

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

# MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES

Escala 1:200.000

## ZARAGOZA

HOJA Y	32
MEMORIA	7/4

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

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

**ZARAGOZA**

HOJA Y MEMORIA	32
	7/4

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA

el presente  
estudio  
ha sido realizado  
por  
GEOTECNIA Y CIMENTOS, 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. 21284 — 1974

Reproducción ADOSA — Martín Martínez, 11 — Madrid—2

## INDICE

	Página
0. RESUMEN . . . . .	1
1. INTRODUCCION . . . . .	3
1.1 Antecedentes y Objetivos . . . . .	4
1.2 Características de la Hoja . . . . .	5
2. ESTRATIGRAFIA GENERAL . . . . .	9
3. YACIMIENTOS Y EXPLORACIONES DE ROCAS INDUSTRIALES . . . . .	9
3.1 Calizas . . . . .	12
3.2 Arcillas . . . . .	13
3.3 Yesos . . . . .	14
3.4 Gravas . . . . .	17
3.5 Cuarcitas . . . . .	18
3.6 Barita . . . . .	18
3.7 Alabastro . . . . .	21
4. DESTINOS INDUSTRIALES DE LA PRODUCCION . . . . .	21
4.1 Industria de la Construcción . . . . .	22
4.2 Aglomerantes . . . . .	22
4.2.1 Cementos . . . . .	23
4.2.2 Yesos . . . . .	24
4.2.3 Cales . . . . .	24
4.3 Aridos . . . . .	24
4.3.1 Fracciones Gruesas . . . . .	26
4.3.2 Finos . . . . .	26
4.4 Industrias Cerámicas . . . . .	29
4.5 Industrias Diversas . . . . .	29
4.5.1 Aditivos de Caliza . . . . .	30
4.5.2 Aditivos de Barita . . . . .	30
4.5.3 Alabastro para Decoración . . . . .	31
5. CONCLUSIONES . . . . .	33
BIBLIOGRAFIA . . . . .	

ROCAS INDUSTRIALES	Número de estaciones	Canteras en activo	Canteras abandonadas	Yacimientos
Caliza	90	26	53	11
Alabastro	4	2	2	
Arcilla	36	21	13	2
Yeso	38	10	28	
Gravas	138	37	101	
Cuarcita	5	0	4	1
Barita	2	1	1	
<b>TOTAL</b>	<b>313</b>	<b>97</b>	<b>202</b>	<b>14</b>

## **1.- INTRODUCCION**

### **1.1.- ANTECEDENTES Y OBJETIVOS**

El presente estudio forma parte de la primera fase del Programa Nacional de Investigación Geotécnica (incluído en el Plan Nacional de Investigación Minera) en el apartado dedicado a la investigación e inventario de Rocas Industriales.

Este estudio se ha basado en los datos geológicos expuestos en el Mapa de Síntesis a escala 1:200.000, que reúne a su vez los trabajos más importantes realizados en las diferentes zonas de la hoja. Sin embargo ha sido preciso ejecutar determinadas correcciones a dicho Mapa de Síntesis, determinadas por la geología de tipo local realizada en las diferentes zonas de canteras y cuya datación de terrenos ha sido verificada por los correspondientes estudios de microfacies que acompañan a esta memoria, incluidos en el apéndice de resultados de laboratorio.

El objetivo primordial que se pretende con este trabajo, es tener un punto de partida para el conocimiento de las diferentes rocas industriales existentes en la hoja, zonas canteras dentro de la misma, canteras en explotación y abandonadas, características y calidades del material, posibles aplicaciones del mismo a mercados actuales y variación de la demanda futura.

La realización del mapa y memoria de rocas industriales de la Hoja y la existencia del fichero individualizado de yacimientos, pueden constituir esta base para el planteamiento de un posible desarrollo de tipo industrial y económico, relacionado con las rocas de la naturaleza.

Todos los datos estadísticos aquí consignados son referibles a Noviembre y Diciembre de 1973.

En la publicación de la memoria de la Hoja de Zaragoza de rocas industriales, ha colaborado la Empresa GEOTECNIA Y CIMENTOS, S.A.

## 1.2.- CARACTERISTICAS DE LA HOJA

La hoja 7-4 a escala 1:200.000 está situada en la zona N-E de España comprendida entre los paralelos 41° 20' 04" y 42° 00' 04" de latitud norte y los meridianos 0° 31' 10" y 1° 51' 10" de longitud este respecto al meridiano de Madrid.

Integran esta hoja las siguientes a escala 1:50.000, expuestas con su correspondiente numeración militar: Tarazona (25-13), Tauste (26-13), Remolinos (27-13), Zueras (28-13), Tabuenca (25-14), Pedrola (26-14), Alagón (27-14), Leciñena (28-14), Mallén (25-15), Epila (26-15), Zaragoza (27-15), Fuentes de Ebro (28-15), Calatayud (25-16), La Almunia (26-16), Longares (27-16), Pina de Ebro (28-16).

En su mayor parte está ocupada por la provincia de Zaragoza, entrando también pequeñas zonas de las de Navarra, Huesca, Teruel, Logroño y Soria.

La red de comunicaciones en esta hoja es relativamente buena, estando atravesada por la carretera radial N-II Madrid-Barcelona y por las Nacionales N-232, N-234, N-131, N-122, N-123 y N-330, así como por una apretada red de carreteras comarciales y locales.

El principal obstáculo en las comunicaciones viarias lo constituye el río Ebro que, si bien al norte de Zaragoza está cruzado por bastantes puentes, que unen sus dos riberas, al sur de dicha capital únicamente puede ser atravesado a la altura de Pina de Ebro, en el borde este de la hoja.

La red fluvial es muy importante y es la causante de gran parte de los materiales de interés industrial dentro de la presente hoja. La arteria principal es el río Ebro que recibe, como principales afluentes dentro de la hoja, los ríos Arba y Gállego por la izquierda y Huecha, Jalón y Huerva por la derecha.

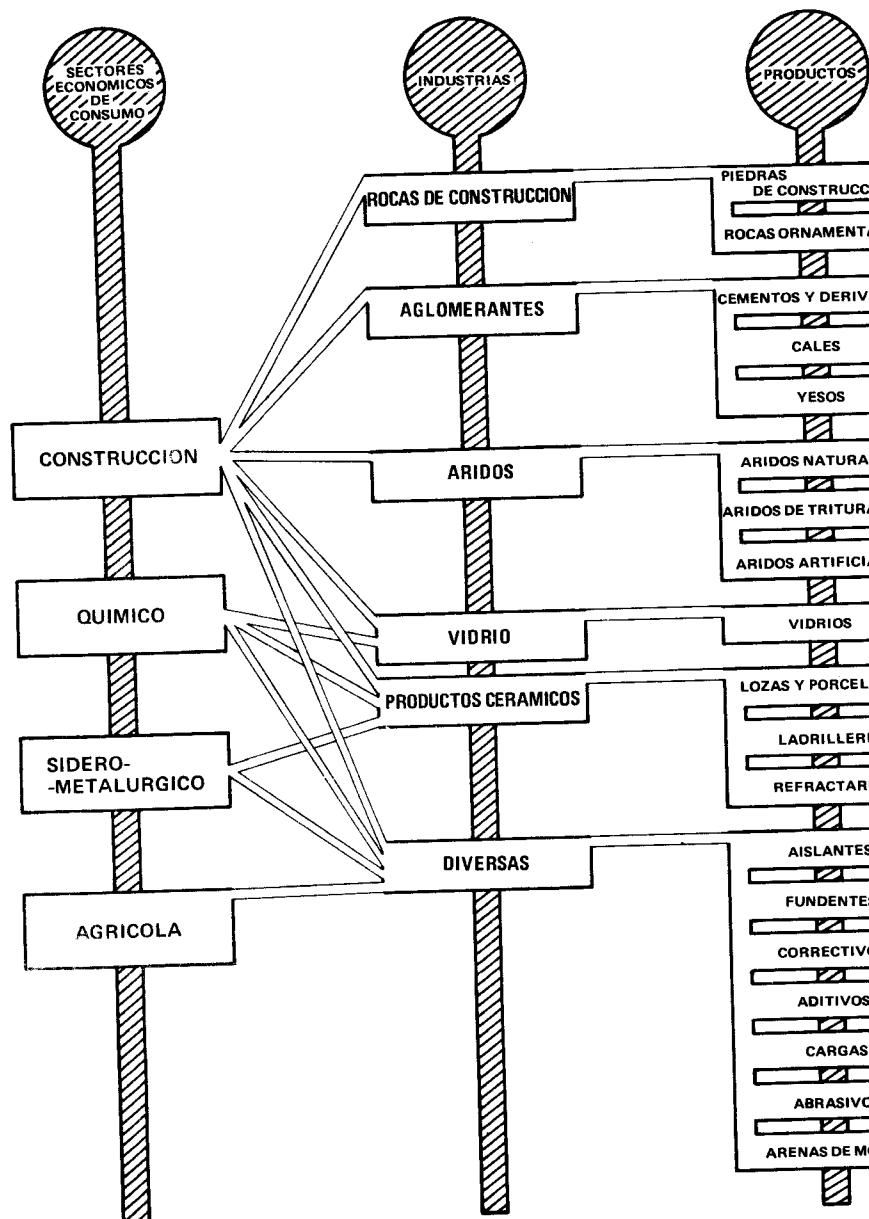
Mención especial merecen diversos manantiales con diferente gradiente térmico entre los que cabe destacar el de Epila que fluye a 24°C.

