paulatinamente a ser más detríticos y el Eoceno constituye una serie muy potente

(más de 500 m) con carácter de flysch. El Oligoceno aparece transgresivo sobre el Eoceno y muestra también carácter de flysch. En general, el flysch oligoceno es más calizo que el Eoceno y de coloración blanca. Se compone de calcarenitas, conglomerados, limos y margas. El Mioceno inferior presenta análogo carácter que el Oligoceno pero es algo más brechoide, contiene calizas, areniscas y calizas recrystalizadas.

Dentro del Subbético medio septentrional aparecen, a veces, rocas volcánicas básicas. Unas veces en forma de coladas volcánicas submarinas con lavas almohadilladas; otras con filones — capa o lacolitos. Las rocas suelen ser doleritas, constituídas por plagioclasa (entre An 20 y An 25) y piroxeno (comúnmente augita); otros componentes de menor importancia son: biotita, clorita, magnetita, oligisto, calcita y ceolitas.

Estas rocas aparecen generalmente muy alteradas y meteorizadas.

### 2.2.3.— SUBBETICO EXTERNO

Representado por las series de Sierra Cabra y los Grajales. Se dispone formando una banda de dirección E NE—W SW situada inmediatamente al norte del Subbético medio, banda que se extiende desde la Sierra de Cabra y las proximidades de Carcabuey (Córdoba), por la Sierra de los Judíos, Sierra de Ahillo, Valdepeñas, Carchelejo y Huelma (Jaén).

La serie mejor estudiada del Subbético externo es la de la Sierra de Cabra que comienza por calizas dolomíticas y dolomías del Liásico inferior y medio, y continúa por margocalizas y calizas fosilíferas rosadas del Liás superior. El Dogger y el Malm están representados por unos 150 m de calizas blancas oolíticas, estratificadas en bancos gruesos y calizas nodulosas rojas de tipo "Falsas brechas". Sobre el Jurásico y en contacto normal, aparece el Cretácico inferior con margas y margocalizas de tonos grises claros. Sobre el Cretácico inferior se sitúan los niveles de colores rosados o blancos, correspondientes a margocalizas o calizas ligeramente arcillosas que pertenecen al Cretácico superior. El Paleoceno es litológicamente muy parecido al Cretácico superior y comienza a mostrar caracteres de flysch. El Eoceno es de carácter más detrítico y otro tanto puede decirse del Oligoceno y Mioceno inferior.

### 2.3.— ZONA PREBETICA

Está constituída por rocas sedimentarias de edades liásicas, jurásicas y cretácicas, de litofacies calcomargosa.

El Prebético de Jaén se puede dividir en dos grandes unidades; la más septentrional es la del Castillo de la Peña de Jaén, y la más meridional la serie de Jabalcuz y Los Villares.

#### 2.3.1.— PREBETICO MERIDIONAL

La serie de Jabalcuz, comienza por más de 200 m de dolomías y calizas liásicas, continúan calizas con alguna intercalación margocaliza completando un espesor de unos 1.500 m para el Jurásico. El Cretácico de los Villares es fundamentalmente margoso, con alguna intercalación de calizas o areniscas.

Series semejantes a la de Jabalcuz y los Villares, se extiende hacia el este, en las proximidades de la Guardia, Sierra de Almadén, Sierra de la Cruz y Jódar. Hacia el oeste, los términos jurásicos de la serie, no reaparecen más, pero los términos cretácicos afloran en algunas ventanas tectónicas, cabalgados por el frente subbético, como en las ventanas tectónicas de Carcabuey y Valdepeñas. También existe un cretácico semejante al norte de Alcaudete y entre Cabra y Baena.

### 2.3.2.— PREBETICO SEPTENTRIONAL

Está representado por las series del Castillo y de la Peña de Jaén, que constan de un gran espesor de calizas blancas cristalinas con niveles de margas arenosas amarillas, la edad de la serie es cretácico medio y superior. Series de naturaleza semejante afloran hacia el este, en la Sierra de Pegalajar. Torres y Albánchez de Ubeda, en Aznatín y en la Serrezuela, entre Jódar y Bedmar.

Algunas de estas calizas son muy puras y se explotan para fabricación de cal en los alrededores de Jaén.

### 2.4.— DEPRESION DEL GUADALQUIVIR

En la Depresión hay que distinguir entre una cobertera sedimentaria autóctona y las unidades alóctonas que aparecen intercaladas.

El substrato autóctono está constituido por margas blancas silíceas atribuibles al Burdigaliense.

Los materiales alóctonos de este sector de la Depresión del Guadalquivir, se pueden resumir, según su posición tectónica actual, entre unidades: superior, intermedia e inferior.

La unidad superior de Jódar está constituida por: calizas margosas del Muschelkalk, margas yesíferas del Keuper, margocalizas blancas del Cretácico, margas y margocalizas blancas del Eoceno y calizas organógenas del Mioceno.

La unidad intermedia es la de mayor extensión superficial y ocupa la mayor parte del área comprendida entre Jódar, Baeza y Ubeda. Está constituida por margas yesíferas y abigarradas del Keuper, margas grises del Neocomiense, margocalizas y areniscas del Cretácico y Nummulítico, y las calizas organógenas del Mioceno.

La unidad inferior se presenta en afloramientos con forma de domos que ha facilitado la erosión de la unidad intermedia. Su afloramiento más característico se localiza en Cerro Gordo, al norte de Jódar. Está constituido por margas y margocalizas del Cretácico superior, calizas con sílex, margocalizas y arenas micáceas del Eoceno, y las calizas organógenas del Aquitaniense.

### 2.5.— NEOGENO Y CUATERNARIO

Estos materiales son postorogénicos y su litología es variable.

El Vindoboniense transgresivo, consta de margas azules y grises seguidas de una sucesión molásica de areniscas, conglomerados amarillos y grises.

El Plioceno comprende un potente paquete de arcillas rosadas y pardas entre las que se intercalan bancos conglomeráticos con cantos bastante rodados, cuya naturaleza es variable según los puntos.

El Cuaternario está constituido por depósitos de pie de ladera y coluviales, irregularmente distribuidos, en función de los caracteres morfológicos. Los depósitos aluviales más importantes son los del río Guadalquivir que se suelen explotar como áridos naturales. También son de mencionar los de los ríos Guadalbullón y Guadajoz.

### **3.— YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES INDUSTRIALES**

La explotación de rocas industriales en la superficie comprendida en la hoja de Jaén es intensa, teniendo en cuenta el bajo grado de industrialización de la comarca.

Las calizas, yesos y arcillas son los materiales más significativos en cuanto a calidad y reservas.

Son también de tener en cuenta las explotaciones de sílice fósil y de hematites roja.

Las explotaciones pequeñas están decayendo en favor de las más importantes. Este fenómeno es particularmente notorio en las múltiples explotaciones de yeso que se han concentrado en unas tres canteras más importantes.

Para ampliar información sobre cualquiera de los materiales o puntos visitados, se puede recurrir a las fichas—inventario del Archivo Nacional de Rocas Industriales.

#### **3.1.— ARCILLAS**

Dentro de este apartado se incluyen las arcillas margosas y margas arcillosas que contienen hasta un 30 por ciento en peso de carbonato. Pertenecen al Terciario en su mayor parte y algunas al Triásico y Cretácico.

Las arcillas triásicas y cretácicas, acompañadas de margas, dolomías y yesos, son poco interesantes frente a las terciarias que suelen ser preferentemente limosas y se suelen encontrar interestratificadas con margas y areniscas.

Las explotaciones activas de arcilla se pueden agrupar en cinco zonas, dentro de la

hoja:

- Lucena—Cabra, donde existe una industria ladrillera importante y aparentemente en expansión.
- Martos, donde la industria ladrillera está en recesión
- Mancha Real—Jódar y Baeza, donde la industria parece de expansión.
- Alcalá la Real, donde hay cierta industria ladrillera.
- Huelma donde existe una pequeña explotación

Se puede observar cómo las zonas de explotación activa se alinean a lo largo del límite entre la zona montañosa y la Depresión del Guadalquivir, según la diagonal NE—SW.

Al norte de la citada diagonal, en plena Depresión del Guadalquivir, existen yacimientos inexplotados o abandonados: en Castro del Río, Bujalance, Cañete de las Torres y Mengibar. Una explicación lógica de este fenómeno, es la proximidad de la industria cerámica de Bailén donde se explotan tradicionalmente los niveles arcillosos del Mioceno, inmediatamente al norte de los límites de esta hoja.

Las reservas de arcillas dentro de la hoja, son grandes, debido a la extensión y continuidad lateral de la facies marina del Mioceno que es el nivel que constituye el depósito más importante de reservas.

No se han visto en activo las explotaciones de arcillas triásicas o cretácicas. En Martos, han dejado de explotarse las arcillas cretácicas y las industrias cerámicas importan arcilla del Mioceno.

El grado de explotabilidad de los yacimientos, viene determinado por la litología de los materiales acompañantes y su disposición: conglomerados, yesos o arenas pueden, a veces dificultar la explotación. La mayoría de los yacimientos reseñados no tienen casi problemas en sus explotaciones, necesitan medios simples, tanto en maquinaria como en personal; las canteras suelen estar provistas simplemente de palas excavadoras y camiones. Los frentes de cantera son casi verticales, debido a que las arcillas están suficientemente consolidadas y soportan fácilmente un talud de unos ochenta grados con la horizontal.

La dimensión de estas explotaciones, con uno o dos obreros, es muy variable y depende siempre de la concesión ocupada. Los frentes suelen tener de tres a seis metros distribuidos en varios escalones.

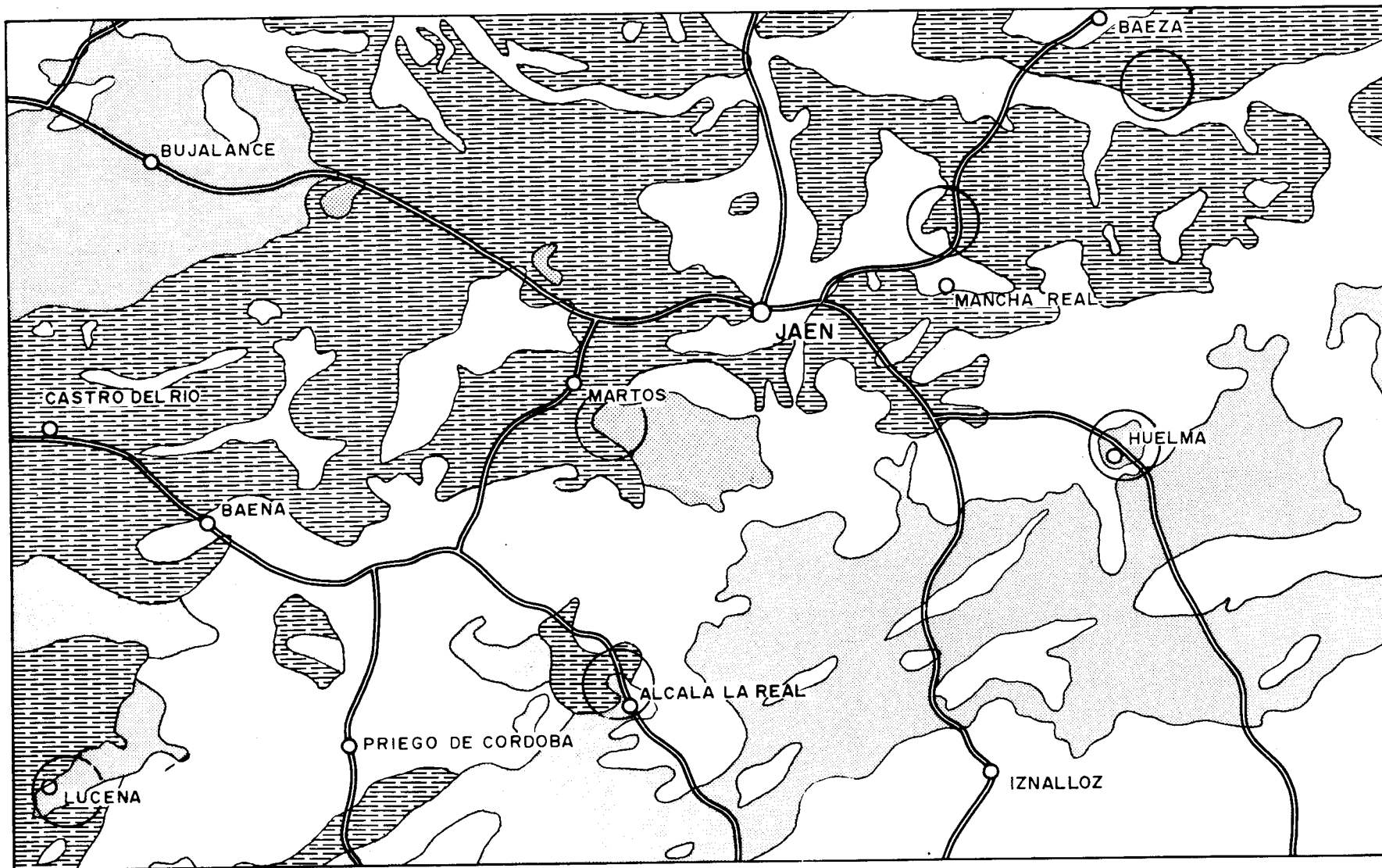
Las producciones medias oscilan, según la demanda, desde 90 a 10.000 m<sup>3</sup> anuales.

Los precios oscilan desde 40 pts/m<sup>3</sup> hasta 240 pts/m<sup>3</sup>. La media es de 85 pts/m<sup>3</sup>. Las arcillas de Cabra—Lucena y los de Jódar se pagan más caras.

Las características de las arcillas, de acuerdo con el área a que pertenecen son las siguientes:


*a) Análisis granulométrico de las muestras (En tanto por ciento)*

<u>Zona</u>	<u>Arena Gruesa</u>	<u>Arena Fina</u>	<u>Limo</u>	<u>Arcilla</u>
Lucena—Cabra	0,5 — 3	3,5 — 12	49 — 59	30 — 39
Martos	1	12	61	26
Mancha Real				
Jódar—Baeza	1 — 5	3 — 15	48 — 62	27 — 48
Alcalá la Real	0,2 — 25	5,8 — 46	26 — 61	3 — 33
Huelma	5	25	42	28



ESQUEMA DE SITUACION  
DE YACIMIENTOS Y  
EXPLOTACIONES DE  
MARGAS Y ARCILLAS

 Afloramientos  
Margas y Arcillas

 Margas con intercalacio-  
nes de caliza o arenisca

 Zona en explotación

ESCALA. 1:500.000

Arena gruesa — fracción de 2 mm a 0,2 mm  
 Arena fina — fracción de 0,2 mm a 0,02 mm  
 Limo — fracción de 2 micras a 20 micras  
 Arcilla — fracción de menos de 20 micras

Se adjuntan, a continuación, las curvas granulométricas correspondientes a las diferentes muestras de materiales arcillosos. Las curvas están formando una familia bien definida.

De acuerdo con las granulometrías, se incluye una clasificación, según el diagrama de la "Public Roads Administration" de muestras representativas según las distintas zonas.