Morfológicamente la hoja puede dividirse en dos partes importantes:

La zona suroccidental es eminentemente montañosa ya que está surcada por las cadenas Ibéricas, con sierras y macizos importantes entre los que destaca el Moncayo (2.316 metros de altura). El resto de la hoja posee a su vez dos paisajes geomorfológicos diferenciables, los valles de los grandes ríos (Ebro, Gállego, etc.) y las ondulaciones típicas de zonas de yesos.

El clima es de tipo continental seco, con veranos muy calurosos e inviernos crudos, siendo de particular importancia la presencia del Moncayo, que canaliza y enfriá los vientos procedentes del norte, los cuales azotan el valle del Ebro de una forma rigurosa.

## **SINOPSIS DE LA UTILIZACION DE ROCAS INDUSTRIALES**



## 2.- ESTRATIGRAFIA GENERAL

En la hoja de Zaragoza (E. 1:200.000) están representados los siguientes pisos estratigráficos: Precámbrico, Cámbrico, Silúrico, Carbonífero, Triásico, Jurásico, Cretácico, Oligoceno, Mioceno y Cuaternario, careciendo totalmente de rocas ígneas y metamórficas de contacto.

Los niveles más antiguos presentes son los pizarrosos de la serie de Sestrica (dados como precámbricos) dispuestos en dirección sensiblemente NW-SE. Tales pizarras se presentan muy trastornadas y con un alto grado de tectonicidad, lo que elimina la posibilidad, ya de hecho reducida, de su explotación para usos industriales.

El Cámbrico se presenta fundamentalmente en forma de pizarras y cuarcitas que, normalmente, van ligadas en forma de alternancia más o menos regular. Sin embargo, dentro de estas alternancias, son más abundantes los niveles cuarcíticos hacia la base, donde existen algunas explotaciones de este material y diversas zonas potencialmente explotables, que no lo son más, debido a los difíciles accesos originados por la abrupta topografía cuarcítica (en sus aplicaciones para áridos) frente a calizas y áridos naturales (presentes en zonas cercanas) por su dificultad de machaqueo derivada de su gran dureza.

El resto de niveles cámbricos, con la constante presencia de pizarras, generalmente silíceas, carece de interés industrial.

El Silúrico solamente aflora en la zona de Tabuenca, en forma de cuarcitas bastante bien estratificadas, pero que no se explotan en ningún punto, debido, como las cuarcitas del Cámbrico, a su difícil acceso y dificultad de machaqueo.

Completa los niveles paleozoicos de la hoja un Carbonífero detrítico que forma las

alturas principales del macizo del Moncayo. Sobre los niveles inferiores de dicha serie detrítica, se desarrollan, con una cierta discordancia, otros rojizos formados por conglomerados, areniscas, argilitas, etc. que muy bien podrían pertenecer ya al Buntsandstein. Dada la casi total carencia de accesos a esta zona y el poco interés de sus materiales para usos industriales, es comprensible la carencia total de explotaciones en ella.

Muy abundantes son los afloramientos triásicos, localizados todos en la zona montañosa de las Ibéricas, que ocupa la parte suroeste de la hoja, donde se presentan muy replegados.

Sus niveles inferiores pertenecen al Buntsandstein y en su mayor parte se trata de las típicas areniscas en facies rojiza. Pese a sus grandes afloramientos, no se ha localizado ninguna explotación, debido, probablemente, a su excesiva distancia a los teóricos centros de consumo como posibles refractarios o abrasivos, que harían antieconómica su explotación y siendo escasa su calidad para aplicación como roca ornamental.

El Muschelkalk se presenta en forma de calizas y dolomías, generalmente bien estratificadas, en niveles tableados con potencias de unos 40 metros. Solamente se han localizado dos pequeñas canteras, hoy día abandonadas; explotadas como caleras, si bien existen diversas zonas potencialmente explotables para diversos usos, aunque debe consignarse la proximidad de los afloramientos de caliza jurásica, de mejor calidad en cuanto a aplicación para roca de construcción o áridos de trituración.

El Keuper posee una potencia muy variable pero en general inferior a los 100 metros. Está formado por la típica facies de arcillas abigarradas y yesos, con afloramientos muy abundantes pero de poca extensión. Las arcillas son poco apreciadas por su porcentaje de sulfatos; por el contrario el yeso, de colores negro, rojizo, blanco, etc., es de buena calidad y se explota, bien como materia prima para fabricación de cemento o para obtención de yeso como material constructivo.

La base del Lías la constituyen las carniolas, que pasan lateralmente a brechas calcáreas las cuales alcanzan potencias de más de 500 metros. No existe en ellas ninguna explotación, aunque puede citársela como yacimientos potenciales para roca de construcción, ornamental e incluso para áridos en determinadas circunstancias, contando con que sus reservas son enormes.

Hacia el techo, las brechas pasan a calizas de colores marrones, con unos 40 metros de potencia, que son explotadas en diversas canteras para obtención, principalmente, de áridos de trituración. Ascendiendo en la serie estas calizas se van empobreciendo en carbonatos, convirtiéndose en margas de menor dureza, por lo que los niveles superiores del Lías no son apreciados industrialmente.

El Jurásico Medio y Superior está formado por unas calizas negras, perfectamente estratificadas en bancos que oscilan entre algunos centímetros hasta uno o dos metros. Constituye el nivel más apetecido desde el punto de vista industrial como roca de construcción, ornamentales, áridos de trituración e incluso para aplicaciones diversas como obtención de tartratos para alcoholes, piensos compuestos, etc.

La mayor parte de las canteras jurásicas no se encuentran sin embargo, en las grandes áreas de este piso que forman las zonas montañosas del SW, sino en afloramientos que emergen bajo el recubrimiento miocénico, constituyendo generalmente isletos de escasa extensión superficial, pero que son profusamente aprovechados, en especial en la zona sudoriental de la hoja, próxima a Zaragoza, donde debido a la naturaleza del terreno constituyen las únicas rocas que, por sus características de dureza, pueden ser utilizadas

para los fines industriales expuestos.