Nº Muestra	Zona	Clasificación
194	Lucena—Cabra	Arcilla
336	Lucena—Cabra	Arcilla limosa
302	Lucena—Cabra	Arcilla
69	Martos	Tierra limo arcillosa
114	Jódar—Baeza	Arcilla limosa
54	Jódar—Baeza	Arcilla limosa
375	Jódar—Baeza	Arcilla
35	Mancha Real	Tierra limo arcillosa
217	Alcalá la Real	Arcilla limosa
315	Alcalá la Real	Tierra arenosa
359	Huelma	Tierra arcillosa

Otras características de las arcillas quedan reflejadas en los resultados de los análisis siguientes:

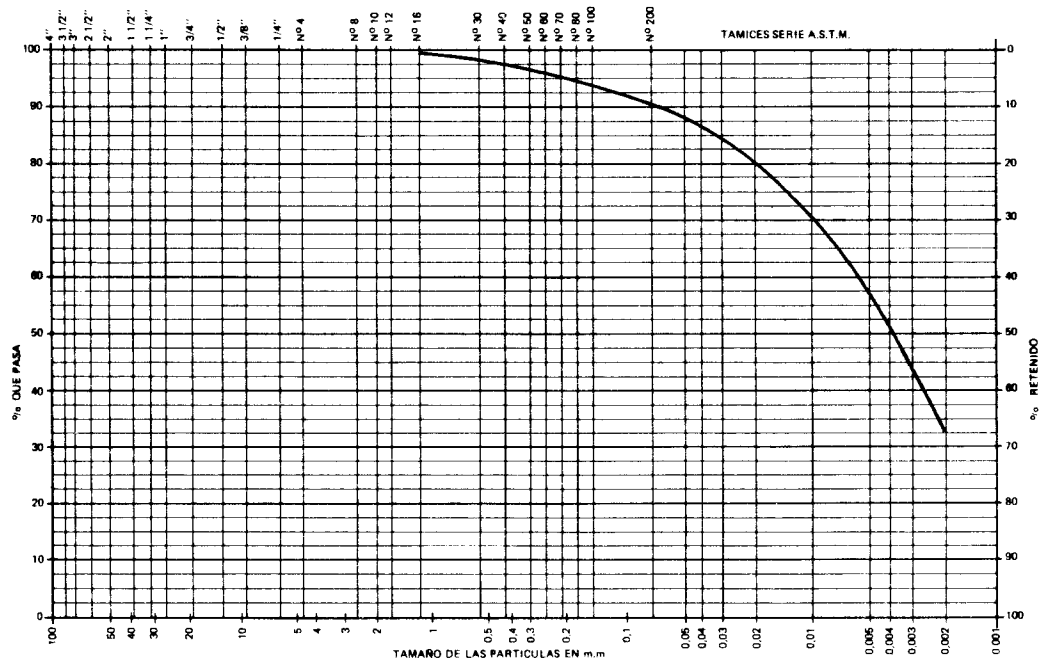
Zonas	Presencia de sulfatos	Carbonato cálcico %
Cabra	No	30,49
Alcalá la Real	No	32,80
Martos	Si	9,10
Jódar	Si	19,80
Baeza	No	31

*Análisis químico (En tanto por ciento)*

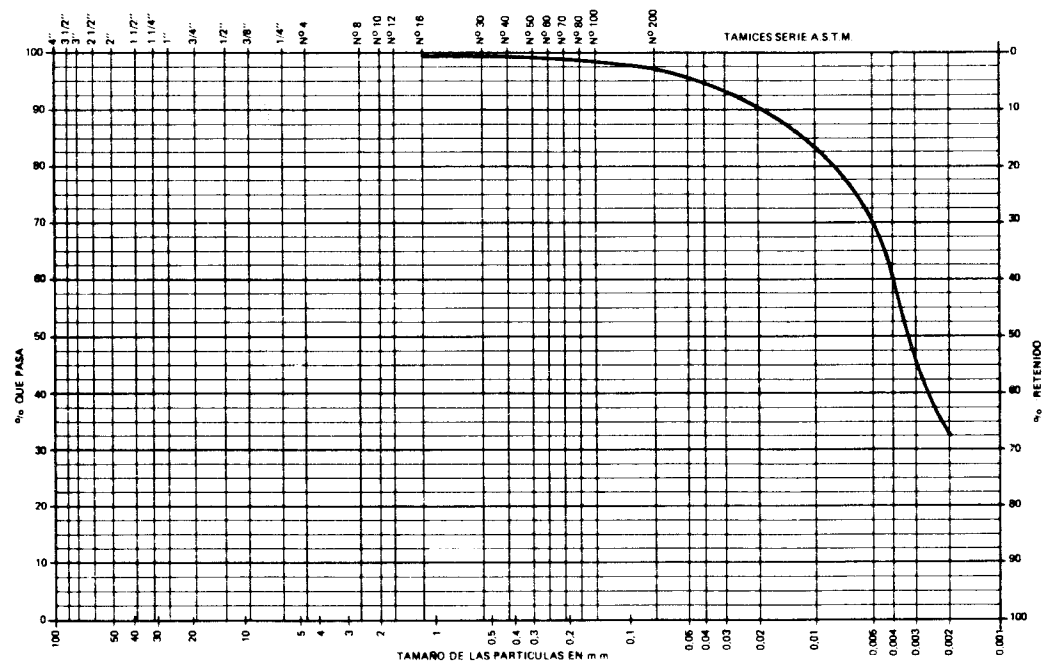
	Zona de Lucena—Cabra	Zona de Mengibar	Zona de Mancha Real- Baeza	Zona de Castro del Río—Cañete	Zona de Huelma
SiO <sub>2</sub>	44,76 — 20,42	33,35	40,02	37,12 — 39,83	37,31
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,06 — 8,44	10,78	6,88	10,45 — 9,26	9,49
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,32 — 2,66	4,41	3,51	3,48 — 3,60	3,58
TiO <sub>2</sub>	0,08 — 0,02	0,09	0,08	0,07 — 0,10	0,10
CaO	20,25 — 33,10	22,25	21,66	21,71 — 17,11	20,30
MgO	1,26 — 1,59	2,26	1,98	1,48 — 3,28	2,39
K <sub>2</sub> O	0,96 — 0,70	0,84	1,38	1,52 — 0,68	0,50
Na <sub>2</sub> O	0,44 — 0,29	1,78	0,67	0,67 — 3,64	2,41
SO <sub>3</sub>	— —	—	—	— —	—
P.p.c.	22,87 — 32,78	24,24	23,82	23,50 — 21,90	23,92

Se observa que el porcentaje de cal alcanza el veinte por ciento, que corresponde aproximadamente a un treinta por ciento de carbonato. Estos materiales no son pues arcillas propiamente dichas, sino arcillas margosas, considerando según Pettijohn que una lutita calcárea debe llamarse marga cuando su contenido en carbonato pasa del treinta y

# MATERIAL ARCILLOSO

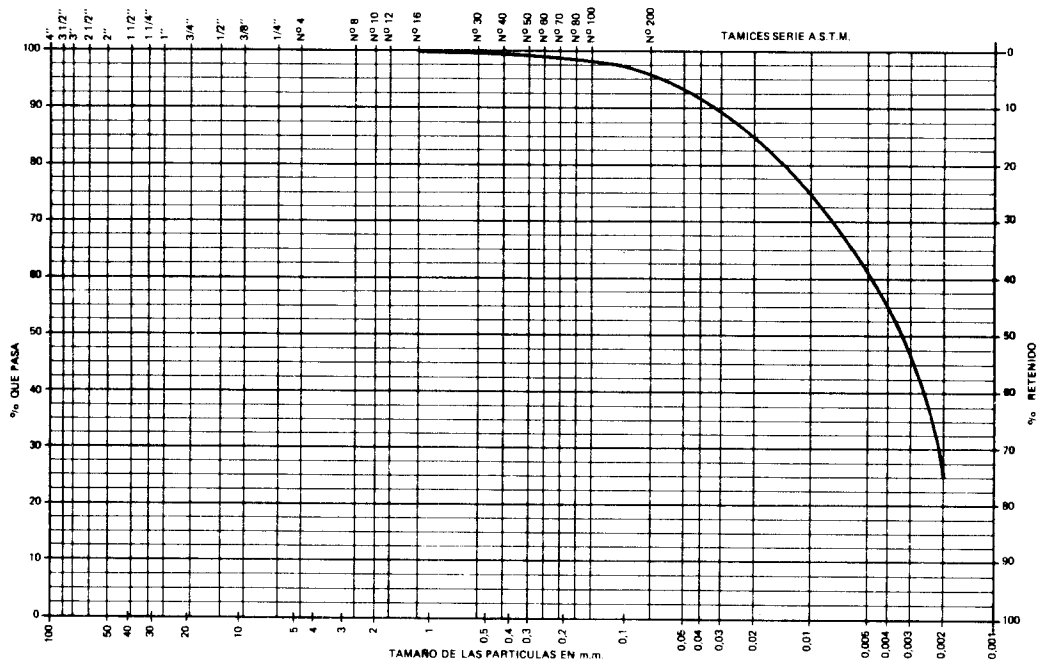


# MUESTRA 35

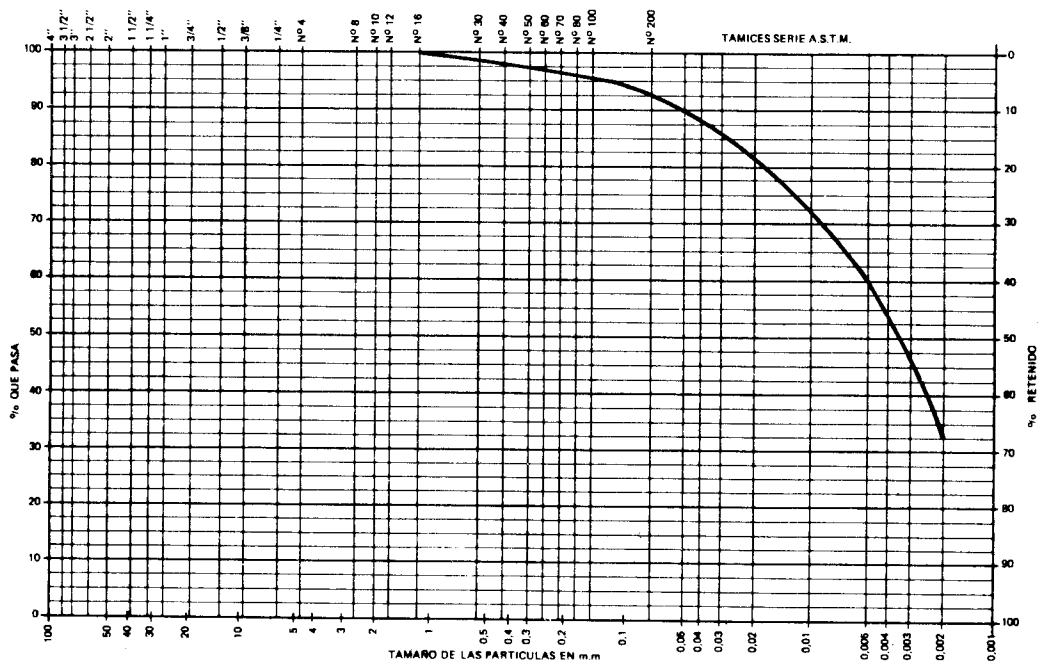


# MUESTRA 54

# MATERIAL ARCILLOSO

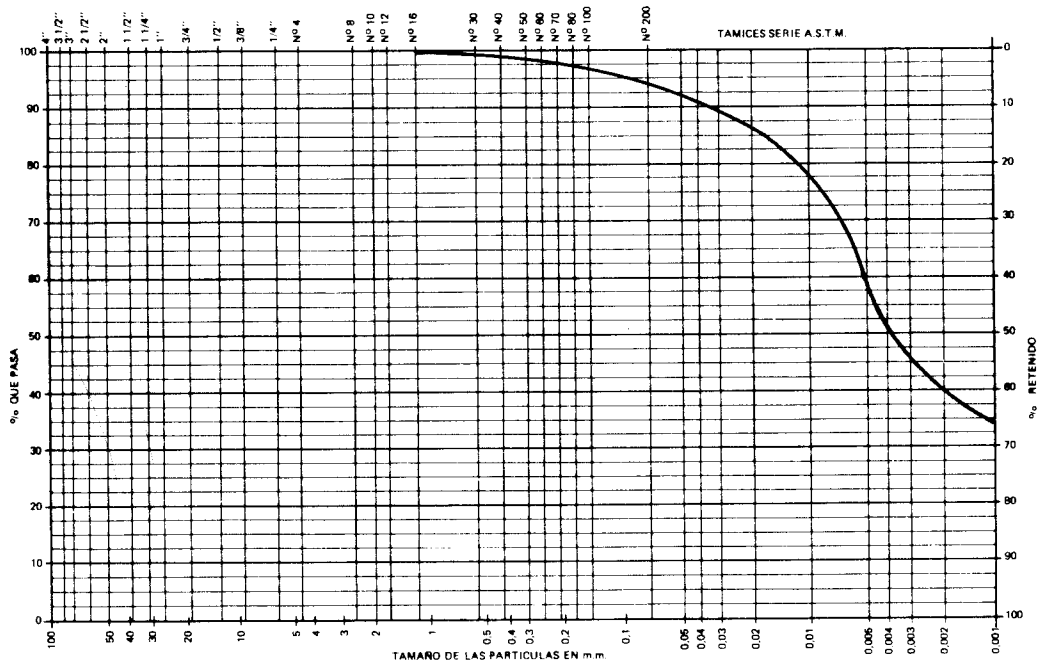


## MUESTRA 69

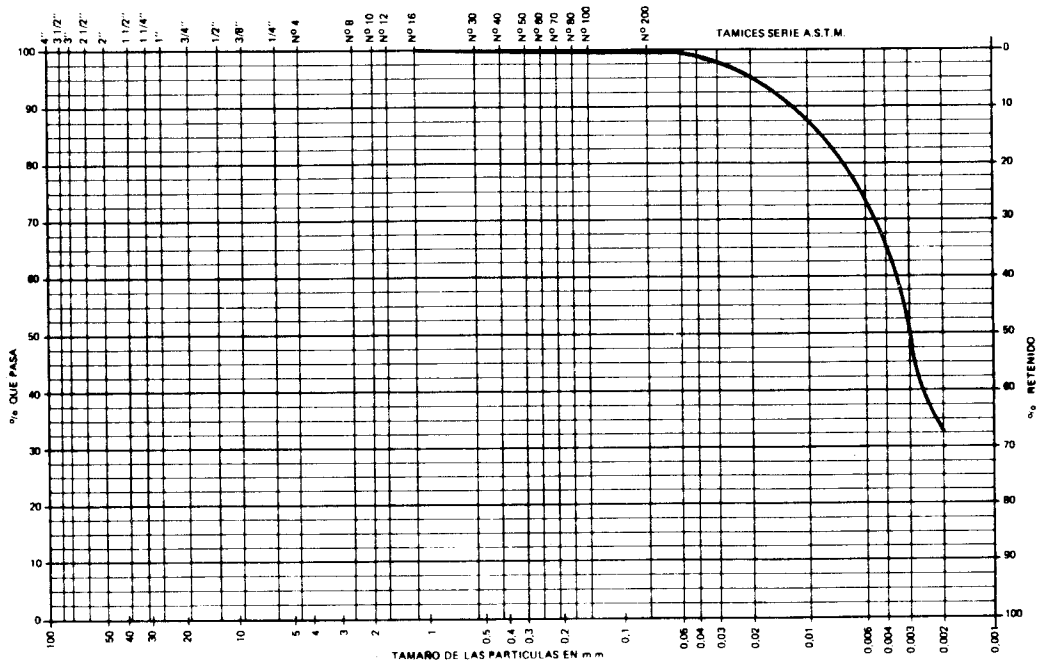


## MUESTRA 114

# MATERIAL ARCILLOSO

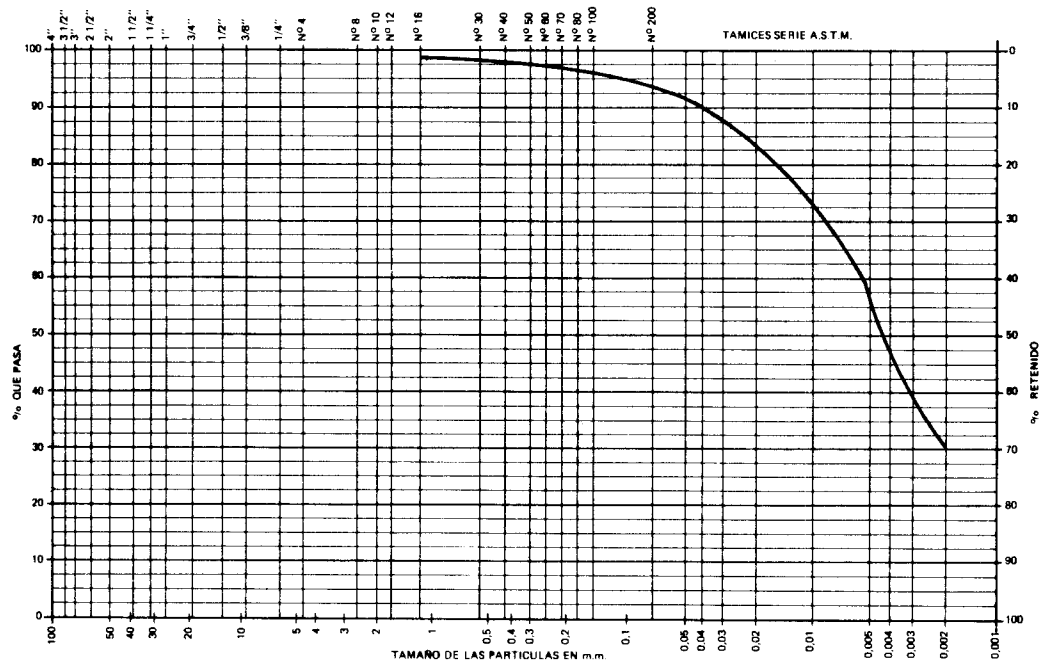


# MUESTRA 194

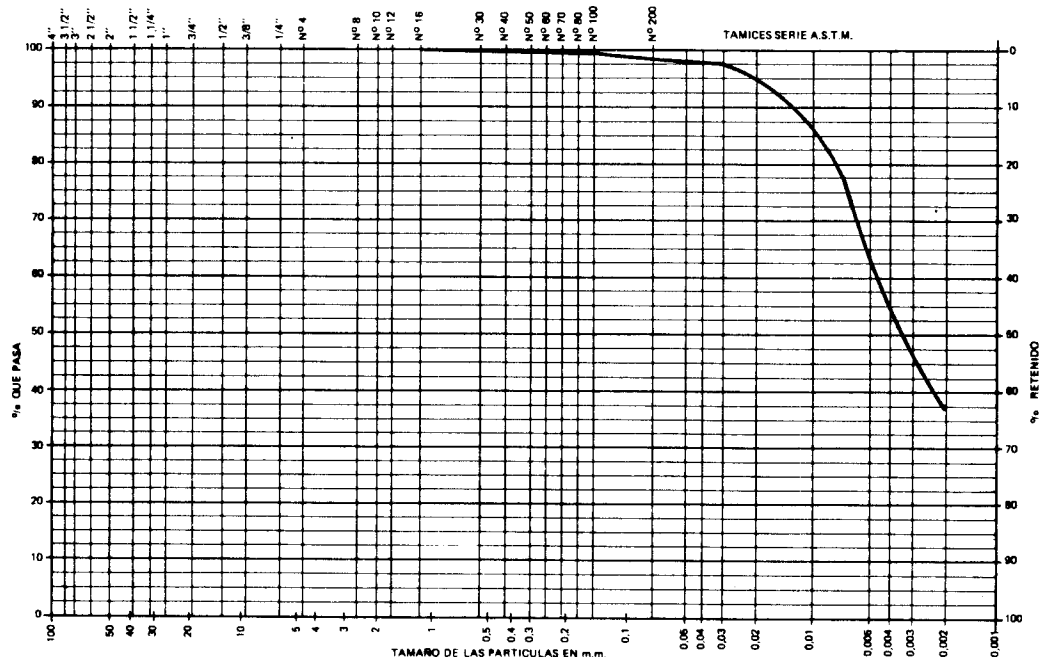


# MUESTRA 217

# MATERIAL ARCILLOSO

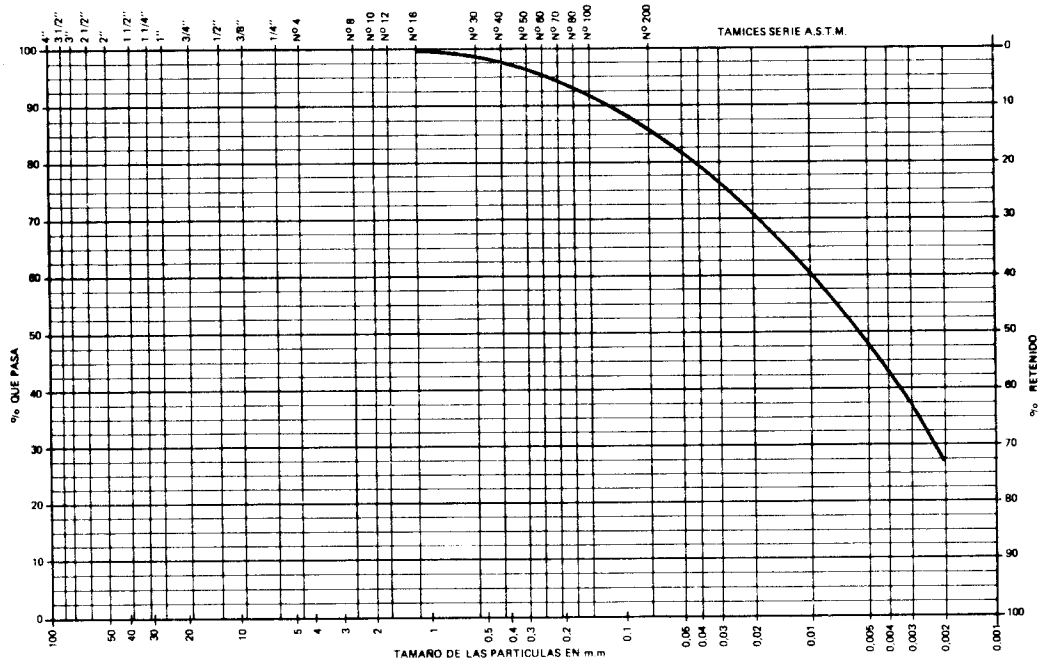


## MUESTRA 302

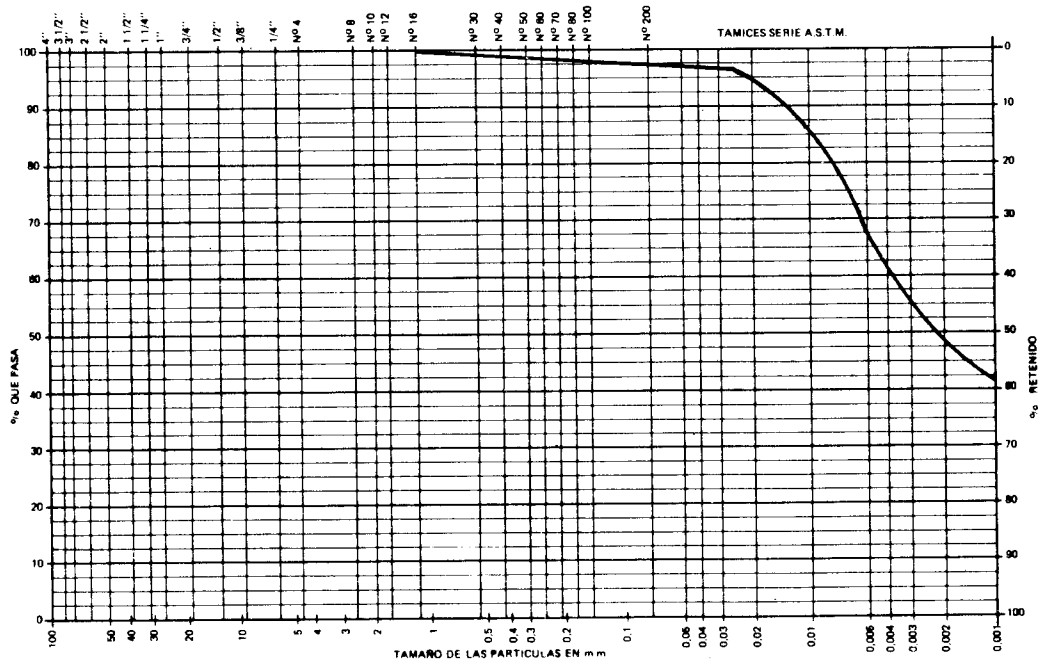


## MUESTRA 336

# MATERIAL ARCILLOSO



## MUESTRA 359



## MUESTRA 375

cinco por ciento.

Las arcillas analizadas son generalmente montmorilloníticas, de facies marinas.

Se han tratado de generalizar, con las interpolaciones lógicas de la escala, las características de las arcillas dentro del ámbito de La Hoja.

### Análisis Mineralógico

Zonas	Fracción arcillosa	Fracción gruesa	
		Mineral principal	Mineral secundario
Mancha Real	M/I = 11,50	Calcita	Cuarzo
Baeza	N/I = 5,25	Calcita	Cuarzo
Martos	I/C = 2,70	Cuarzo	Calcita
Jódar	/IC = 3,17	Cuarzo	Calcita y feldespato
Cabra	M/I = 8,09	Calcita	Cuarzo
Alcalá la Real	M/I = 7,36	Calcita	Cuarzo
	M/C = 10,73		
Lucena	M/I = 15,67	Calcita	Cuarzo
Alcaudete	---	Calcita	Cuarzo
Castro del Río	M/C = 8,09	Calcita	Cuarzo
Huelma	M/I = 4,56	Calcita	Cuarzo y Dolomita
Bujalance	M/I = 2,70	Calcita y cuarzo	Dolomita y Anhidrita
Mengibar	M/I = 11,5	Calcita y cuarzo	Dolomita

**M = Montmorillonita**

$I = I_{Hita}$

C = Caolinita

A la vista de los análisis, en las arcillas calcáreas de la zona de Huelma que tiene un alto contenido en illita, parece lógico suponer que deben sufrir contracciones durante el proceso de cocido.

Las arcillas de la zona de Martos y Jódar son también illíticas, por lo que también parece que deben experimentar algunas contracciones durante el proceso de cocción. Además las arcillas de Martos, Jódar y Baeza son demasiado limosas, lo cual puede ocasionar baja resistencia en los productos cerámicos.

Las arcillas de Mengibar, Lucena y Mancha Real son las de más bajo contenido en illita, por lo que deben ser las que sufren menores contracciones durante el proceso de cocción. Por otra parte, en estas arcillas, las temperaturas de cocción deben ser normales, dado el bajo contenido en caolinita.

Con este criterio, se han elegido tres muestras que se han creído representativas de las zonas de Mengibar, Lucena y Mancha Real. Las muestras, se han sometido a ensayos de cocción en el Instituto de la Cerámica y el Vidrio con objeto de aproximar algo más sobre la calidad de estos materiales como materia prima para la industria cerámica.

De las muestras elegidas, dos de ellas, las de Lucena y Mancha Real corresponden a canteras activas de materiales arcillosos para productos cerámicos. La muestra de Mengibar se ha tomado, en el extremo norte de la Hoja, lo más próximo posible a Bailén.

Muestra N°	Zona	Clasificación P. R. A.
35	Mancha Real	Tierra limo-arcillosa
194	Lucena	Arcilla
375	Mengibar	Arcilla

Estas muestras han sido sometidas a ensayo de cocción contracción lineal, contracción en volumen, densidad aparente y capacidad de absorción de agua:

*Tabla I. Contracción lineal (°/o)*

Muestra	De húmedo a Seco (110°C)	De seco (110°C) a Cocido (°/o)					De húmedo a Cocido (°/o)				
		900	950	1.000	1.050	1.100	900	950	1.000	1.050	1.100
35	0,00	2,60	2,81	2,83	2,85	3,06	2,60	2,81	2,83	2,85	3,00
194	0,01	2,81	3,46	3,53	6,70	—	3,02	3,67	3,65	6,91	—
375	+ 0,01	2,80	3,23	3,50	3,67	5,18	2,59	3,03	3,24	3,46	4,97

*Tabla II. Contracción en volumen*

Muestra	De húmedo a Seco (110°C)	De seco (110°C) a Cocido (°/o)					De húmedo a Cocido (°/o)				
		900	950	1.000	1.050	1.100	900	950	1.000	1.050	1.100
35	+ 0,87	8,14	8,37	8,58	9,48	12,65	7,25	7,50	7,69	8,57	11,73
194	0,32	7,37	9,50	10,10	20,63	—	7,93	9,50	9,10	20,68	—
375	+ 0,41	8,19	9,11	11,04	11,97	15,68	7,73	10,61	10,61	11,53	15,27

*Tabla III. Densidad aparente (grs/cm<sup>3</sup>)*

Muestra	En Cocido a				
	900	950	1.000	1.050	1.100
35	1,50	1,52	1,58	1,50	1,58
194	1,33	1,29	1,30	1,54	—
375	1,50	1,50	1,46	1,53	1,61

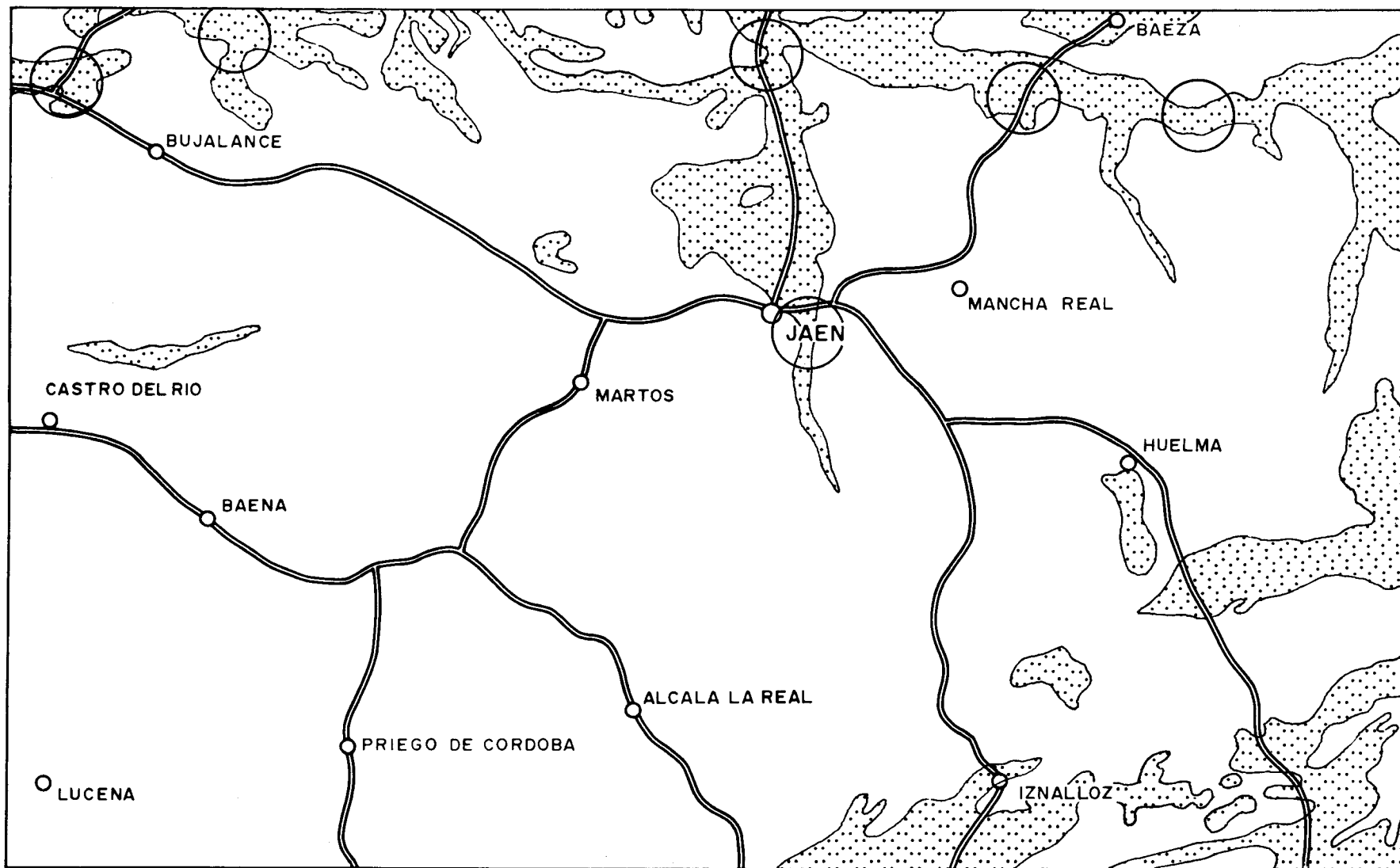
*Tabla IV. Capacidad de absorción en agua °/o*

Muestra	En Cocido a				
	900	950	1.000	1.050	1.100
35	26,27	26,09	21,59	21,37	21,87
194	38,40	37,21	36,95	21,21	—
375	34,44	29,92	29,84	28,44	23,16


En las muestras 35 y 375, de Mancha Real y Mengibar, se observa que la contracción lineal es reducida. Sin embargo la muestra 194 de Lucena presenta una contracción más alta del orden del doble que en las anteriores.


Algo parecido ocurre respecto a las contracciones volumétricas.

La arcilla de Lucena, presenta mayor capacidad de absorción de agua a temperaturas de cocción bajas, mientras que por encima de temperaturas de cocción de 1050° C, da lugar a productos cerámicos con menor absorción de agua. En las tres muestras la capacidad de absorción de agua es más bien elevada.



ESQUEMA DE SITUACION  
DE YACIMIENTOS Y  
EXPLOTACIONES DE  
GRAVAS Y ARENAS

 Zona con afloramientos  
de arenas, gravas y limos

 Zonas con explotaciones

ESCALA. 1:500.000

### 3.2.— ARENA Y GRAVA

Dentro de este apartado se incluyen los materiales que se utilizan como áridos en las construcciones. Pertenecen casi en su totalidad al Cuaternario, excepto dos estaciones abandonadas de arena de poca importancia. Una en Martos, de edad dudosa, Nº 131, y otra de arena limosa en Alcalá la Real, de edad terciaria, Nº 315.

Los principales afloramientos de gravas y arenas cuaternarias, están distribuidos a lo largo del Guadalquivir que corre por el límite norte de la Hoja.

La principal explotación de gravas se encuentra en Menjíbar, junto al límite norte de La Hoja en las proximidades del puente sobre el Guadalquivir de la carretera N-323 de Bailén a Jaén. Le sigue en importancia la gravera que se explota en estos momentos en El Carpio. Si bien, en ésta última, las reservas parecen menores.

Las gravas y arenas naturales son de buen calidad, sin embargo, en el área de la Hoja, cada vez se extiende más el uso de áridos artificiales obtenidos por machaqueo de calizas.

Al sur de la hoja hay pequeñas explotaciones de gravas en Priego, Alcaudete y Baena que atienden la demanda local en competencia con los áridos de machaqueo procedentes de caliza.

La extracción de estos materiales es muy fácil debido a que se trata de materiales muy poco consolidados y se suelen obtener mediante palas mecánicas, sometiéndolas a continuación a clasificaciones muy 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; de 1 a 5 obreros.

Las producciones oscilan entre 1000 y 80.000 m<sup>3</sup> anuales con precios muy variables entre 80 y 250 pesetas al m<sup>3</sup>, según calidad y demanda. El precio medio es de 102 pts. por m<sup>3</sup>.