Existen diversas zonas, donde ha sido preciso realizar diversas correcciones en el Mapa geológico de Síntesis, a escala 1:200.000, que nos sirve de base para el presente

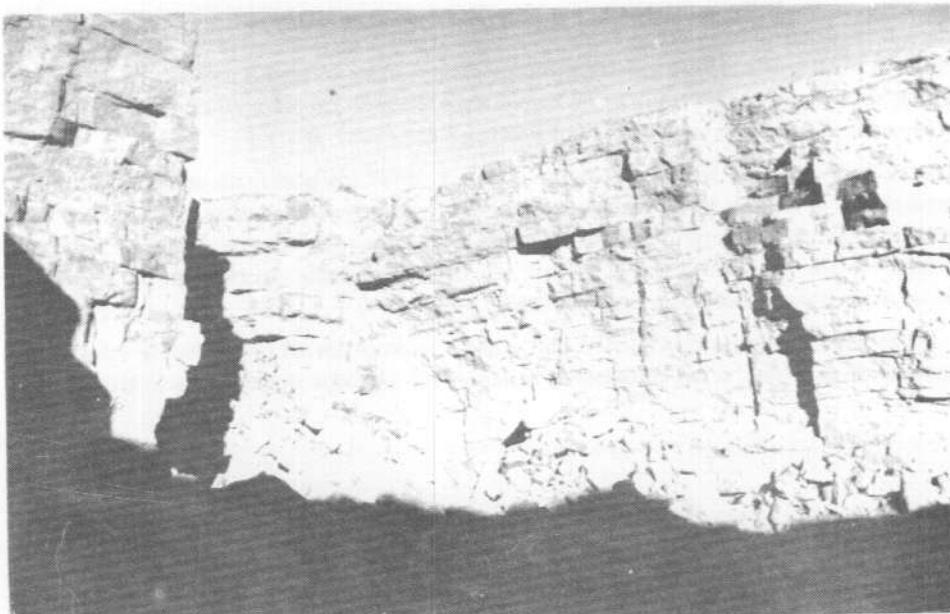


Foto 1.— Aspecto de los bancos de caliza jurásica perfectamente estratificados en el paraje de El Romeral en Calatorao.

estudio, dado que en ellas se explotan diversas canteras de caliza, datadas como jurásicas por los resultados de los análisis de microfacies realizados con las muestras tomadas en ellas (análisis que se incluyen en el apartado 7 de esta memoria), no figurando así en dicho Mapa de Síntesis.

El Cretácico sólo está representado en esta hoja, en un afloramiento situado en el borde occidental de la misma. Está formado por margas, arcillas y calizas localizadas en su base. Industrialmente sólo poseen un relativo interés las calizas, que han sido explotadas en dos frentes, próximos a Vera de Moncayo, para obtención de áridos.

Niveles oligocenos se localizan en el borde suroccidental de la hoja pero, tanto por su escasa difusión, como por su analogía litológica con los muy abundantes del Mioceno, no son dignos de tratarse desde el punto de vista industrial.

El Mioceno es el piso de mayor afloramiento, ya que cubre más de la mitad de la hoja. Su potencia máxima llega a ser superior a los 200 metros. Litológicamente está formado por cuatro materiales principales, yesos, arcillas, margas y calizas que suelen presentarse siempre bastante mezclados en todos sus niveles. Sin embargo, de base a techo podríamos separar los siguientes tramos, donde cada uno de estos materiales predomina, y donde en consecuencia, se sitúan las explotaciones de cada uno.

- Tramo arcilloso
- Tramo yesífero
- Tramo margoso
- Tramo calcáreo

Los dos primeros pueden situarse en el Aquitaniense e incluso en los niveles superiores del Vindoboniense, por su parte el nivel calcáreo es típico del Pontiense.

El nivel arcilloso inferior posee afloramientos muy diseminados en diversas zonas, donde proliferan las industrias cerámicas. Por su parte el yesífero es el de más amplia difusión, pero, dada su íntima unión con margas no es muy explotado en canteras. Las margas no tienen interés industrial alguno pues se presentan con un elevado porcentaje en sulfatos. Finalmente los niveles calcáreos superiores, son explotados localmente para aprovechar su alto contenido en  $CO_3Ca$ , bien para obtención de cales en construcción o para aditivos en industrias diversas como azucareras, alcoholeras, etc.

Como de edad plio-cuaternaria podemos citar los glaciares, de amplia difusión al nordeste de la hoja, y las terrazas colgadas, localizadas en ambas márgenes del Ebro. Los primeros carecen de interés industrial, salvo para usos muy locales, debido a la irregularidad de sus depósitos. Los segundos son muy explotados en especial en la margen derecha del Ebro, aguas abajo de Zaragoza.

Finalmente como depósitos cuaternarios citaremos los de origen fluvial (aluviales y terrazas de los ríos) y los coluviales y eluviales de distintos tipos. Los primeros son los



Foto 2.— Aspecto de una zona explotada en el aluvial del río Ebro cerca de Pastriz

únicos de interés industrial, tanto por su composición como por su extensión y situación. Entre ellos destacaremos las terrazas y el aluvial del río Ebro y los aluviales de los ríos Gállego, Grio, Ribota, Isuela y Heucha, cuyas explotaciones cubren ampliamente las necesidades de la zona con vistas a obtención de áridos para obras civiles y para fabricación de hormigones.

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

Se entiende por Rocas Industriales todos aquellos materiales rocosos, granulares o pulverulentos, susceptibles de ser utilizados directamente o a través de una cierta preparación, en virtud de sus características físicas y químicas, prescindiendo de las sustancias extraídas de los mismos y de su posible energía.

La gama de industrias que se benefician de estas rocas son: construcción, aglomerantes, vidrio, cerámica, áridos y otras, que a su vez pueden ser englobadas desde el punto de vista económico en construcción, químicos, siderometalúrgicos y agrícolas.

A continuación vamos a pasar revista a las explotaciones, existentes en la Hoja, de cada una de las rocas aprovechables industrialmente.

#### **3.1.- CALIZAS**

De este tipo de roca existen 79 canteras abiertas en la hoja de las cuales tan sólo 26 permanecen en activo actualmente.

Su dispersión geográfica es relativamente elevada dada su presencia en casi todas las edades. Así existen calizas en el Trías, Lías, Jurásico, Cretácico y Mioceno, si bien, con grandes diferencias en cuanto a composición química, características físicas, aspecto externo, forma de estratificación, etc.

La composición química de los diferentes tipos de caliza según los resultados de las muestras ensayadas, son:

		SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	P. p. c.
TRIAS	E-100	0,40	0,02	0,33	NO	55,40	0,18	NO	NO	Indic.	43,67
LIAS	E-59	2,60	0,13	0,76	NO	35,58	15,79	Indic.	Indic.	0,06	45,08
	E-89	2,80	0,17	1,03	NO	53,14	0,93	Indic.	Indic.	0,52	41,41
JURA-SICO	E-1	3,22	0,17	1,06	NO	52,69	0,66	NO	NO	0,29	41,91
	E-46	3,78	0,41	0,96	NO	51,49	1,21	0,09	0,04	0,27	41,75
	E-21	4,23	0,42	1,30	NO	51,91	0,65	0,03	0,02	Indic.	41,44
	E-110	0,55	0,02	0,41	NO	54,92	0,40	NO	NO	0,35	43,35
	E-111	0,40	0,01	0,70	NO	55,15	0,22	NO	NO	NO	43,74
	E-121	0,25	0,08	0,41	NO	54,57	0,42	NO	NO	NO	43,27
	E-127	3,52	0,25	1,23	NO	51,96	0,81	0,07	0,03	0,31	41,82
	E-132	0,60	0,03	0,30	NO	54,45	0,90	NO	NO	NO	43,72
MIOCENO	E-62	3,94	0,35	0,70	NO	52,56	0,93	0,06	0,05	0,23	41,79

Las industrias que explotan este tipo de roca son las de construcción (para roca ornamental y bordillos), aglomerantes (como materia prima para fabricación de cementos y cales), áridos (para diversos usos en obras civiles) y otras, como aditivos en la fabricación de azúcares y alcoholes.