Las características de las gravas descritas se ponen de manifiesto por los resultados de los ensayos a que han sido sometidas las muestras extraídas.

- Tanto por ciento en materia orgánica: entre 0,020 y 0,560
- Presencia de sulfatos: no, excepto en las graveras del río Guadiana menor.
- Equivalencia en arena: 23 — 81

#### *Análisis granulométrico (En tanto por ciento)*

<u>Mayor de 2 mm.</u>	<u>2 — 0,2 mm.</u>	<u>Menor 0,2 mm.</u>
93 — 70	19 — 4	11 — 3

La granulometría corresponde a gravas y gravas arenosas como se ve en el gráfico adjunto en el que aparecen las curvas granulométricas, de gravas.

En Alcalá la Real, se ha tomado una muestra de arena limosa del Paleógeno de la que también se ha realizado análisis granulométrico con los siguientes resultados:

#### *Análisis granulométrico (En tanto por ciento)*

<u>De 2 — 0,2mm</u>	<u>0,2 a 0,02 mm</u>	<u>de 0,02 a 0,002 mm</u>	<u>menor de 0,002 mm</u>
25	46	26	3

Este material se puede clasificar como una tierra arenosa según la clasificación de Publics Roads Administration.

En la zona de Carcabuey, se ha tomado una muestra de ofita descompuesta, que geotécnicamente se puede considerar arena. El análisis granulométrico se puede considerar arena. El análisis granulométrico de estas "arenas" arroja el siguiente resultado:

*Análisis granulométrico (En tanto por ciento)*

<u>Mayor de 2mm</u>	<u>2 – 0,2 mm</u>	<u>Menor de 0,2 mm</u>
4	76	20

A continuación se resumen, sobre un mismo gráfico las diferentes curvas granulométricas obtenidas para gravas. Constituyen una familia de curvas afines. En el mismo gráfico se adjuntan dos curvas correspondientes a materiales arenosos; la ofita descompuesta de Carcabuey, y una tierra arenosa de Alcalá la Real.

### 3.3.— ARENISCAS

Estas rocas han sido objeto de explotación desde muy antiguo, por ser materiales típicamente tableados, de colores vistosos, rojos, rosados o blancos, resistentes a la abrasión y relativamente fáciles de extraer y trabajar como roca de construcción.

Se han inventariado diez yacimientos de areniscas de los cuales sólo quedan dos en actividad: El Mercadillo, en el Término de Pegalajar y las de Porcuna que se encuentran en un estado de subexplotación latente. El resto de las canteras se encuentra aparentemente abandonadas. Son canteras de poca importancia en las que esporádicamente se ha sacado algún bloque pero que cada día están más olvidadas.

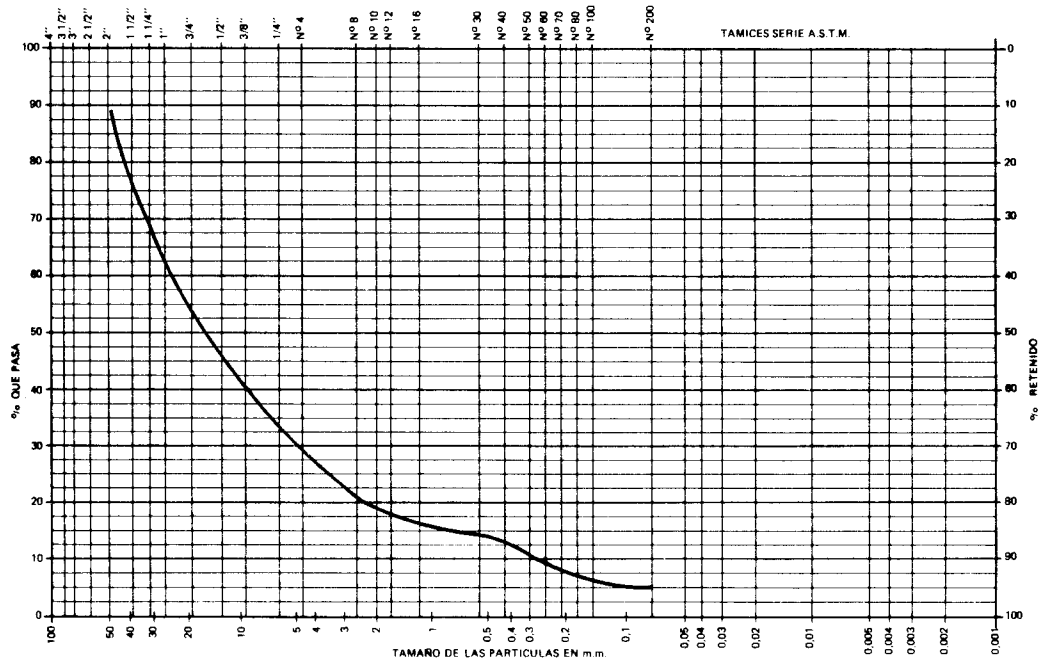
Las areniscas que se encuentran son pertenecientes al Oligoceno, Mioceno y Triásico.

Las canteras que utilizan los niveles de areniscas del flysch Oligoceno son las de Porcuna y las del Cortijo de Doña Mayor en Castro del Río. Las capas de arenisca dura, son muy regulares y al arrancarlas quedan casi cortados los sillares de construcción. Su aprovechamiento varía según el tamaño de los granos y su grado de dureza empleándose las más duras para adoquines. Se puede emplear labrada como roca ornamental, para pilas y losas.

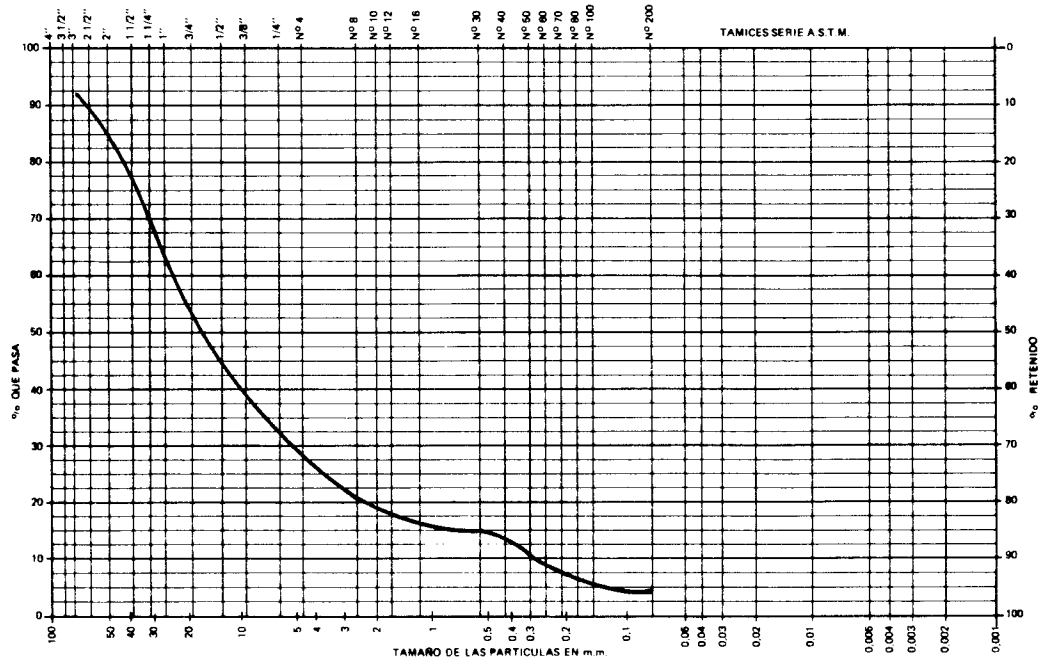
En Porcuna, el trabajo manual de esta piedra es tradicional y hay varias canteras muy antiguas que, en la actualidad, están muy poco explotadas. Algunos huecos abandonados son vertederos de basura; esporádicamente, según la demanda, se continúan sacando losas que se trabajan a pie de cantera. Es una industria muy rudimentaria. Lo más notable de estas areniscas de Porcuna es la llamada Casa de Piedra; es un verdadero monumento producto del trabajo de dos generaciones de canteros que han contruido una casa bastante grande utilizando las areniscas como único material. La Casa de la Piedra es un muestrario de todas las posibilidades constructivas y ornamentales de esta roca, ya que incluso algunos muebles y enseres son de piedra.

En Lucena, también se explota la arenisca oligocena pero allí es de facies distinta, es de color claro y no es tableada. La cantera se llama de Albarizas, en el cortijo del mismo nombre. La roca como tal se ha usado para construcción. También se ha utilizado machacada para los caminos locales.

# GRAVAS

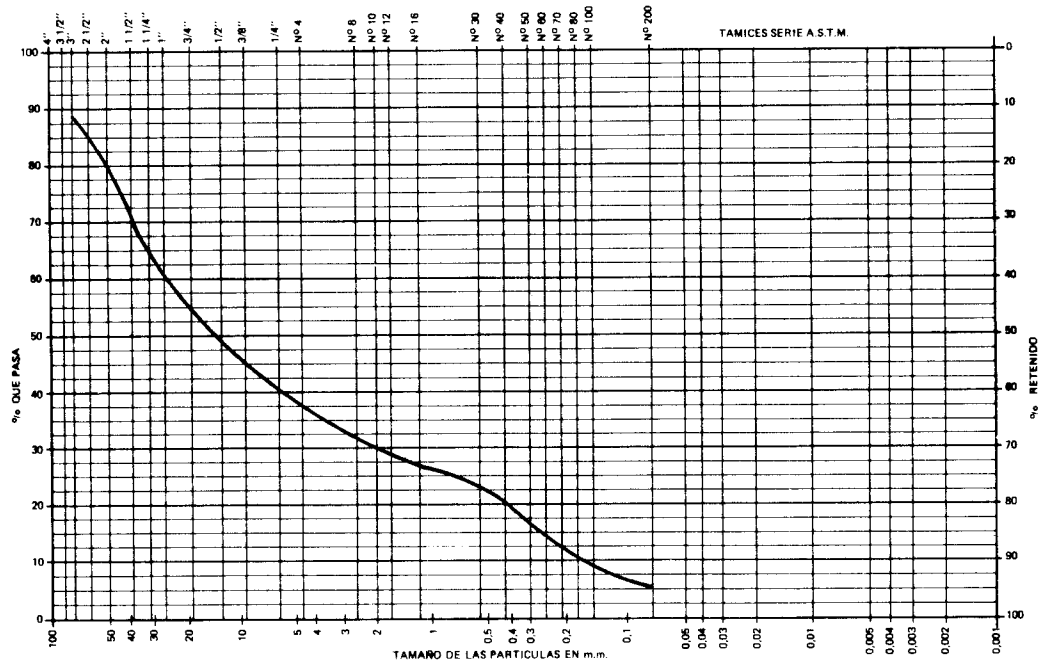


MUESTRA 51

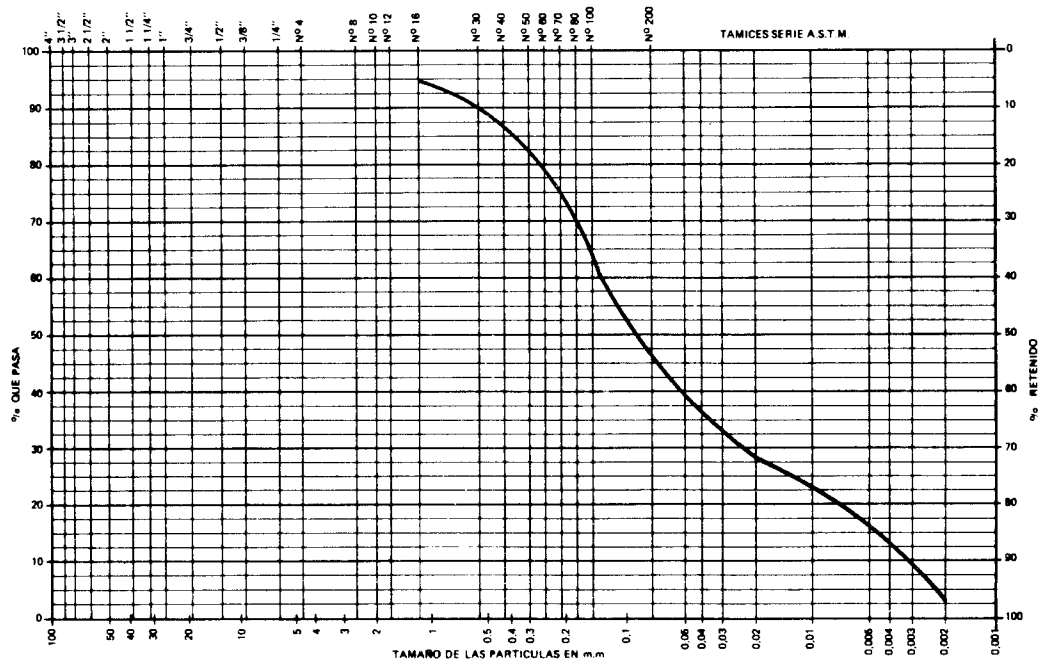


MUESTRA 116

# GRAVAS

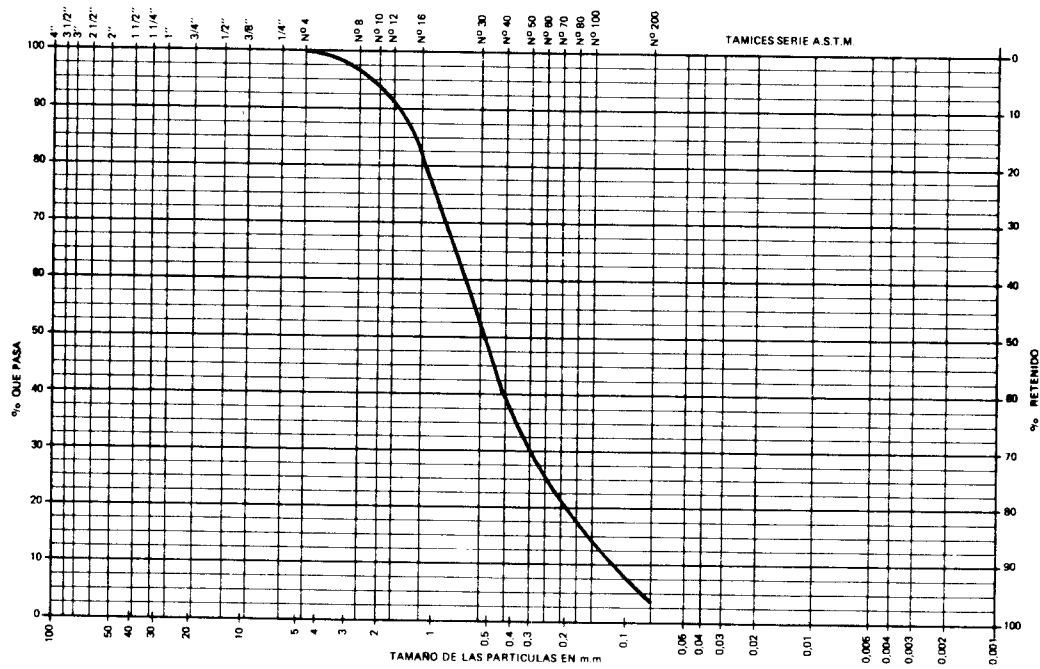


# MUESTRA 246

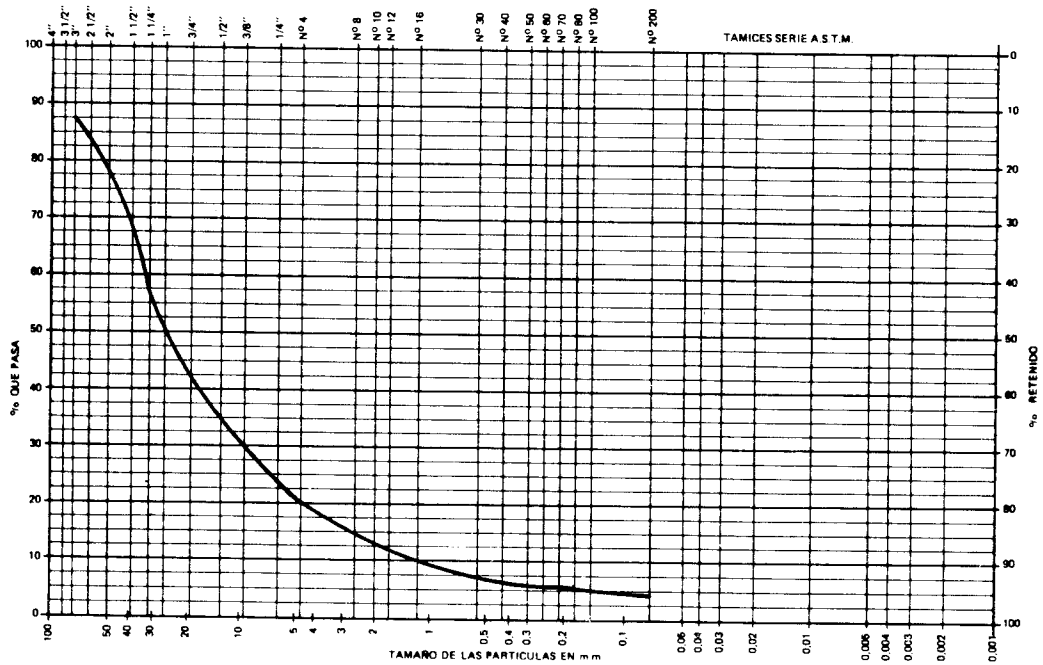


# MUESTRA 315

# GRAVAS

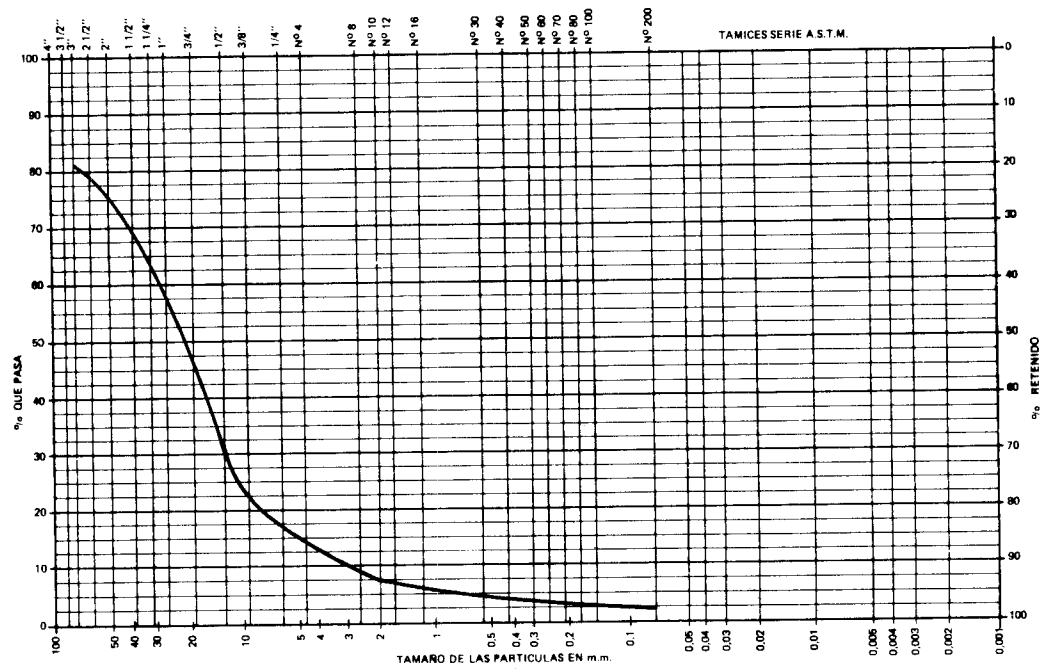


# MUESTRA 319



# MUESTRA 373

# GRAVAS



MUESTRA 376

En el Término de Pegalajar, se encuentran las canteras de El Mercadillo, de arenisca miocena de color claro. Estas canteras son también muy antiguas y la roca de allí extraída ha sido la que sirvió para la construcción de la catedral de Jaén. En la actualidad continúa activa pero con un ritmo de producción bajo.

Otras canteras activas de areniscas terciarias hay en Alcalá la Real, Chachalejo y Moreda.

En el extremo noroccidental de la hoja, junto al río Guadalquivir afloran areniscas rojas del Triásico que se explotan, a veces, para la construcción en los cortijos cercanos.

Las producciones son muy difíciles de estimar por el carácter poco sistemático de las explotaciones.

El precio varía mucho con la calidad, entre 1.000 y 3.000 pesetas el metro cúbico.

Las reservas son grandes. En el caso de Porcuna las explotaciones interfieren en casco urbano.

De la muestra obtenida en las areniscas de Porcuna se ha realizado un ensayo de tallado y pulido de probeta.

### 3.4.— CALIZAS Y DOLOMIAS

Constituyen uno de los materiales más abundantes dentro de La Hoja y a la vez el de mayor importancia industrial. Se usan para áridos, aglomerantes y como rocas ornamentales.

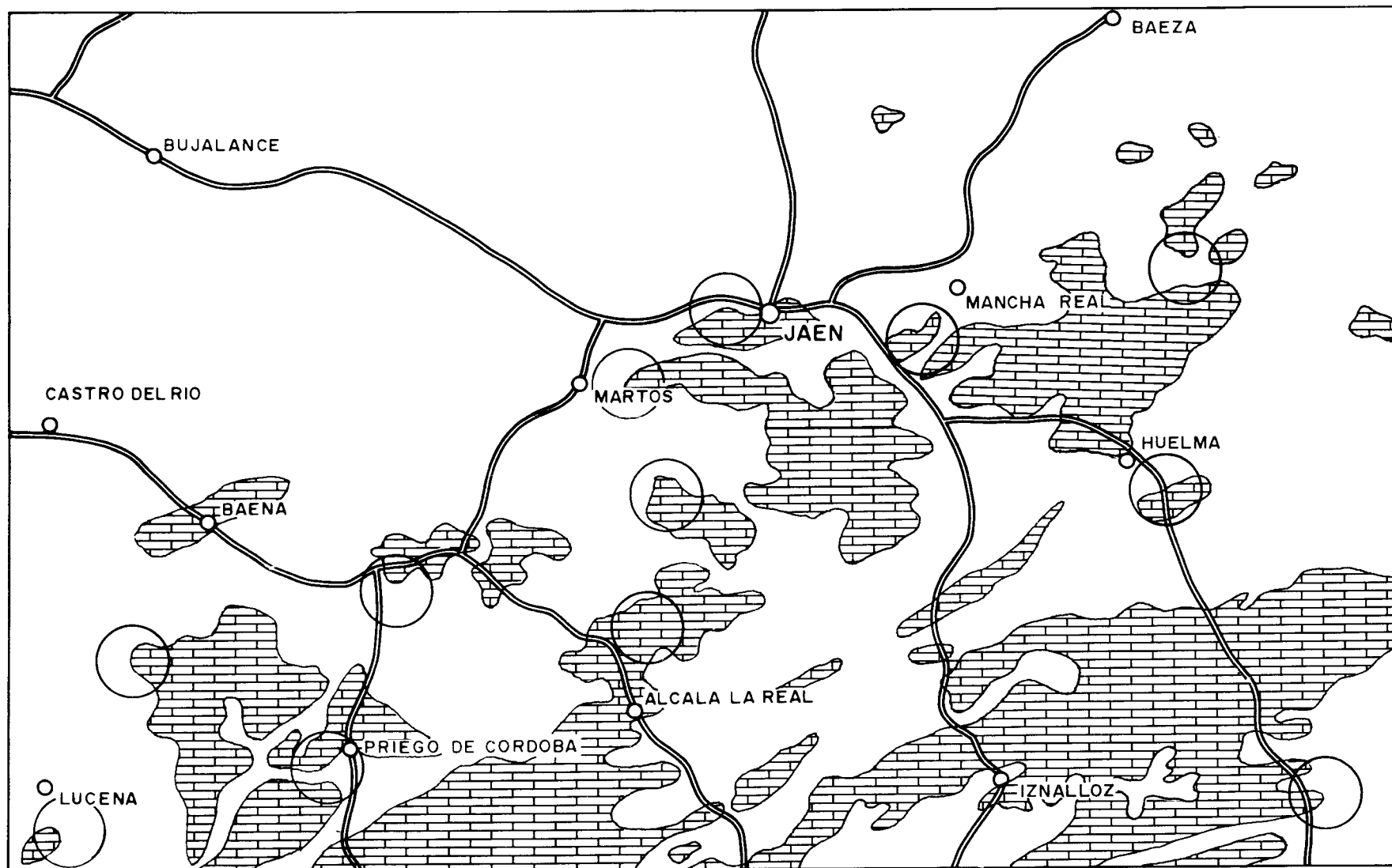
Pertenecen al Devónico, Triásico, Jurásico, Cretácico y Terciario.

La caliza del Devónico aflora exclusivamente en el extremo noroccidental de La Hoja, en el Término de El Carpio. Está muy silicificada, hasta el punto de que en una muestra que ha sido analizada, ha resultado casi un ochenta y siete por ciento de  $\text{SiO}_2$ . Sin duda, esta muestra debe corresponder a un nivel especialmente silicificado.


El resto de los yacimientos de calizas y dolomías son de dominio Subbético y se localizan en el sur y este de La Hoja.


Las correspondientes al Trías son niveles de calizas muy compactas, densas, recristalizadas, de color gris oscuro, con venillas de calcita secundaria. Estos niveles de caliza se encuentran junto a las margas rojas con yeso. Van casi siempre asociadas a mineralizaciones de hematites roja (ocre rojo). Estas calizas triásicas proporcionan, por machaqueo, áridos de muy buena calidad que se utilizan en toda la zona para carreteras y otras obras. Los áridos obtenidos a partir de esta caliza, se pagan más caros que los que proporcionan los demás niveles estratigráficos. Proporcionan hormigón de mejor calidad. Se explotan fundamentalmente en Jaén y Zamoranos. Una muestra de caliza del Trías de la zona de Priego, ha sido analizada petrográficamente resultando, al microscopio, caliza afanítica con numerosas vetas recristalizadas.

Las calizas y dolomías liásicas se utilizan como áridos, para cales y como rocas ornamentales, dependiendo de su carácter calizo o dolomítico. Se usan para áridos de la construcción cuando se encuentran ya machacados en su estado natural. Esto ocurre en los frentes de cabalgamiento o en fallas importantes. Entonces la caliza está triturada hasta el extremo de que se puedan individualizar los clastos con la mano. La caliza, en estas condiciones, recibe el nombre popular de "arena" y lo frecuente, en la zona



ESQUEMA DE SITUACION  
DE YACIMIENTOS Y  
EXPLOTACIONES DE  
CALIZAS

 Zona con afloramientos  
de calizas

 Zonas con explotaciones  
principales

ESCALA. 1:500.000

montañosa, es que en los alrededores de cada pueblo exista uno o varios "sacaderos" de esta arena. Actualmente se están montando ya algunas industrias extractivas importantes de este tipo de material. Este mismo año se ha abierto una cantera de este tipo en Lucena a favor de una gran falla con amplia zona triturada. Una muestra de estos materiales tomada en el Jurásico de Rute, se ha estudiado al microscópio y se trata de una dolomía microcristalina, formada por dolomitización secundaria a partir de una caliza.

Para rocas ornamentales, se usan materiales liásicos de dos tipos: caliza blanca y la rosada. De las calizas blancas las más representativas son las de los mármoles Vichira, en Priego, Luque y algunas canteras de la estación de Cabra. Son unas calizas fosilíferas de color blanco con un ligero tono marrón muy compactas. Se observan numerosos restos fósiles de gasterópodos y lamelibranquios.

Las calizas rosadas, se explotan principalmente entre Valdepeñas de Jaén y Castillo de Locubín. Es una caliza compacta de color granate rosado bastante bonito. Se usa machacada, para terrazos y piedra artificial. Al microscópio se trata de una biomicrita, con textura afanítica, atravesada por vetillas de calcita recristalizada y abundantes restos fósiles. Contiene abundante material arcilloso.

Las calizas jurásicas se usan también para la contrucción, para cales y para fines ornamentales. Los yacimientos más notables son los de calizas oolíticas del Dogger—Malm de la Sierra de Cabra. Son unas calizas blancas oolíticas muy puras, se cortan en bloques, su explotación es próspera y se exportan a toda España como roca ornamental. La caliza Jurásica, en la zona de Alcaudete, analizada al microscópio, ha resultado caliza afanítica — micrita — con venillas de calcita recristalizada y algunos granos de cuarzo. Una muestra de caliza jurásica, tomada en el Jurásico de la Sierra de Cabra ha resultado, en el estudio microscópio, una caliza pelesparita.

Otra facies del Jurásico muy características es el Titónico de la Sierra de Cabra. Son unas calizas arriñonadas rosadas con muchos restos fósiles de Ammonites. Presenta el inconveniente, como roca ornamental, de su anisotropía. En el estudio petrográfico la caliza arriñonada del Titónico de la Sierra de Cabra, ha resultado una caliza afanítica fosilífera (Biomicrita).

En Sierra Magina, al norte de La Hoja, el Jurásico presenta una facies de caliza muy oscura con alguna veta blanca, que también puede tener usos ornamentales.

La caliza Cretácica, se explota mucho para áridos de machaqueo en las zonas de Jaén, Belmez y Jódar. Proporciona áridos de buena calidad. En Jaén se explotan, para cales, unas calizas cretácicas muy puras.

En Jamilena, cerca de Torredonjimeno se explotan unas canteras enormes que abastecen una importante fábrica de cemento. La cantera de Jamilena comprende dos tipos de rocas: calizas y margas.

En el Terciario hay pocas calizas. Las más importantes son las de la base de Burdigaliense, calizas compactas claras, a veces azuladas que se explotan al norte de Martos. También se explotan algunas calizas arenosas en Alcalá la Real, Jódar y Baeza, que se usan para áridos y para obtención de cal.

En un estudio petrográfico realizado sobre dos muestras recogidas en el Burdigaliense de Martos, se deduce que es caliza de tipo bioclástico o biomicrita.

### *Calizas para aridos*

Las explotaciones para áridos se sitúan cerca de los mercados potenciales, es decir, de los grandes núcleos de población: Jaén, Lucena, Alcaudete, Martos y Darro (Granada)

Estos áridos se obtienen por machaqueo, a partir de calizas del Triásico, Liásico, Jurásico, Cretácico y Terciario.

Los áridos de mejor calidad son los obtenidos del machaqueo de las calizas triásicas, que tienen mayor peso específico, un coeficiente de desgaste medio y baja absorción. Las calizas cretácicas, presentan un coeficiente de desgaste bajo y proporcionan áridos de buena calidad para hormigones.

Las calizas y dolomías Liásicas y Jurásicas presentan unas características mecánicas un poco más desfavorables. Sin embargo presentan la ventaja de encontrarse frecuentemente ya machacadas en su estado natural, a favor de fenómenos Tectónicos.

Algunas calizas dolomíticas liásicas, se machacan con fines ornamentales como es el caso de la dolomía rosada de Castillo de Locubín.

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 a base de cintas transportadoras. De esta forma se obtienen una serie de productos clasificados por tamaños.

Las explotaciones, tienden a ser cada vez mayores, abandonándose paulatinamente los sistemas primitivos de dimensiones más reducidas, que se limitan a obtener algunos áridos para el consumo local.

El número de obreros oscila entre cuatro, en las canteras más pequeñas y veinticinco en las mayores.

Las producciones que son muy variables, alcanzan en total unos 360.000 metros cúbicos anuales, con un precio entre 50 y 200 pesetas el metro cúbico.

El uso de áridos de machaqueo está creciendo extraordinariamente en los últimos años debido a que los hormigones obtenidos con este tipo de áridos tienen mejores características que los obtenidos con áridos rodados. Al presentar los granos superficies irregulares, la adherencia con el mortero es mejor y además hay mayor facilidad para obtener una curva granulométrica determinada que con un árido natural. Además, los hormigones obtenidos a partir de áridos de machaqueo, al presentar menos poros, son más resistentes a las heladas. Estos hormigones fabricados con áridos de machaqueo, suelen necesitar con relativa frecuencia la adición de aireantes para mejorar la docilidad.

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

a) *Ensayos físicos*

	<u>Triasico</u>	<u>Liasico</u>	<u>Jurasico</u>	<u>Cretácico</u>	<u>Terciario</u>
Peso específico aparente	2,73 – 2,62	2,68 – 2,44	2,83 – 2,57	2,74 – 2,36	2,6
Peso específico real	2,83 – 2,68	2,78 – 2,65	2,85 – 2,69	2,80 – 2,67	2,63
Absorción o/o	1,23 – 0,90	3,24 – 0,81	2,28 – 0,36	4,93 – 0,77	0,36
o/o de estabilidad al sulfato magnésico	2,52 – 2,02	2,63 – 2,13	2,73 – 2,13	2,65 – 2,09	2,11
Coeficiente de desgaste "Los Angeles" granul. A	31,50 – 25,40	35,92 – 22,4	42,38 – 17,46	28,88 – 22,10	25,92

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

	<u>Triásico</u>			<u>Liásico</u>	<u>Jurásico</u>			<u>Cretácico</u>	
SiO <sub>2</sub>	1,58	0,4	0,92	0,22	0,10	0,32	0,34	0,22	0,28
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,09	—	0,04	0,02	—	0,02	0,02	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,38	0,16	0,38	0,20	0,15	0,33	0,51	0,16	0,15
TiO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CaO	38,27	54,26	53,97	55,18	55,73	54,82	31,60	54,12	55,30
MgO	14,18	1,24	1,11	0,51	0,13	0,71	20,44	1,38	0,42
K <sub>2</sub> O	indicios	—	—	—	—	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O	indicios	—	—	—	—	—	—	—	—
SO <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—	—	0,36	—
P.p.c.	45,50	43,93	43,58	43,87	43,89	43,80	47,09	43,76	43,85

Las muestras analizadas han resultado calizas bastante puras, excepto la correspondiente a la milonita jurásica tomada en Valdepeñas de Jaén que presenta un alto contenido en magnesio se trata pues de una dolomía. También ha aparecido una dolomía atribuible al Trías en la zona de Alcalá la Real.