Todas las canteras de este material se explotan a cielo abierto, transportando el material extraído por carretera, salvo las canteras 14 y 105, ambas abandonadas, en que se verificaba por ferrocarril.

Las calizas del Muschelkalk son poco apetecidas industrialmente debido a sus malas características físicas, aspecto externo poco vistoso y fundamentalmente, accesos difíciles y alejamiento de los principales centros de mercado.

Las calizas del Lías se presentan en forma masiva, con colores marrones y grises con niveles brechoides en la base y margosos a techo. Existen pocas canteras en este piso y de ellas sólo una, en Fuendejalón, en explotación actual, destinándose su producción a la fabricación de áridos.

Las calizas jurásicas son las de mayor desarrollo industrial: Se emplean para ornamentación y bordillos en los afloramientos de Calatorao y Ricla, donde se presentan con colores oscuros de aspecto agradable y perfectamente estratificadas en bancos de espesor variable. Son explotaciones familiares que utilizan medios rudimentarios.

La industria del cemento se abastece de caliza de esta edad, como materia prima, en las canteras de Morata (E-1) y de Mezalocha (E-121), especialmente aptas por su escaso contenido en impurezas, particularmente en MgO. También se explotan para la obtención de cales, si bien este tipo de industria es más bien secundaria. Debido a sus características físicas son exhaustivamente explotadas en casi todos sus afloramientos

para obtención de áridos. Finalmente en zonas próximas a fábricas de azúcares y alcoholes se explotan niveles que poseen un elevado porcentaje de  $\text{CO}_3\text{Ca}$ , (las calizas tomadas en canteras, para esta utilización, han dado más de 55% de CaO en su análisis químico) para utilización como aditivos en la fabricación de dichos productos.

Las calizas del Cretácico son, en aspecto y características físicas, análogas a las jurásicas, si bien se presentan en forma masiva. Sus escasos afloramientos y su situación geográfica hace que sólo existan dos canteras abiertas, ambas abandonadas, que en su día extrajeron material para áridos.

Finalmente las calizas del Mioceno suelen ser de tipo más o menos margoso, colores blancos y características físicas poco resistentes, por lo que sólo se utilizan para fabricación de cales y como aditivos en azucareras y alcoholeras, excepción hecha del afloramiento de Bulbuente donde cumple las especificaciones para su utilización como áridos.

Las reservas de todos los tipos de calizas comentadas son elevadas, en especial en la zona occidental de la hoja, ya que en la central y oriental de la misma, sólo existen las jurásicas, en afloramientos discontinuos, y las miocénicas.

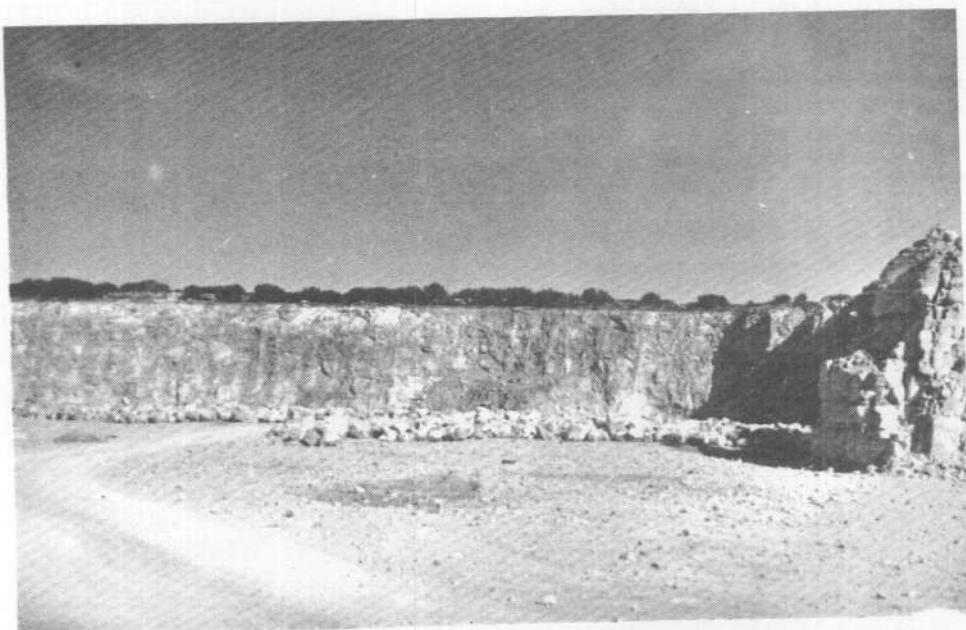


Foto 3.- Cantera núm. 62 en Bulbuente que explota caliza del Mioceno para áridos

A continuación se incluye un cuadro resumen de los distintos datos de producción.

UTILIZACION	Nºm. Instala- ciones activas	Nº Empleados	Producción anual	Valor miles de Pts.	Precio Unitario
Bordillos	9	50	45.460 Tm.	6.819	150
Aglomerantes	2	26	508.000 Tm.	11.700	23,03
Aridos	7	47	168.700 Tm.	14.126	83,73
Aditivos (Pien- sos compuestos azúcares, alco- holes).	7	14	41.600 Tm	1.920	46,15

### 3.2.- ARCILLAS

Las canteras abiertas en arcilla son 34, de las cuales 21 se encuentran en activo.

Existen dos horizontes arcillosos en la columna estratigráfica de la hoja: el Keuper y el basal del Miocene, de ellos el primero no tiene aceptación industrial debido a sus escasas reservas, situación geográfica y alto contenido en sulfatos.

Los niveles inferiores del Miocene afloran en zonas muy repartidas de la Hoja, donde se localizan sus explotaciones para servir a las industrias de cerámica y de fabricación de cemento.

La composición química de las muestras obtenidas en distintos afloramientos de este nivel es:

ZONAS	ESTACIONES	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	P.p.c
Morata	E-5	51,68	21,98	8,17	0,18	0,46	2,39	5,16	0,58	0,09	9,33
Lumpiaque	E-33	45,32	20,83	7,68	0,14	3,96	2,24	4,82	0,52	0,41	14,08
Tarazona	E-65	52,20	15,57	5,60	0,14	8,46	1,47	3,60	0,45	0,09	12,42
Calatayud	E-73	50,45	22,89	5,59	0,15	0,82	2,88	5,40	0,52	0,21	11,09
Botorrita	E-153	49,96	16,12	6,08	0,17	3,98	2,51	3,90	0,69	2,04	14,55

La explotación se realiza por medio de maquinaria excavadora en las canteras para fabricación de cerámica, mientras en las de suministro de fábricas de cemento suele

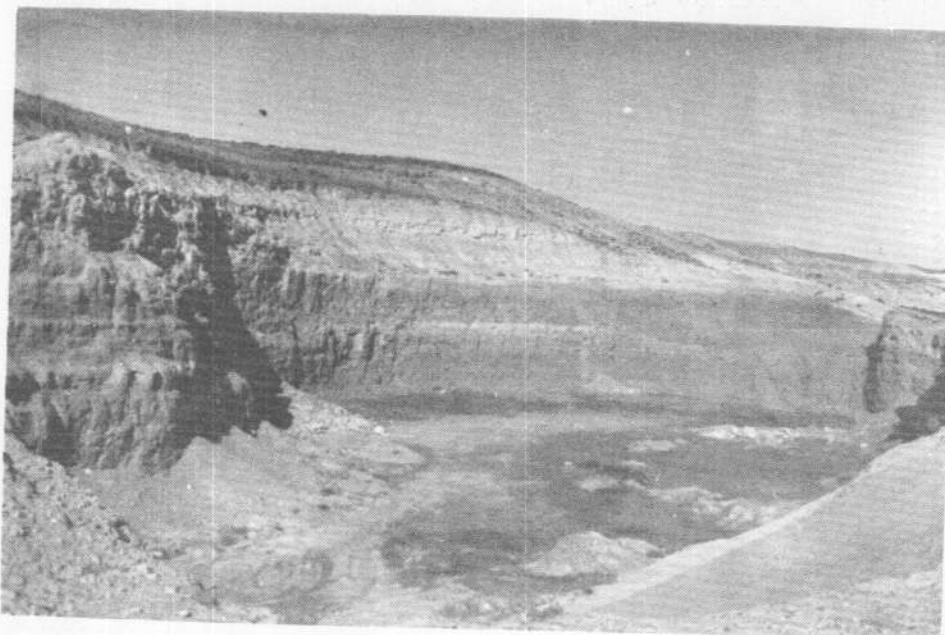


Foto 4.— Cantera de arcillas del Miocene E-33 en Lumpiaque, recientemente abandonada

utilizarse el explosivo, dada su mejor preparación y técnica más modernizada.

Las canteras de este material se explotan a cielo abierto, generalmente con planta más o menos circular, poseyendo un coeficiente altura/longitud de frente, muy superior a las del resto de la hoja.

El número de trabajadores utilizado en la extracción, es escaso, pero dado que las fábricas cerámicas se suelen encontrar a pie de cantera, se ha tenido en cuenta, en algunas, el número total de operarios, considerando el trabajo de elaboración de productos cerámicos, como de preparación de la roca "in situ".

Hay que destacar en la explotación de arcillas la elevada cantidad de material de recubrimiento que hay que desmontar, hasta encontrar terrenos de características aptas para la extracción.

Las reservas de arcillas, en las distintas zonas en que se explotan actualmente, son muy elevadas.

El cuadro resumen de producción en las explotaciones es:

UTILIZACION	Núm. Instala-ciones activas	Núm. Empleados	Producción anual	Valor miles de Ptas.	Precio Unitario
P. Cerámicos	27	90	339.700 Tm.	6.477	19,06
P. Cemento	2	5	65.000 Tm.	1.300	20,00

### 3.3.- YESOS

Igual que las arcillas, dos son los horizontes yesíferos en la hoja: el Keuper y el Mioceno, sin embargo aquí el grado de importancia en las explotaciones de uno y otro, en cuanto a canteras abiertas y producción, es mucho más igualado, aunque poco elevado en ambos.

El yeso del Keuper es mucho más compacto y limpio, mientras el Mioceno se presenta mezclado con arcillas, margas y calizas, siendo preferentemente de color blanco.

La composición química de cada uno de ellos según el análisis de sus muestras es:

EDAD	ESTACION	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	P.p.c.
Keuper	E-96	1,27	0,06	0,49	NO	31,91	0,23	NO	NO	45,45	20,59
Mioceno	E-183	4,99	0,86	0,95	NO	29,91	1,64	0,23	0,10	40,04	21,28

El número de canteras abiertas es de 38, pero sólo 10 actualmente permanecen abiertas y aún estas a bajo rendimiento, varias de las cuales evitan su cierre al realizar su suministro a fábricas de cemento.

Como se ve el porcentaje de sulfatos es superior en el yeso del Keuper que en el del Mioceno, siendo a su vez similares las proporciones de CaO en uno y otro.

Las explotaciones de yeso se realizan en canteras a cielo abierto con uso de

explosivos, pero con un grado de mecanización bajísimo, realizándose incluso a mano la carga del material en los camiones de transporte.

El número de obreros es escaso, y aún éste, más alto del que lógicamente permitirían los beneficios obtenidos, al tratarse de empresas de ámbito familiar.

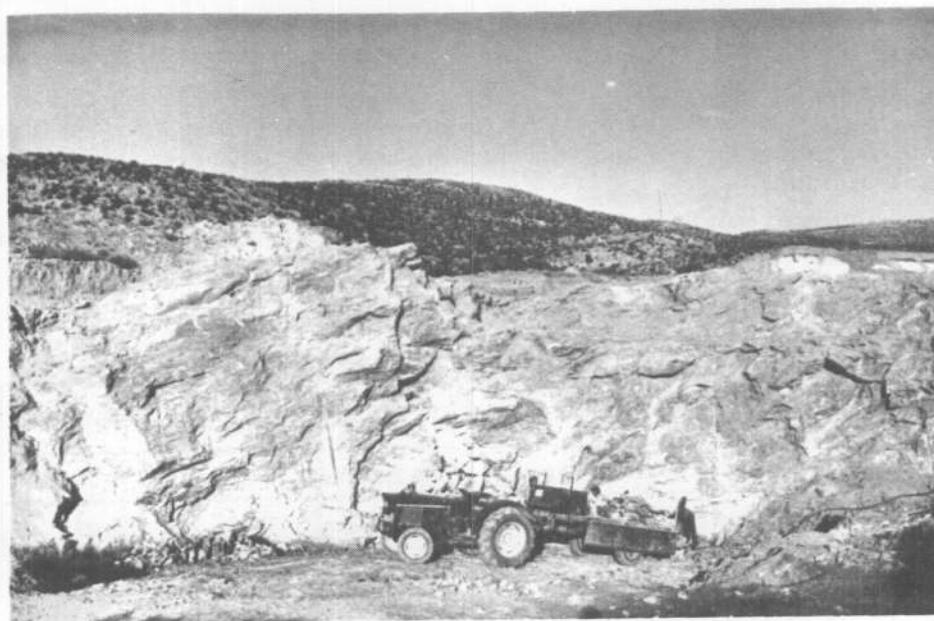


Foto 5.— Aspecto de la cantera núm. 96, que explota yeso del Keuper en Tierga

El yeso se extrae para la industria de aglomerantes, bien como materia prima en la fabricación de cemento o para la producción de yeso industrial.

Generalmente es considerable el espesor del recubrimiento, si bien el volumen de tierras estériles a remover es mucho menor que en el caso de las arcillas, dado que las dimensiones del frente son mucho menores que en ellas.

Las reservas de yeso miocénico son muy elevadas, por el contrario el Keuper posee muchos afloramientos pero generalmente poco extensos.

Los principales datos de producción en la explotación de yeso son:

UTILIZACION	Núm. Instala-ciones activas	Núm. Empleados	Producción anual	Valor miles de Pts.	Precio Unitario
Aglomerantes	10	32	46.770 Tm.	2.875	61,47

### 3.4.— GRAVAS

Con el nombre genérico de gravas se entienden los productos obtenidos en la explotación de los diferentes cuaternarios de origen fluvial, ya comentados con anterioridad.

ridad. Sin embargo comercialmente se suelen distinguir para su venta tres productos diferentes según tamaños, tales son las gravas propiamente dichas, gravillas y arenas.

Su aplicación industrial se circscribe a la producción de áridos para distintas aplicaciones, que se consignan en el siguiente capítulo.

La naturaleza de estos áridos es de tipo silíceo y calcáreo con ligero predominio del primero en los depósitos del Ebro y Gállego y del segundo en los afluentes del Ebro por la derecha.

Las explotaciones de este material poseen características muy similares, tales son: la lógica explotación a cielo abierto, la extracción mediante excavadoras sin usar en absoluto explosivos verificando en muchos casos la explotación bajo el plano horizontal, el gran predominio de la superficie libre de explotación en relación al cubaje obtenido, el tamizado a pie de obra, etc.