**Caliza como roca de construcción y ornamental**

Con este fin se explotan una serie de niveles a lo largo de la zona de estudio, que se examina a continuación:

Caliza del Lías, de color beige claro, muy compactas del tipo de la de Mármol Vichira (Priego), del pueblo de Luque y de la estación de Cabra.

Calizas rosadas del Lías que se explotan en Valdepeñas de Jaén y Castillo de Locubín. Esta roca se usa machacada, para la fabricación de terrazas y piedras artificiales.

Los yacimientos más notables de calizas ornamentales son los de caliza oolítica del jurásico de la Sierra de Cabra. Estas calizas son objeto de una explotación próspera. Se han inventariado seis instalaciones importantes de estas rocas con una producción de 2.300 metros cúbicos anuales. Estas cifras tienden a aumentar. La caliza oolítica se exporta a toda España. Es de notar que una proporción bastante importante de estas piedras las absorben las industrias de rocas de construcción y ornamentales de Alicante.

**Análisis químico (En tanto por ciento)**

	<u>Jurásico de Martos</u>	<u>Triásico en Garciez</u>	<u>Liásico de Luque</u>	<u>Titónico de Sierra de Cabra</u>	<u>Triásico de Alcaudete</u>	<u>Jurásico de Izallos</u>
SiO <sub>2</sub>	0,75	2,64	0,22	4,16	2,54	0,44
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,04	0,16	0,02	0,43	0,17	0,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,20	0,44	0,20	1,40	0,53	0,18
TiO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—
CaO	54,30	53,38	55,18	51,78	53,88	54,81
MgO	1	0,71	0,51	0,74	0,31	0,73
K <sub>2</sub> O	—	indicios	—	0,02	0,02	—
Na <sub>2</sub> O	—	indicios	—	0,02	0,02	—
SO <sub>3</sub>	—	—	—	—	—	—
P.p.c.	43,71	42,66	43,87	42,18	42,53	43,82

Para la caracterización de estos materiales se han realizado análisis petrográficos químicos y los consiguientes ensayos de tallado y pulido de probetas.

### *Calizas para aglomerantes*

Los niveles que se explotan para esta utilización son predominantemente cretácicos, jurásicos y liásicos. Los afloramientos liásicos subbéticos son potenciales yacimientos de materias primas para la fabricación de cemento y cales.

### **Cementos**

Caben destacar las calizas de Jamilena, en la zona de Martos que son objeto de una gran explotación para fabricación de cementos, conjuntamente con margas.

En la zona de Colomera, al Sur de La Hoja, se han marcado dos yacimientos contiguos: uno de calizas con grandes reservas que constituyen el Cerro Pozuelo, de edad liásica. Junto a este afloramiento de calizas hay margas—margocalizas del Cretácico inferior, que constituye otro yacimiento. Ambos yacimientos explotados conjuntamente pueden constituir la posible ubicación de una fábrica de cementos.

El contenido en magnesio de las calizas parece muy bajo, 0,23 por ciento de MgO. El contenido en Sílice es alto, del 29 por ciento. En caso de que se considerase seriamente la posibilidad de una explotación de este tipo, sería necesario un estudio concreto, con toma de muestras sistemática. En la muestra tomada en Darro, aparecen al microscópio, cristales romboédricos de dolomita, lo cual parece en contradicción con el análisis químico.

El emplazamiento sugerido está comunicado por carretera asfaltada y tiene agua.

### *Análisis químico (En tanto por ciento)*

	<u>Cantera Activa en Jamilena (Martos)</u>	<u>Jurásico de Colomera</u>	<u>Jurásico de Iznalloz</u>	
SiO <sub>2</sub>	25,94	29,56	0,10	0,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,24	1,40	—	—
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,20	0,82	0,15	0,16
TiO <sub>2</sub>	0,28	—	—	—
CaO	31,30	37,73	55,73	54,12
MgO	1,79	0,23	0,13	1,38
K <sub>2</sub> O	0,62	0,31	—	—
Na <sub>2</sub> O	0,90	0,61	—	—
SO <sub>3</sub>	1,03	—	—	0,36
P.p.c.	28,70	29,79	43,89	43,76

### **Cales**

Las cales se usan cada vez menos como aglomerantes. Se encuentra alguna cantera activa de caliza liásica para cales en Lucena y en el Cretácico de Jaén, en la zona de Pegalajar. Las cales obtenidas se usan como blanqueador, aditivos, etc.

Esta caliza Cretácica de Pegalajar es muy pura, alcanza un 55,25 por ciento de CaO. Algunos niveles jurásicos pueden dar también calizas muy puras, como ocurre con la caliza jurásica de Darro, que alcanza el 55,73 por ciento de CaO.

*Análisis químico (En tanto por ciento)*

	<u>Cretácico</u>			<u>Jurásico</u>				<u>Liásico</u>
SiO <sub>2</sub>	0,24	0,60	0,28	0,10	0,22	0,32	0,75	0,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	—	0,03	—	—	—	0,02	0,04	0,02
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,11	0,28	0,15	0,15	0,16	0,33	0,20	0,20
TiO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—
CaO	55,25	54,65	55,30	55,73	54,12	54,82	54,30	55,18
MgO	0,50	0,74	0,42	—	1,38	0,71	1	0,51
K <sub>2</sub> O	—	—	—	—	—	—	—	—
Na <sub>2</sub> O	—	—	—	—	—	—	—	—
SO <sub>3</sub>	—	—	—	0,13	0,36	—	—	—
P.p.c.	43,90	43,70	43,85	43,89	43,76	43,80	43,71	43,87

La caliza Cretácica es, en general, la más pura en carbonato cálcico. En este tipo de terrenos se encuentra las canteras de Jaén, a la salida de la Ciudad por la Carrtera de Los Villares. En estas canteras se obtiene indistintamente material para cales y para áridos de machaqueo. La caliza es muy apropiada para obtención de cales.

### 3.5.— CUARCITAS

Las cuarcitas son unas rocas raras en el ámbito de La Hoja, puesto que los terrenos que afloran son mesozoicos y terciarios. Sin embargo, en el ángulo noroccidental, junto al río Guadalquivir, aflora el Paleozoico y se ha localizado un afloramiento de esta roca junto al estribo izquierdo de la presa de Alcurrucén. Este afloramiento puede tener interés en el futuro, como material de escollera para obras públicas, siempre en competencia con las calizas devónicas, de peor acceso pero algo más fáciles de tratar, debido a su menor abrasividad.

### 3.6.— FALSA AGATA

Se localizan entre las calizas del Lías. Se presentan en filones estrechos, poco homogéneos y de extensión limitada. Las coloraciones son variadas, de tonos muy pálidos. Se extraen bloques de pequeño tamaño.

Se trata de una deposición de calcita por precipitación química en medio cárstico, es por esta razón por lo que se encuentra en masas arriñonadas y filones, rellenando diaclasas o tubos de disolución dentro de la masa de calizas liásicas que constituyen la roca de caja. Este fenómeno se da con frecuencia dentro de los macizos calcáreos de La Hoja, concretamente en la caliza blanca de Lías. Sin embargo, solamente se ha inventariado una explotación de este tipo, en el extremo sureste de La Hoja, en Moreda.

La explotabilidad de estos materiales no es fácil, ya que se encuentran muy encajados, siendo necesarias unas labores preparatorias, antieconómicas en la mayoría de los casos.

Los precios de este material son altos, de unas 20.000 pesetas el m<sup>3</sup>, de planchas. Los trozos no aprovechables para la obtención de planchas se pueden vender a las industrias del terrazo.

### 3.7.— MARGAS

Las margas constituyen uno de los materiales que con mayor profusión abundan en toda La Hoja. Afloran en terrenos triásicos, jurásicos y terciarios.

Las margas triásicas son de facies Keuper, margas abigarradas con lutitas y yesos, estos materiales son de utilización problemática en la industria cerámica.

En los terrenos jurásicos, se encuentran algunos niveles de margas interestratificadas entre las calizas. Estos niveles no tienen interés industrial. Salvo en el caso de Jamilena en que se explotan, conjuntamente con las calizas, para la industria del cemento.

En los terrenos terciarios hay una gran cantidad de margas y arcillas margosas con interés para la industria cerámica, las cuales se han considerado en el apartado correspondiente a arcillas.

### 3.8.— MARGOCALIZAS

Las margocalizas que afloran dentro de La Hoja, pertenecen a los terrenos jurásicos y cretácicos.

Desde el 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.

En el Cretácico se distinguen varias facies de calizas y margocalizas dentro de los dominios Subbéticos y Prebético.

La explotación de estos materiales cretácicos no debe presentar dificultades, tienen poco recubrimiento y afloran en zonas bastante amplias.

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

#### *Margocalizas para cementos*

Las margocalizas que se explotan para la industria del cemento son las cretácicas.

En el cretácico se distinguen varias facies y a primera vista se pueden distinguir tres zonas de interés industrial:

- Zona de Nueva Carteya—Lucena, al suroeste de La Hoja. Se trata de una alternancia de calizas margosas blanquecinas con margocalizas. Esta facies está sin explotar y se ha tomado algunas muestras con objeto de determinar si es posible su utilización.
- Zona de Moclán—Noalejo, al sur de La Hoja, donde afloran margocalizas y margas formando un flysch que podría explotarse, sólo o conjuntamente con las calizas jurásicas para la industria del cemento. Las margocalizas de esta zona parecen muy puros. En una muestra tomada cerca de Campillo de Arenas. El porcentaje de magnesio es muy bajo: 0,7 por ciento de MgO y un 14 por ciento en SiO<sub>2</sub>
- Zona de Martos—Los Villares, al sur de la Sierra de Jabalcuz, en el centro de La Hoja. Esta zona es la de más claras posibilidades. Existe un gran afloramiento que es objeto de explotación en Martos y que podría serlo en cualquier otro punto, al sur de Jaén. Se usa en Martos para la fabricación de cementos naturales y en Jamilena, en combinación con calizas, para cementos Portland.

Las margocalizas de Martos—Los Villares, presentan color verdoso y consistencia

apreciable, que dan lugar a unos relieves de naturaleza dentada. Estas margocalizas no suelen tener recubrimientos importantes y su explotación no debe presentar grandes dificultades. En la cantera de Martos la margocaliza se rompe con explosivos. Mediante una pala mecánica, se carga el material y es transportado a los hornos que se encuentra situados al pie de la cantera. En la extracción propiamente dicha, trabajan cuatro hombres, con una producción que oscila de 3.000 a 7.000 metros cúbicos anuales. Las reservas de margocalizas en la región central de la hoja puede calificarse como muy grandes dada la extensión del afloramiento. Los precios que se han obtenido para estos materiales son del orden de 75 pesetas metro cúbico.

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

*Análisis químico (En tanto por ciento)*

	<u>Nueva Carteya Lucena</u>	<u>Moclín Noalejo</u>	<u>Martos</u>
SiO <sub>2</sub>	2,50	14,36	22,46
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,29	2,45	6,06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,83	1,46	2,48
TiO <sub>2</sub>	—	—	0,12
CaO	53,80	41,80	32,70
MgO	0,14	0,70	1,30
K <sub>2</sub> O	0,04	0,48	1,44
Na <sub>2</sub> O	0,02	0,83	0,74
SO <sub>3</sub>	—	—	—
P.p.c.	42,38	37,92	32,70

La muestra de Nueva Carteya ha resultado demasiado calcárea. Sin embargo teniendo en cuenta que se trata de una alternancia tipo flysch, no se debe desechar totalmente la zona como posible cantera de margocalizas para cementos, aunque el resultado en este informe sea negativo. Las margocalizas de la zona de Moclín—Campillo de Arenas—Noalejo, parece utilizable para la industria del cemento. Tanto por sí solas, como en combinación con la caliza jurásica, pues estas calizas del sureste de La Hoja son también bastante puras, a la vista de los análisis químicos realizados en las muestras de caliza tomadas de Colomera, Iznalloz y Darro, que han dado todas entre 37,7 y 54,8 por ciento de CaO y entre 0,23 y 1,38 por ciento de MgO.

La margocaliza de Campillo de Arenas parece que contiene un porcentaje de MgO inferior al uno por ciento, según el análisis realizado en una muestra. Para considerar la ubicación en esta zona de fábricas de cemento, es preciso el estudio concreto con toma de muestras sistemática. Sin embargo parece una zona favorable la comprendida entre Moclín—Colomera—Campillo de Arenas—Noalejo, tanto por las margocalizas como por las calizas.

### 3.9.— OCRES ROJOS

Constituyen un material muy abundante en toda la zona de estudio.

Aparecen en masas o filones de forma y dimensiones irregulares asociados a las calizas triásicas.

Las explotaciones más importantes se localizan al noroeste de Jaén, en la zona de

Torrequebradilla y al norte, en la zona de Fuente del Rey.

También hay explotaciones activas al sur de Martos, en Casillas de Martos y las ha habido entre Huelma y Pegalajar.

El material, es una hematites roja, mezclada con arcilla, cuya ley alcanza el 90 por ciento de hierro. Se encuentra ligado a las calizas Triásicas, en su contacto con las margas rojas.

La explotación se lleva a cabo en galerías que siguen las fisuras mineralizadas entre las calizas, o en otras ocasiones, el contacto entre las calizas y las margas que es un plano favorable a la mineralización.

La explotación de ocre es activa en toda la hoja y parece que existe demanda puesto que las explotaciones activas son casi la mitad de los puntos inventariados, lo cual indica una actividad considerable.

Se han reseñado yacimientos en Jaén, Torredalcampo, Torrequebradilla, Mancha Real, Garciez, Martos, Jimena, Zamoranos, Luque y Cambil.

Las producciones máximas obtenidas alcanzan a 1.300 toneladas en la explotación "Minerva" de Mengibar.

Los precios oscilan con la calidad pero son del orden de 1.000 pesetas la tonelada. La utilización se centra en la industria de pinturas, como colorantes.

Se ha realizado algunos análisis en muestras elegidas.

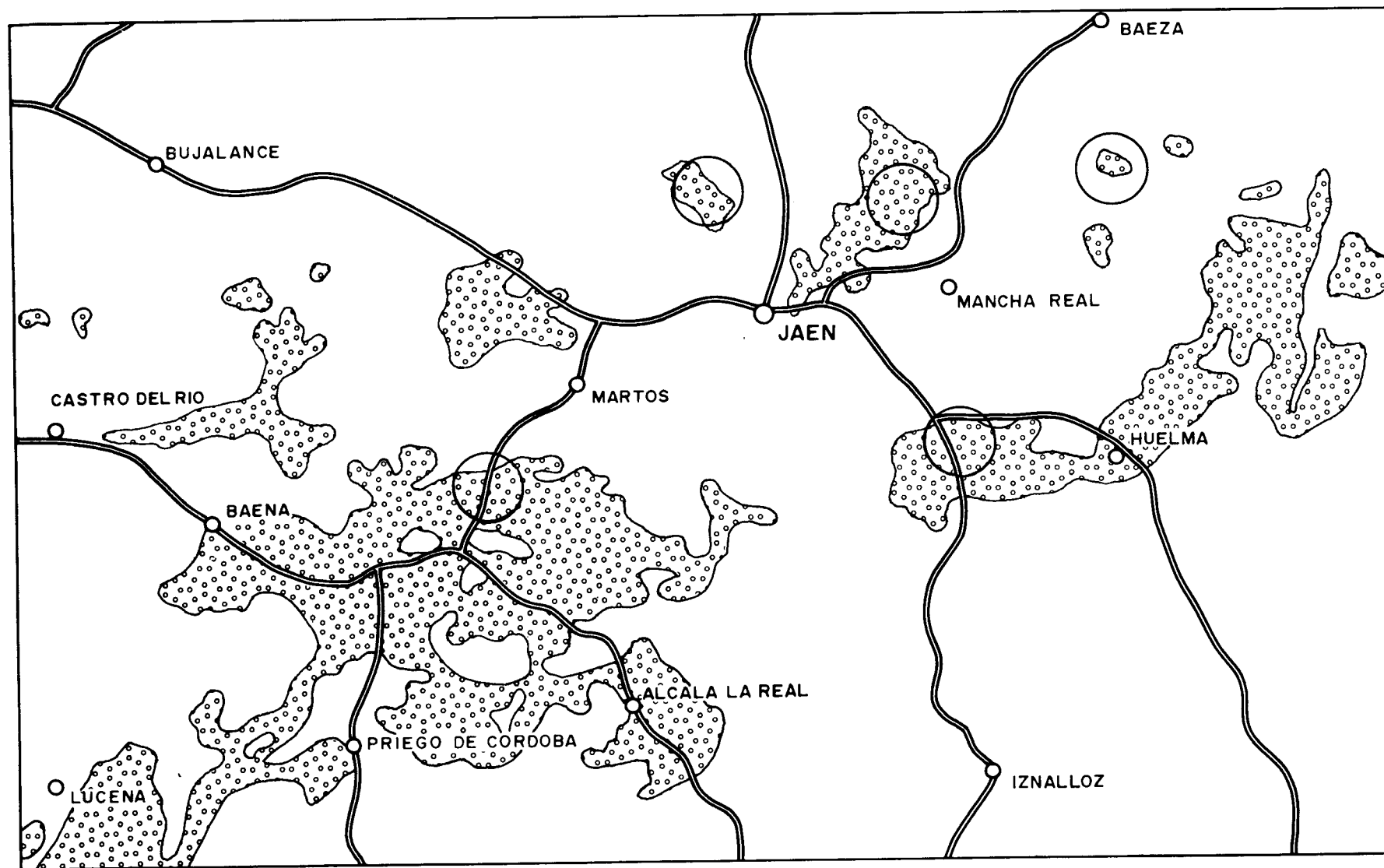
*Análisis químico (En tanto por ciento)*

SiO <sub>2</sub>	6,08	5,81	11,86	7,62	13,63	3,00
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,20	0,82	2,97	1,76	3,68	0,27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	83,42	90,57	79,65	76,48	10,57	59,18
TiO <sub>2</sub>	0,03	indicios	indicios	—	—	0,03
CaO	3,06	indicios	indicios	4,62	22,98	20,60
MgO	1,45	0,21	1,02	2,18	15,08	0,38
K <sub>2</sub> O	0,04	0,05	0,31	0,28	0,32	indicios
Na <sub>2</sub> O	0,02	0,03	0,64	0,23	0,26	indicios
SO <sub>3</sub>	indicios	—	0,02	—	—	—
P.p.c.	5,35	1,94	3,21	5,92	33,22	15,18
P.	0,01	0,01	0,05	0,07	0,08	0,01
Mn	0,27	0,19	0,23	0,87	—	0,26

### 3.10.— OFITAS


Las rocas ígneas están representadas dentro del dominio de la Hoja por las ofitas presentes en el Keuper y por rocas volcánicas básicas, ligadas al Jurásico y al Cretácico Inferior. Mineralógicamente hay pocas diferencias entre las ofitas y las rocas básicas intercaladas entre las series mesozoicas. Las rocas básicas volcánicas y subvolcánicas, se encuentran preferentemente asociadas a las series del Subbético Medio Septentrional. Se presentan en forma de filones—capa, lacolitos y lavas almohadilladas. Se han visitado estos afloramientos que no son objeto de aprovechamiento alguno, ya que se trata de material poco coherente, heterogéneo y deleznable.