También hemos de consignar como importantes dos factores contradictorios de gran importancia en este tipo de explotación:

Altamente beneficiosa es la escasa preparación previa de la zona a explotar, ya que no hay que remover estériles para la apertura del frente o eliminación de montera.

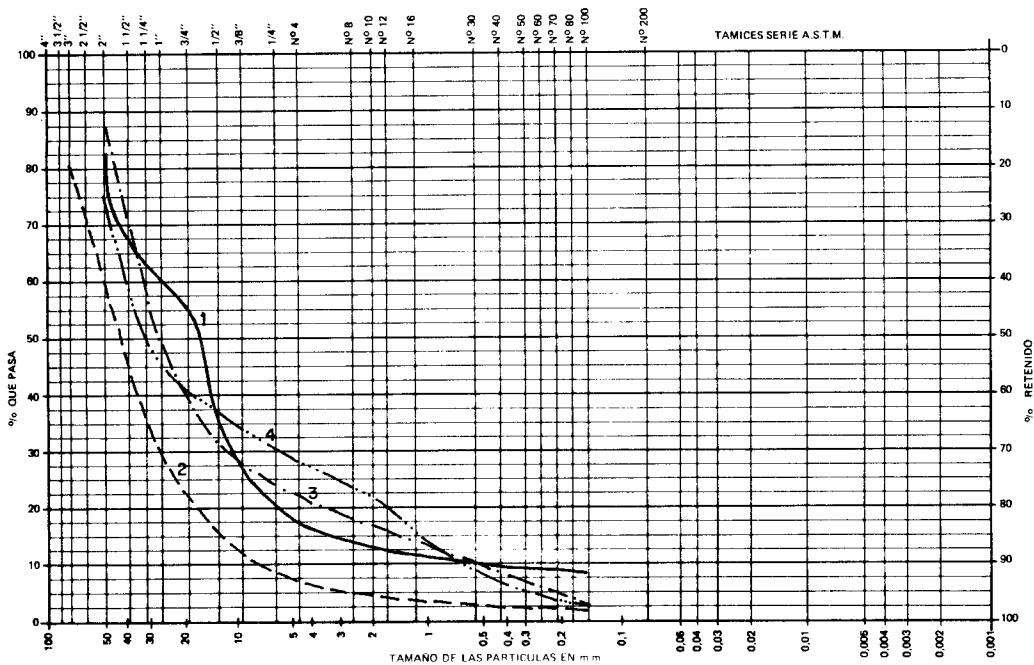
Por el contrario hay que tener en cuenta el peligro que suponen las avenidas en épocas de fuertes lluvias, al verificarse la explotación en pleno aluvial, este riesgo es mayor



Foto 6.— Detalle de una de las zonas de explotación del aluvial del río Iruela cerca de Purujosa (Estación núm. 92).

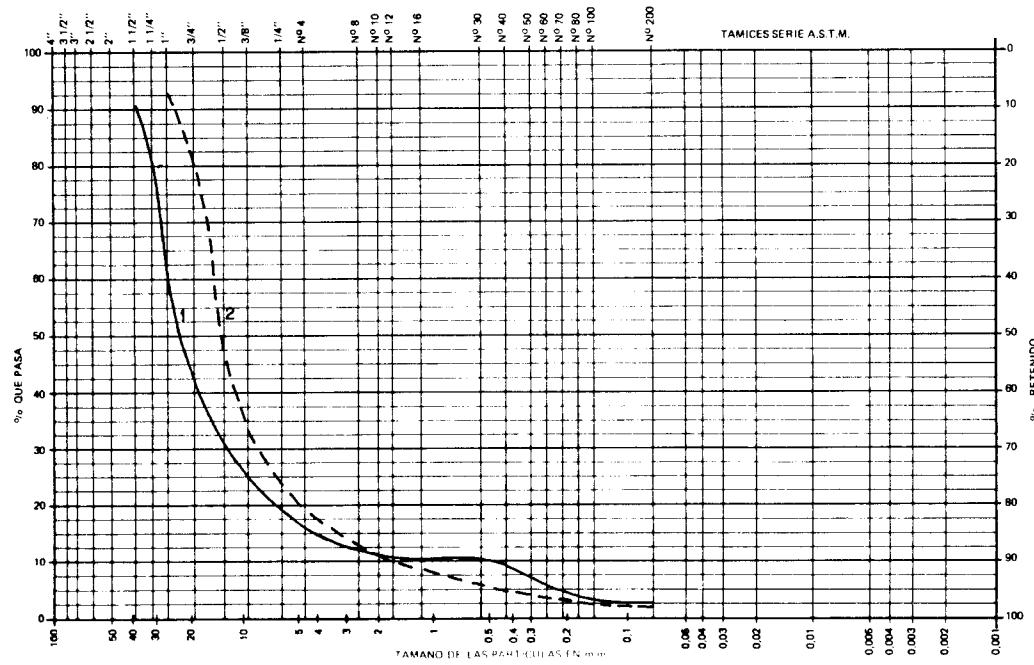
en aluviales tipo rambla como es el caso de los ríos Grio, Ribota, Iruela y Huecha.

Es digno de mencionar, por sencillo y económico, el proceso de obtención de gravas que se realiza en fincas situadas en las terrazas bajas del Ebro al norte de la hoja. Se extrae el material del suelo de la finca para realizar la separación granulométrica. Las gravas y



1.— Aluvial del río Iruela (estación 92)  
2.— Aluvial del río Gállego (estación 242)

3.— Aluvial del río Ribota (estación 76)  
4.— Gravas del río Grío (estación 17)



1.— Terraza colgada del río Ebro (estación 202)  
2.— Material de la terraza del río Ebro (estación 165)

gravillas se emplean para usos industriales por parte de la empresa propietaria de tales industrias. Por su parte los finos se devuelven al lugar de origen con lo que se logra una mejora en las características de regadío de las fincas, al disminuir la permeabilidad de los suelos.

Dado el particular ritmo de demanda en los mercados de este material y la facilidad de reanudación de extracción tras épocas de interrupción, predominan las explotaciones de régimen intermitente, en especial en la casi totalidad de los ríos.

Se han localizado, en la época de realización del presente estudio, 138 graveras, de las cuales, en dicho momento, solamente 37 estaban en activo.

El cuadro de producción de las graveras de la zona es:

UTILIZACION	Núm. Instala-ciones activas	Núm. Empleados	Producción anual	Valor miles de Pts.
Aridos	18	61	1.087.366 Tm.	20.829

Sin embargo, hemos de consignar que dichos datos se refieren al "todo uno".

Los precios medios, aproximados, de venta del metro cúbico de las distintas fracciones es de 110 pesetas para arenas y gravillas y de 80 pesetas para las gravas.

### 3.5.- CUARCITAS

Las cuarcitas del Cámbrico han sido explotadas en la zona suroeste de la Hoja en cuatro frentes, todos ellos hoy día abandonados.

El fin de la apertura de dichos frentes fue la obtención de material para áridos de tipo muy local; reparación de carreteras en tres de ellas y como balasto para el FF.CC. en la restante, en la zona de Embid de La Ribera.



Foto 7.— Cantera núm. 80 en cuarcitas del Cámbrico, próxima a Embid de La Ribera

Sin embargo las dificultades de explotación derivadas de su grado de dureza hacen que este tipo de material sea menos apreciado para obtención de áridos que las calizas, que además proliferan abundantemente en dicha zona.

Los resultados del análisis químico realizado en muestras de la cantera núm. 80, la más representativa de cuarcita es:

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	P.p.c.
86,82	5,73	1,45	Indicios	1,38	0,17	2,25	0,14	NO	1,99

Las reservas de cuarcita son muy abundantes.

### 3.6.— BARITA

La barita se presenta en forma de filones encajonados en pizarras del Cámbrico y localizadas en la zona suroeste de la Hoja.

Tales filones que aparecen en posición sensiblemente vertical, se explotan de forma subterránea en dirección.

Dentro de los límites de la hoja existen solamente dos explotaciones de este tipo, una en Morata de Jalón, hoy dfa abandonada, y otra en Tobed, que se mantiene en activo. Sin embargo hay que consignar la presencia de otras explotaciones fuera de la Hoja, pero inmediatamente cercanas por el oeste.

Los datos de producción de la mina de Tobed, única en activo, son:

UTILIZACION	Núm. Instala-ciones activas	Núm. Empleados	Producción anual	Valor miles de Pts.	Precio Unitario
Aditivos	1	8	1.500 Tm.	1.350	900

### 3.7.— ALABASTRO

Se trata de un nivel particular de yeso, pero que posee unas características propias, forma de explotación y aplicaciones industriales, diferentes que aquél.

Se trata de niveles miocénicos muy repartidos por toda la hoja, pero que por su calidad y cubicación concentran sus explotaciones en el área sureste de la hoja.

El destino de la producción de alabastro son las industrias de fabricación de objetos de decoración, localizados principalmente en Cintruénigo (Navarra), fuera de la presente hoja.

Existen 4 canteras de alabastro, dos en activo y dos abandonadas.

La explotación se realiza a cielo abierto, pero contrariamente de lo que ocurre con las de yeso, se lleva a cabo mediante ripado, sin explosivos, separando después los bolos de mayor tamaño para su transformación.

Una de las características más definidas en la extracción del alabastro son los grandes desplazamientos de la zona de explotación, al realizarse ésta de forma superficial

sin conservar frentes estables. Tal faceta origina un gran volumen de tierras a remover en comparación con el material útil obtenido, con los consiguientes inconvenientes económicos, acumulación de tierras estériles, necesidad de grandes áreas de terreno disponibles, etc.



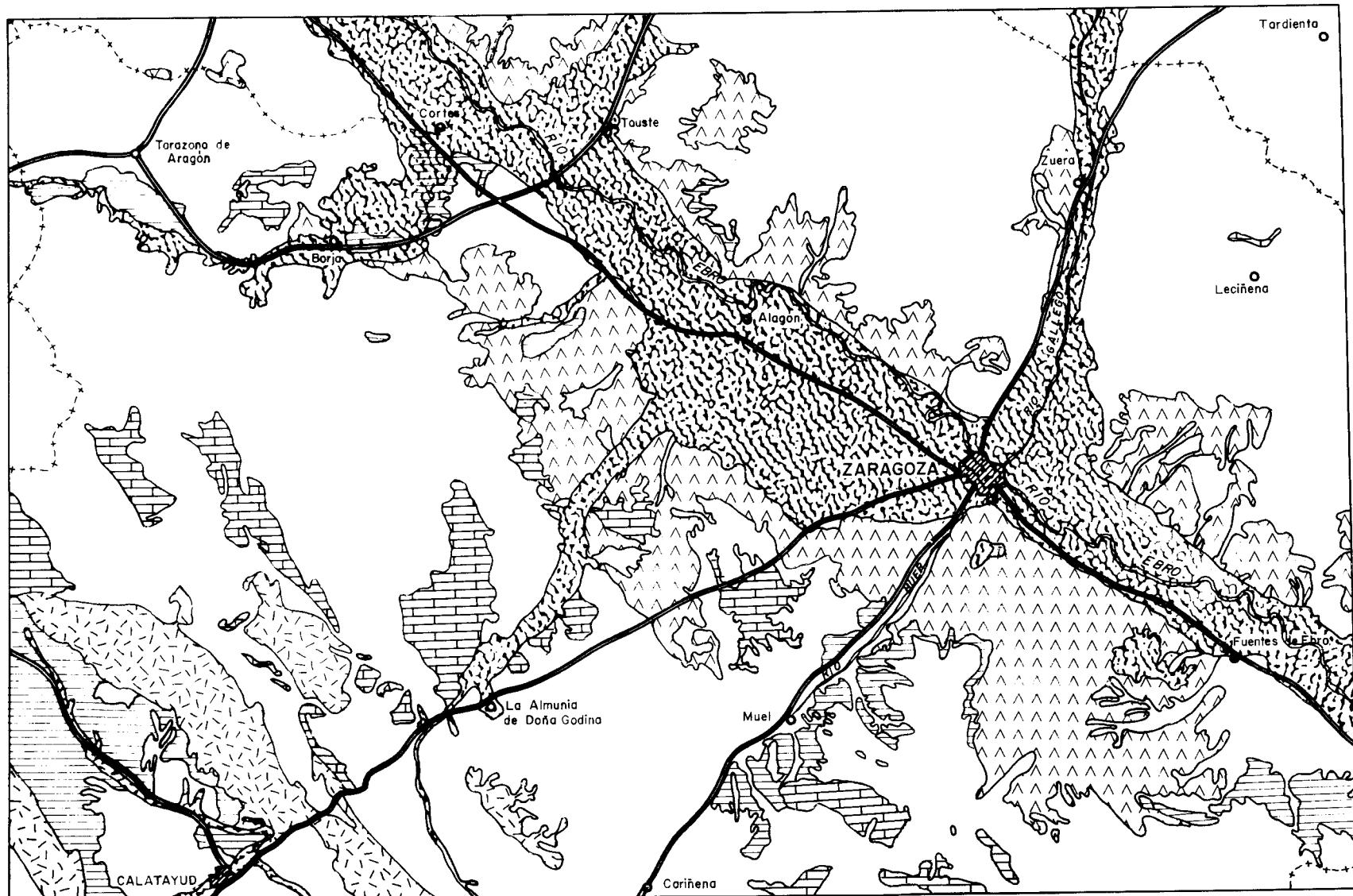
Foto 8.— Detalle de la explotación núm. 169 para obtención de alabastro

El alabastro se obtiene en forma de grandes bolos que son transportados por carretera a los diversos centros de transformación.

El cuadro resumen de producción de este tipo de roca es:

UTILIZACION	Núm. Instala-ciones activas	Núm. Empleados	Producción anual	Valor miles de Pts.	Precio Unitario
Decoración	2	6	3.500 Tm	2.293	635

ZONA DE MATERIALES DE POSIBLE UTILIZACION



LEYENDA

CUATERNARIO		GRAVAS	MIOCENO-CRETACICO-JURASICO Y TRIAS (MUSCHELKALK)		CALIZAS
MIOCENO		ARCILLAS	PALEOZOICO		CUARCITAS
MIOCENO Y TRIAS (KEUPER)		YESOS			

#### 4.- DESTINOS INDUSTRIALES DE LA PRODUCCION

Vamos a pasar ahora una breve revista a como se benefician los distintos tipos de industria de las diversas rocas estudiadas en el apartado anterior.

##### 4.1.- INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCION

Surten a este tipo de industria únicamente las calizas y concretamente las jurásicas, que presentan factores tan positivos como:

- bancos perfectamente estratificados.
- buena resistencia al desgaste (coeficiente de desgaste "Los Angeles" = 25,92).
- buenas características ornamentales, previo pulimento.

Las dos aplicaciones principales de este tipo de industria son: fabricación de bordillos y roca ornamental, estando situados los principales centros productores de las mismas en los pueblos de Calatorao y Ricla.

La constante principal en el laboreo de las rocas para esta aplicación industrial, es el bajísimo grado de mecanización, y aún ésta es muy rudimentaria, llegando a darse casos, en explotaciones actuales, de canteras de caliza donde no se utiliza explosivo, verificándose la extracción a base de cuñas y mazas.

Se trata pues de trabajos eminentemente artesanos, donde los únicos factores económicos a considerar son la mano de obra y el transporte.