Las ofitas del Keuper, si bien son a veces parecidas, tienen interés industrial porque



ESQUEMA DE SITUACION  
DE YACIMIENTOS Y  
EXPLOTACIONES DE

OCRES ROJOS

 Zona con afloramientos  
triásicos

 Zona con explotaciones  
activas de ocre

ESCALA. 1:500.000

se encuentran formando afloramientos aislados homogéneos y presentan la típica textura granuda ofítica. Son rocas de color verde oscuro, granudas, cristalinas, compuestas por plagioclasas básicas y piroxenos como materiales esenciales.

Los afloramientos se pueden agrupar en dos tipos; aquellos en los que la roca se encuentra muy descompuesta y los que muestran una roca dura cerca de la superficie. En los dos casos tienen interés como fuente de áridos para la construcción. En el caso de las ofitas descompuestas se pueden obtener unas arenas que sirven localmente para base de carreteras. Así se ha utilizado en Priego, y se estaba aprovechando localmente para la construcción de un camino en Carcabuey. Se trata de una arena parecida al loem granítico desde el punto de vista granulométrico y geomecánico. Es ripable. El inconveniente que presenta desde el punto de vista constructivo es su alta proporción de finos.

Las ofitas sanas son unas rocas muy duras que se han explotado para firmes de carreteras. No se ha visto ninguna explotación activa pero existen frentes en Rute, Priego de Córdoba, Carcabuey, Cambil y Charchalejo. Este último afloramiento se encuentra junto a la carretera de Madrid a Granada entre los kilómetros 366 y 367. Tiene la ventaja de prestar una roca de buena calidad para firmes, al pie mismo de una carretera importante, allí ha habido una explotación antigua de la que no se tiene más datos que los restos abandonados.

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

*Ensayos físicos:*

—	Peso específico aparente	2,930
—	Peso específico real	2,984
—	Absorción %	0,607
—	% estabilidad al $\text{SO}_4\text{Mg}$	2,092
—	Coef. desgaste "Los Angeles"	17,58

Se ha tomado muestras de las ofitas descompuestas que geotécnicamente se comportan casi como una arena. El análisis granulométrico de estas "arenas" se ha incluido en el apartado correspondiente a las arenas y gravas. Se han tomado varias muestras de los distintos afloramientos de ofitas para su estudio petrográfico: en Rute, Priego, Carchalejo y Cambil. Todas son diabasas con textura ofítica, excepto la muestra de Carchalejo que se trata de una diabasa espilitica.

### 3.11.— TRIPOLI

La sílice fósil, también llamada Trípoli, se encuentra entre las margas terciarias de facies marina, fundamentalmente en Porcuna—Santiago de Calatrava y Martos. Se trata de un material muy poroso, constituido por microforaminíferos fósiles que aparecen en enriquecimientos locales, dentro de las margas terciarias. Los enriquecimientos o bancos de estos foraminíferos dentro de las margas, aparecen como intumescencias; probablemente a favor de fallas. Morfológicamente, se distingue una forma positiva del relieve, de color blanco y con carácter hidrogeológico permeable. Existe contraste de permeabilidad entre el Trípoli y las margas impermeables que constituyen la roca de caja. Por otra parte el Trípoli es mucho más ligero que las margas circundantes por lo que probablemente se puede prospectar por métodos geofísicos, sísmicos y perfiles eléctricos de resistividad.

Este material se denomina en la región vulgarmente Tiza y se explota en

Martos y Porcuna. El afloramiento de Porcuna al Sur del pueblo es muy aparente; en el frente de cantera de la antigua mina San Félix se observan repliegues en el Trípoli de gran belleza que indican cómo el material ha fluído en estado plástico a favor de una fractura. En este proceso ha debido influir la gran diferencia de densidad dentro de la formación, entre las arcillas margosas y el Trípoli.

Las explotaciones activas de Trípoli se concentran en Martos, porque en Porcuna, en la época que se visitó las explotaciones estaban paradas, en fase de investigación.

La aplicación de este material en la industria es diversa. Se utiliza como material refractario en los hornos de escorias ácidas, como protección contra la llama directa. También se usa por su carácter poroso, como soporte de productos químicos, como blanqueador y como aditivo.

Los precios que se han deducido son convergentes hacia 500 pesetas la tonelada. Se extrae en bloques y en polvo. Hay que hacer constar desde el punto de vista del medio ambiente y la seguridad en el trabajo, que el manejo de este polvo es muy perjudicial para la salud.

*Análisis químico (En tanto por ciento)*

SiO <sub>2</sub>	55,20	50,22
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,20	4,78
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,02	2,47
TiO <sub>2</sub>	0,16	0,14
CaO	12,60	17,88
MgO	1,26	1,00
K <sub>2</sub> O	2,10	1,99
Na <sub>2</sub> O	0,84	0,83
SO <sub>3</sub>	—	—
P.p.c.	17,62	20,69

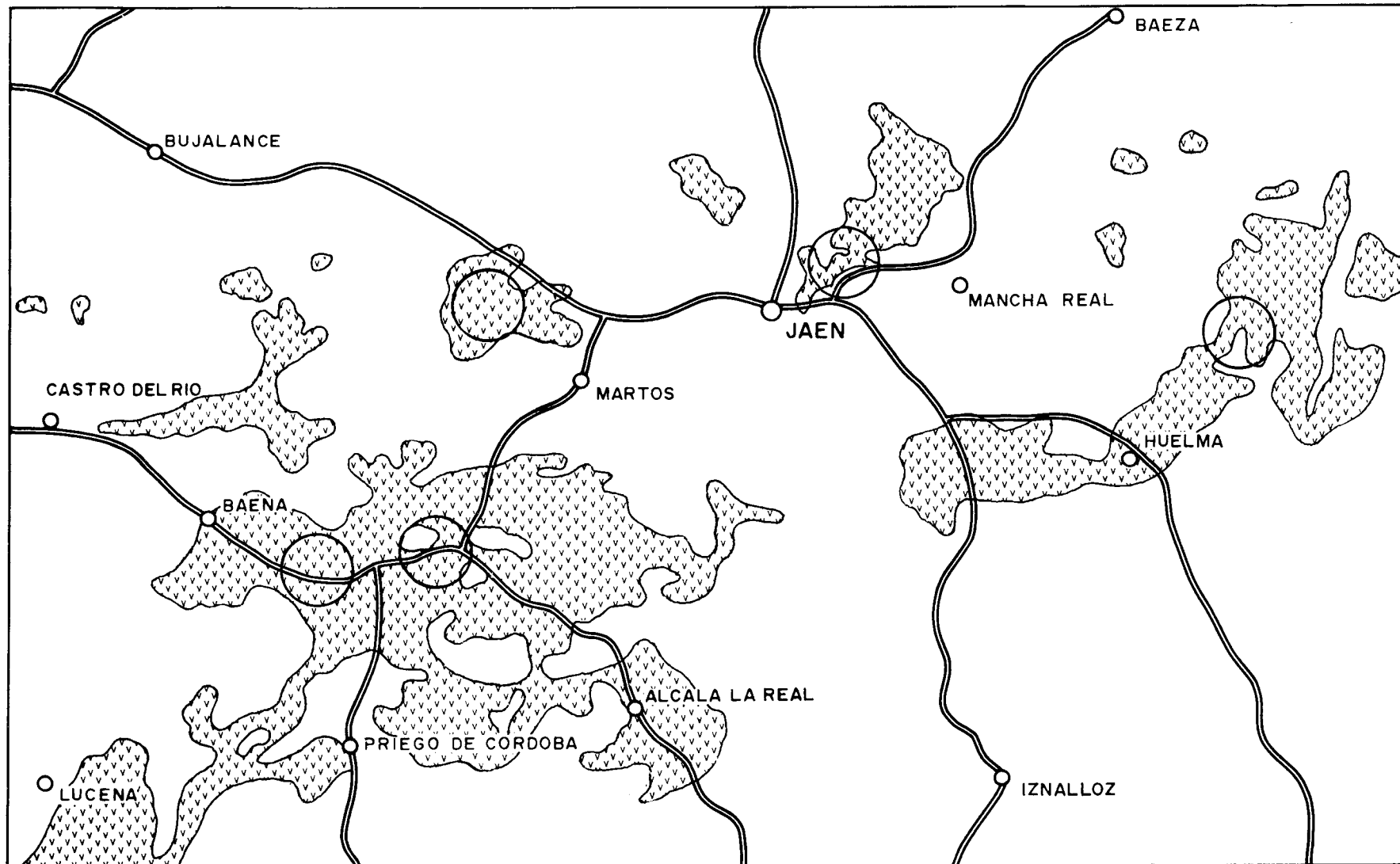
### 3.12.— YESO

El yeso junto con la caliza, es uno de los dos materiales de uso industrial más importante en el ámbito de La Hoja. Se han inventariado 130 puntos, de los cuales más de la mitad corresponden a explotaciones activas.

Las explotaciones de yeso se hacían a nivel local, de modo que en las zonas triásicas, casi en cada cortijo, había una pequeña explotación o "sacadero" que funcionaba intermitentemente para abastecer las necesidades locales.


Los yesos que se han observado son todos pertenecientes al Triásico, facies Keuper, los hay de tres tipos macroscópicos; yeso sacaroideo blanco, yeso fibroso, yeso rojo o gris con arcilla. Los más puros son los yesos sacaroideos blancos, que se encuentran en grandes masas y son objeto de las explotaciones más prósperas. Los yesos rojos, grises y fibrosos son extraordinariamente frecuentes pero su explotabilidad, a gran escala, es menor; no tanto por lo reducido de los afloramientos, como por sus impurezas.


En la figura adjunta se marcan los afloramientos triásicos más importantes. En realidad, dentro de estas zonas, los puntos, yacimientos y pequeñas explotaciones de yeso, constituyen una red casi continua.



ESQUEMA DE SITUACION  
DE YACIMIENTOS Y  
EXPLOTACIONES DE

YESOS

 Zona con afloramientos  
de margas yesíferas y  
yesos

 Zona con explotaciones  
de yeso importantes

ESCALA. 1:500.000

En los últimos años, con el desarrollo de las comunicaciones, las explotaciones locales han dejado de ser rentables y se han ido paulatinamente quedando abandonadas o en explotación intermitente, tendiendo al abandono. En los trabajos de campo ha sido frecuente el caso del pequeño explotador que, acababa de abandonar la explotación o manifestaba su propósito de abandonarla en fecha próxima. Estas canteras pequeñas tienen 1 ó 2 obreros y utilizan métodos manuales.

Por otra parte, los afloramientos grandes de yeso sacaroideo, masivo, con fácil explotación y acceso, han prosperado grandemente. Así, en la actualidad, puede decirse que las explotaciones de yeso se concentran en cinco zonas: Alcaudete, Jaén, Martos, Jódar y Luque.

En Alcaudete se ha constituido dos cooperativas que cuentan con dos grandes canteras bien instaladas; entre las dos ocupan 31 personas y su producción tiende a los 100.000 m<sup>3</sup> anuales entotal. La calidad del mineral es muy buena. En la muestra tomada se ha medido un 95 por ciento de contenido en yeso.

En la zona de Jaén, en el paraje denominado Los Yesares y Cerro Blanco, hay muchas explotaciones de yeso, muy próximas unas a otras, de modo que si bien se ha levantado una ficha por cada explotador, en el mapa figuran agrupados en varios conjuntos de explotaciones que constituyen un yacimiento. En esta zona, debido a que hay muchos explotadores, es difícil evaluar la producción total. Las explotaciones no son muy grandes, pero algunas alcanzan 3.000 m<sup>3</sup> anuales.

En la zona de Martos, sólo existen dos explotaciones importantes, una en Torredonjimeno, denominada El Dorado, que funciona intermitentemente y cuya producción muy fluctuante, varía entre 8.000 y 4.000 metros cúbicos anuales. Otra explotación en el término de Martos, de características análogas a la de Torredonjimeno, ocupa a siete personas y su producción oscila alrededor de los 2.000 metros cúbicos anuales. La calidad del yeso en esta zona es aceptable, alcanza el 84 por ciento de yeso, estando constituidas las impurezas por cuarzo como mineral secundario e indicios de arcillas.

En el área de Jódar, se localiza otra zona de explotación con cinco explotaciones activas distribuidas en dos conjuntos que totalizan unos 10.000 metros cúbicos de yeso. La calidad del yeso es muy buena. En los análisis realizados se han obtenido porcentajes de 92 y 95 por ciento de yeso.

En los alrededores de la estación de Luque existen varias explotaciones juntas de yeso que se explotan separadamente. Estas explotaciones alcanzan producciones de hasta 2.000 metros cúbicos anuales. Se tomó una muestra de estas canteras que se ha analizado. El resultado ha sido sorprendente, pues ha resultado el 94 por ciento de anhidrita. Suponemos que el total del afloramiento no debe ser de anhidrita tan pura. Sin embargo hay que hacer constancia de la existencia de estas anhidritas por su posible aprovechamiento en la industria de cementos especiales. Indudablemente, si la roca de yeso que se obtiene de estas canteras tiene un alto porcentaje en anhidrita, el tiempo de fraguado del yeso que se obtenga será muy superior al normal.

La producción que se ha conseguido totalizar es de unos 175.000 metros cúbicos anuales. Los precios oscilan mucho, se obtienen medias del orden de 175 pesetas el metro cúbico.

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

a) *Análisis mineralógico (En tanto por ciento)*

	Yeso	Anhidrita	Mineral Secundario	Indicios
Zona de Alcaudete	95	—	—	—
Zona de Jaén	92 — 94	—	—	—
Zona de Martos	84	—	Cuarzo	Arcilla
Zona de Jódar	92 — 95	—	—	—
Zona de Luque	5	94	Yeso	—

*Análisis químico (En tanto por ciento)*

	Zona de Jaén	Zona de Martos	Zona de Jódar	Zona de Castro del Río-Baena	Zona de Luque			Zona de Alcaudete		Zona de Campotej.
P.p.c.	20,72	21,57	21,06	20,89	20,93	21,29	21,05	20,28	20,84	20,90
SiO <sub>2</sub>	1,20	5,08	0,48	0,26	0,35	0,36	1,70	2,96	0,42	0,80
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,08	0,72	0,02	0,02	0,04	0,02	0,16	0,58	—	0,06
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,50	0,44	0,14	0,12	0,19	0,20	0,78	1,30	0,06	0,16
TiO <sub>2</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
CaO	31,70	29,45	32,06	32,38	32,23	32,53	31,52	30,60	32,28	32,33
MgO	0,45	2,83	0,42	0,07	0,22	0,26	0,63	0,62	0,12	0,37
K <sub>2</sub> O	—	0,16	—	—	—	—	indicios	indic.	—	—
Na <sub>2</sub> O	—	0,07	—	—	—	—	indicios	indic.	—	—
SO <sub>3</sub>	45,25	39,68	45,85	46,26	46,04	45,34	44,16	43,66	46,18	45,38

#### 4.- PRODUCCION DE ROCAS INDUSTRIALES

En este capítulo se presentan una serie de datos de interés, a nivel de resumen, sobre las sustancias y sus aplicaciones industriales.

##### ARCILLAS

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Productos cerámicos para la construcción	16	26	43.515	3.694

**Observaciones:** Hay muy poca homogeneidad entre las distintas instalaciones, yendo desde la de explotación familiar hasta las que poseen grandes hornos para su cocción.

La concentración máxima de centros productores se encuentra en Lucena y Cabra.

***Incidencia del transporte:*** Pequeña al estar próximas a los hornos.

***Variación de la demanda futura:*** Es función directa del incremento de la construcción se puede estimar progresiva.

***Mercados actuales más frecuentes:*** Los mercados actuales, son los locales ó comarcales.

#### ARENAS Y GRAVAS NATURALES

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Aridos	10	22	222.000	21.455

**Observaciones:** Su explotación está en competencia con las arenas de machaqueo obtenidas a partir de las calizas.

**Concentración máxima de los medios de producción:** Son en Mengibar, Pedro Abad y El Carpio.

**Incidencias del transporte:** Al no ser grandes distancias a donde son transportados, la incidencia en el precio no es grande.

**Variación de la demanda futura:** La demanda se prevé que vaya en aumento al ser las instalaciones en los centros reseñados recientes y de importancia algunas de ellas.

#### CALIZA

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Aridos	30	159	629.560	63.330
Aglomerantes	6	52	43.465	6.694
Rocas ornament.	6	50	2.320	6.970
Piedra de const.	12	34	41.990	7.958

**Observaciones:** Hay gran variedad de utilizaciones y de precios.

**Mercados más frecuentes:** Los mercados son función de la utilización, van desde los mercados locales y comarcales para áridos y cales, provinciales para las piedras de construcción y de nivel nacional para las rocas ornamentales.

**Incidencias del transporte:** Sólo con respecto a las rocas ornamentales tiene incidencia el transporte.

**Variación de la demanda futura:** Se mantendrá para las rocas ornamentales y piedras de construcción, aumentando en áridos y en los aglomerantes.

#### YESOS

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Aglomerantes	57	154	170.559	25.498

**Observaciones:** Aparte de las grandes cooperativas de Alcaudete y algunas otras de mediana importancia, el yeso se suele explotar en régimen familiar y de modo intermitente.

***Mercados más frecuentes:*** Son locales en su totalidad, con las excepciones de las cooperativas de Alcaudete antes citadas.

***Incidencia del transporte:*** Escasa; los hornos suelen estar al pie de la cantera.

***Variaciones de la demanda futura:*** La demanda es cada vez menor en las pequeñas instalaciones, siendo las más industrializadas las que ven incrementada la demanda.

TRIPOLI

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Refractarios	7	29	11.550	6.042

***Mercados más frecuentes:*** La producción se distribuye en el mercado nacional.

***Incidencia del transporte:*** Incide en función del lugar al que se traslada la mercancía, generalmente es grande, porque se exporta a las zonas más industrializadas del país.

***Variaciones de la demanda futura:*** Parece no haber variaciones en la demanda.

MARGAS:

***Observaciones:*** Se utilizan en la fabricación de cementos naturales.

***Mercados:*** Distribuidos en el mercado nacional.

***Incidencias del transporte:*** En función del lugar a transportar.

***Variaciones de la demanda futura:*** Es un aglomerante en alza y la demanda aumenta.

ARENISCAS:

***Observaciones:*** No son explotaciones de importancia, estando algunas paradas y son de elevado precio.

***Concentraciones máximas de las explotaciones:*** Pegalajar, Porcuna y Alcalá la Real (Santa Ana).

***Incidencia del transporte:*** Al ser del Mercado Nacional incide con el lugar al que son desplazadas.

***Demanda:*** No es grande, quizás porque está poco comercializado.

OFITAS:

***Observaciones:*** Son utilizadas como macadam para carreteras.

***Mercados:*** El mercado al que va dirigido es el local o comarcal.

***Incidencia del transporte:*** Pequeña.

***Demanda:*** Es pequeña y en función de la construcción o renovación de alguna carretera próxima.

OCRE ROJO

Utilización	Número de instalaciones	Número de empleados	Producción t/ año	Valor en pesetas
Industria de colorantes	11	88	15.300	15.300

**Observaciones:** Se utilizan en el sector químico para pinturas.

**Mercado:** Se distribuye a todo el mercado nacional.

**Incidencia del transporte:** Considerable, en función de la distancia.

**Demanda:** En alza, se abren nuevas explotaciones.

Los datos relativos al número de empleados de las instalaciones no son exactos, sino que el número de empleados obtenido está por debajo del real. Sin embargo, estos datos proporcionan información relativa al carácter de las explotaciones. Así las explotaciones de ocre son las que requieren mayor número de obreros con una media de ocho. Esto es debido a que generalmente se extrae en mina.

En las explotaciones de yeso, cales o arcilla para cerámica se ha tratado de obtener el número de obreros relativo al trabajo de extracción propiamente dicho, excluyendo el personal ocupado en la transformación del material.

## 5.— CONSIDERACIONES FINALES

La Hoja objeto del presente estudio reviste cierta importancia desde el punto de vista de las rocas con aprovechamiento industrial, a pesar de ser una zona escasamente desarrollada.

La mayor rentabilidad se obtiene en las explotaciones de:

- Aridos: naturales y de trituración
- Rocas ornamentales
- Yesos
- Arcillas

El mayor porcentaje de canteras tanto activas como abandonadas es de yeso. Las canteras de calizas y dolomías son también muy numerosas, casi tanto como las de yeso. Otros materiales objeto de explotación son: arcilla, ocre rojo, arenas-gravas, trípoli, arenisca, margas...

Las formaciones arcillosas, tienen interés desde el punto de vista de la industria cerámica que existe fundamentalmente al sureste y centro de la Hoja.

En la zona norte, las explotaciones de arcilla están poco desarrolladas. En esto influye la proximidad de la industria cerámica de Bailén, inmediatamente al norte de la zona de estudio.

Las calizas para áridos se explotan mucho, especialmente las del Triásico y Cretácico que compiten en calidad y precio con los áridos naturales del aluvial del río Guadalquivir.

Las calizas ornamentales tiene interesantes variedades dentro de la hoja entre las que destacan la caliza oolítica del DOGGER y la roca del Titónico.

Las explotaciones de yeso Triásicos se concentran en las grandes canteras que mantienen un ritmo de producción alto y calidades buenas.

Existen variedades interesantes de areniscas terciarias.

Los ocre rojos son objeto de explotación activa.

Las reservas de Trípoli están en estudio pero parecen considerables.

Algunos afloramientos de ofitas, en los que la roca no está alterada, pueden proporcionar áridos de calidad para firmes.

Los materiales más interesantes para posibles estudios y prospecciones parecen:

- Formaciones arcillosas
- Calizas ornamentales
- Calizas para cementos
- Trípoli

## BIBLIOGRAFIA

- ALUSTRUE, E. (1944). – *Bosquejo Geológico de las Cordilleras Subbéticas entre Iznalloz y Jaén*. Publ. Cons. Sup. Inv. Cien. 159. Madrid.
- BUSNARDO, R. (1960). – *Aperçu sur le Prébétique de la région de Jaén (Andalousie, Espagne)*. Bull. Soc. Geol. France. t. (7) II, pp. 324–329, 2 fig.
- (1960–62). – *Regards sur la géologie de la région de Jaén*. Mém. h.s. Soc. Geol. France Livre Mém. Paul Fallot, t.I. páginas 189–198, 1 fig.
- (1964). – *Hypothèses concernant la position des unités structurales et paléogéographies de la transversale Jaén–Grenade (Andalousie)*. Geol. Mijnbouw, 43 pp. 264–267, 1 fig.
- BUSNARDO, R. y FONTBOTE, J. M. (1958). – *Le chevauchement subbétique au Sur de Jaén (Andalousie)*. C.R. Ac. Sc. t. 247 pp. 1366–1368.
- BUSNARDO, R. y CHENEVOY, M (1962). – *Dolérites intrusives dans le Lias et le Dogger D'Andalousie; leurs différenciations pegmatitiques alcalines et auréoles de métamorphisme*. Bull. Soc. Geol. France, t. (7) IV, pp. 461–470, a fig. 1 lam.
- BLUMENTHAL, M. (1927). – *Versuch einer tektonischen gliederung der betischen Corilleren von central und Südwest–Andalousie*. Eclog. Geol. Helvetiae, t. XX, pp. 487–532.
- BLUMENTHAL, M. y FALLOT, P. (1935). – *Observations géologiques sur la Sierra Arana, entre Granada et Guadix*. Men. Soc. Esp. Hist. Nat. XVII, nº 1, 6 fig. 9 lam.

- BRGM. – (*Instructions pour l'inventaire des substances utiles en France—Orleans*).
- BRINKMANN, R. et GALLWITZ, H (1950).– *El borde externo de las cadenas béticas en el sureste de España*. Publ. Estr. Geol. Esp. Consejo Sup. Inv. Cientif. t. V. pp. 171–290, 22 figuras 3 lam.
- C. E. H. (1967).– *Inventario de recursos hidráulicos—cuenca del Guadalquivir*, Vol. II.
- COMAS, M.C. (1968).– *Existencia de un flysch nummulítico en el sector de Moreda (Zona Subbética)*, provincia de Granada. Bol. Inst. Estudios Asturianos, 1–18.
- COMAS, M.C. GARCIA DUEÑAS, V. GONZALEZ DONOSO, J.M. y RIVAS, P. (1970).– *Sobre el Jurásico del Mencal y su relación con otras series subbéticas de la transversal de Granada*. Acta Geol. Hisp. t. V., pp. 77–81, 2 fig.
- DABRIO, C.J. y VERA, J.A. (1969).– *Características Sedimentarias del Jurásico Subbético en la región de Algarinejo—Rute*. Acta Geológica Hispánica, IV.
- DOUVILLE, R. (190).– *Esquisse géologique des Préalpes Subbétiques (partie centrales)*. Thèse Fac. Sc. Univ. Paris, 222 páginas.
- DUPUY de LOME, E. (1959).– *Alumbramientos de aguas subterráneas en la provincia de Jaén*. Bol. Inst. Geol. Min. España, LXX, 209–273.
- FALLOT, P. (1948).– *Les cordillères Bétiques*. Est. Geol. nº 8.
- FALLOT, P. FAURE MURET, A. y FONTBOTE, J.M. (1960).– *Observaciones geológicas sobre el macizo del Mencal y sus alrededores*. Not. y Com. I.G.M.E. nº 60, pp. 3–72, 15 figs.
- FELGUEROSO, C. y COMA, J.E. (1964).– *Estudio geológico de la zona sur de la provincia de Córdoba*. Bol. Inst. Geol. Min. España, LXXV, 11–209.
- FONTBOTE, J.M. y GARCIA–DUEÑAS, V. (1968).– *Essai de systématisation des unités subbétiques allochtones dans le tiers central des Chaînes bétiques* C.R. acad. Sc. Paris, t. 266, pp. 186–189.
- FONTBOTE, J.M. GARCIA–DUEÑAS, V. y VERA, J.A. (1964).– *Tectonica y sedimentación en la región central de la cuenca subbética, durante el jurásico y el Cretáceo*. III Reunión de Grupo Español de Sedimentología, Zaragoza.
- FONTBOTE, J.M. y QUINTERO, I (1960).– *Lavas almohadilladas (pillow–lavas) en los afloramientos volcánicos de la transversal Iznalloz–Jaén (Corillera Subbética)*. Notas y Com. Inst. Min. España, nº 60 pp. 85–90.
- GARCIA–DUEÑAS, V. (1966).– *Individualización de diversas unidades alóctonas en la zona Subbética (Transversal de Granada)*. Acta Geol. Hisp. I. 11–14.
- (1967).– *Unidades paleogeográficas en el sector central de la Zona Subbética*. Notas y Com. Inst. Geol. Min. España. nº 101–102, 73–100.
- (1968).– *Hipótesis sobre la posición tectónica de la Sierra Arana (Granada)*. Acta Geol. Hisp. III, 29–34.
- (1969 a).– *Les unités allochtones de la Zone Subbétique dans la transversale de Grenada (Cordillères Bétiques, Espagne)*. Revue de Geogr. Phys et Geol. Dyn, XI, pp. 211–222. 6 figs.
- (1969 b).– *Consideraciones sobre las series del Subbético Interno que bordea la*

*Depresión de Granada (Zona Subbética). Acta Geol. Hisp. IV. pp. 9–13, 1 fig.*

- (1970 a).– *Estructuras sobreimpuestas al N. de la Sierra de Montilla. (zona Subbética, Granada). Cuadernos de Geología Univ. Granada, vol. I, pp. 47–50, t. 2, lams.*
- (1970 b).– *Hoja geológica núm. 1.009 (Granada) a escala 1:50.000. Mapa Geológico de España. I.G.M.E. (En curso de publicación).*
- GARCIA-DUEÑAS, V. LINARES, A y MOUTERDE, R. (1967).– *Datos estratigráficos sobre la serie mesozoica del río de las Juntas (Montilla, Zona Subbética, Granada). Acta Geol. Hisp. II. 65–69).*
- GARCIA-DUEÑAS, V. NAVARRO-VILA, F. y RIVAS, P. (1970).– *Estudio geológico del sector de Puerto-López (Granada, Zona Subbética) Acta Geol. Hisp. T.V. pp., 82–87, 2 figs.*
- GARCIA-DUEÑAS, V. y LINARES, A (1970).– *La serie de Alta Coloma serie tipo del Subbético Medio septentrional (Zona Subbética, Transv. de Granada). Cuadernos de Geología Univ. Granada, vol. I, pp. 193–211, 5 figs.*
- GARCIA DUEÑAS, V. GONZALEZ DONOSO, J. M. LINARES, A. y RIVAS, P. (1970).– *Contribución al estudio bioestratigráfico del Liásico del Zegri (Zona Subbética prov. Granada). Cuadernos de Geología, Univ. Granada. vol. I, pp. 11–16.*
- GARCIA-ROSSELL, L. y ROMAN, M. L. (1970).– *Nota sobre la microfacies de las unidades alóctonas en un sector del valle del Guadalquivir. Cuad. Geol. Univ. Granada., vol. I, pp. 51–55. 1 lam.*
- I.G.M.E. (1971).– *Atlas inventario de Rocas Industriales. Madrid, 1971.*
- I.G.M.E. (1972).– *Mapa geológico de España. Síntesis de la cartografía existente esc: 1:200.000 Hoja nº 77 (Jaén).*
- I.G.M.E. (1972).– *Mapa de rocas industriales a escala 1:200.000 hoja nº 5–11 (Granada-Málaga).*
- INSTITUTO GEOGRAFICO Y CATASTRAL (1965).– *Atlas Nacional de España.*
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICAS (1972).– *Boletín de diciembre de 1972.*
- LINARES, A. (1960).– *Donnés micropaléontologiques sur les environs de Domingo Pérez (Chaîne Subbétique, Prov. de Grenade, Espagne). Bull. Soc. Geol. France, II. 322–323.*
- LOPERZ-GARRIDO, A.C. y OROZCO, M. (1970).– *Estudio estratigráfico del sector centro-oriental de Sierra Arana (Cordilleras Béticas). Acta Geol. Hisp. V, pp. 4–7, 2 figs.*
- M.O.P. (1964).– *Datos climáticos para carreteras.*
- PERCONIG, E. (1960–62).– *Sur la constitution Géologique de l'Andalousie Occidentale, en particulier du bassin du Guadalquivir (Espagne méridionale). Mén. h. t. Soc. Geol. France. Liv. Mem. Prof. Paul. Fallot. pp. 229–256, 6 figs.*
- PETTIJHN, F. J. *Rocas Sedimentarias Eudeba. Buenos Aires, 1963.*
- PEYRE, Y. (1962).– *El Subbético con Jurásico margoso o Subbético meridional como unidad peleogeográfica y tectónica de las Cordilleras Béticas. Notas y Com.*

*Inst. Geol. Min., España. 133-144 nº 67.*

- SANZ DE GALDEANO, C. (1970).- *Estructura del Subbético en la transversal Charilla-Fuensanta de Martos (prov. de Jaén). Nota preliminar. Cuad. Geol. Univ. Granada., vol. I., pp. 133-140, 4 figs.*
- SERVICIO METEOROLOGICO NACIONAL.- *Boletines mensuales y resúmenes anuales.*
- VERA, J.A. (1969).- *Estudio geológico de la Zona Subbética en la transversal de Loja y sectores adyacentes. Mem. I.G.M.E. LXXII, 191 pp. 27 figs. 20, lam.*