La mano de obra en estas explotaciones es más bien de tipo familiar, por lo que no

debe considerarse el valor de la producción por empleado, sino por familia ya que normalmente, funcionan como pequeñas sociedades limitadas, siendo rara la contratación de personal ajeno a las mismas.

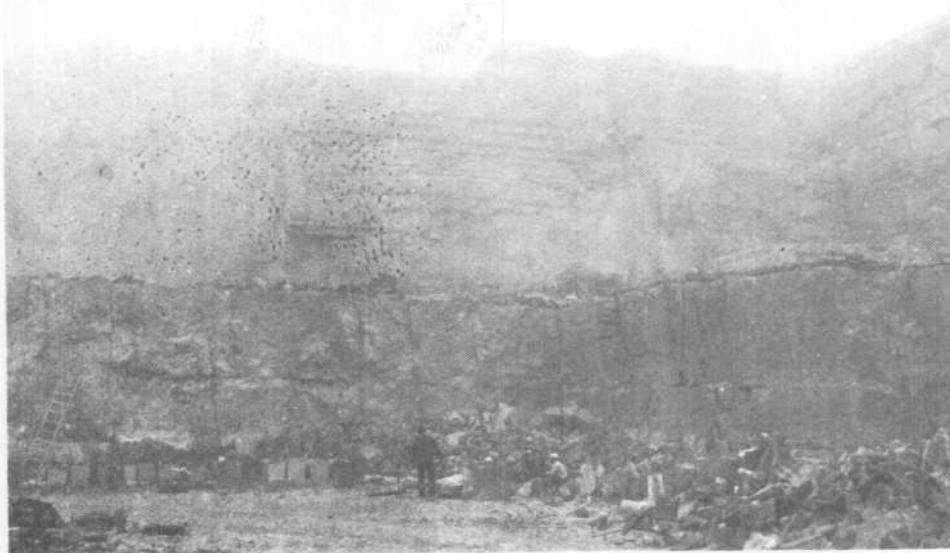


Foto 9.— Detalle de la cantera núm. 52, la más importante de las numerosas existentes en Calatorao, que explota caliza jurásica para fabricación de bordillos.

Además del trabajo de extracción ha de considerarse, en esta aplicación industrial, la incidencia que, en los costos de producción, supone el trabajado de las rocas en la misma cantera.

Centrándonos en la principal rama de fabricación, que es la de bordillos, los mercados son de tipo nacional, por lo que la incidencia del transporte en los gastos de producción es elevada.

Como todo trabajo de tipo preferentemente artesano, la producción se ve sensiblemente disminuida por antieconómica, teniendo que rivalizar, en clara desventaja, con los elementos prefabricados de hormigón, por lo que el futuro de este tipo de industria no es optimista.

#### 4.2.— AGLOMERANTES

Como tales citaremos las industrias fabricantes de cementos, yesos y cales.

##### 4.2.1.— CEMENTOS

Dentro de la hoja existen dos fábricas de cemento en Morata de Jalón y Muel.

Tales centros de fabricación se nutren de materias primas en las canteras más

importantes y con más alto grado de mecanización de las estudiadas.

La de Morata de Jalón explota en un mismo lugar calizas jurásicas y margas arcillosas terciarias, a escasa distancia de la fábrica. El yeso se obtiene de cuatro pequeñas canteras, dos de ellas hoy día abandonadas, diseminadas en un radio no superior a los 10 Km de la fábrica.

La fábrica de Muel obtiene caliza jurásica en la cantera "Lolita", situada a unos 8 Km de la misma, y cuyas reservas están previstas para más de cien años. La arcilla se obtiene simultáneamente en las canteras "Royal" y "Cristina", igualmente cercanas a la fábrica y con amplias reservas. Por el contrario, el yeso, es suministrado de canteras lejanas, que gravan su coste por el factor transporte.

Excepción hecha del yeso para la fábrica de Muel, el resto de las canteras suministradoras, son propiedad de las respectivas fábricas y en consecuencia su producción, demanda y mercados, son función de tales factores para el cemento.

Los mercados principales de cemento de ambas fábricas son de tipo preferentemente regional, siendo Zaragoza capital su principal consumidora.

#### 4.2.2.- YESOS

La explotación de canteras para la fabricación industrial de yesos, es en esta zona muy rudimentaria, presentándose en franca decadencia por antieconómica.

El tipo de mercado es de ámbito local y restringido y, en consecuencia, la incidencia del transporte en coste de producción es escasa.

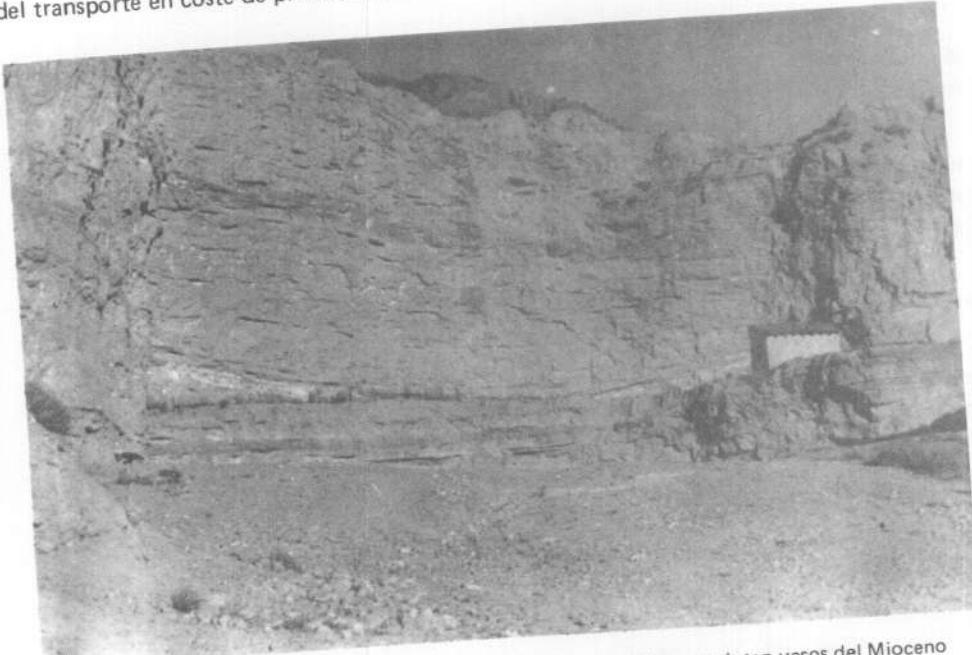


Foto 10.— Aspecto de la cantera núm. 187 en Juslibol, donde se explotan yesos del Mioceno

Los principales centros productores se localizan en Tauste, Zuera, Juslibol y Ablitas

explotando yesos del Mioceno y en Tierga, Sestrica y Morata de Jalón en los del Trías. La mayoría de las canteras de yeso abiertas están hoy día abandonadas.

La demanda futura tiende a disminuir para estas industrias de tipo artesano, al no poder competir por antieconómicas, con otras, más mecanizadas, situadas fuera de los límites de la Hoja.

#### 4.2.3.— CALES

Se trata, como las de yeso, de industrias de tipo artesano familiar, si bien su estado actual es aún, si cabe, de mayor abandono que aquellas, y donde se explota, para las necesidades siempre locales, es como aplicación secundaria en la producción.

Las calizas para este fin son las del Mioceno, Jurásico y Trías, citados por orden de importancia para esta aplicación industrial.

### 4.3.— ARIDOS

Este tipo de aplicación industrial es el que explota las canteras más importantes de la Hoja, junto con las de obtención de materias primas para la fabricación de cemento.

Se incluyen en este apartado industrial las fracciones gruesas y las arenas.

#### 4.3.1.— FRACCIONES GRUESAS

Los tamaños gruesos pueden obtenerse, bien de forma natural previo cribado en depósitos cuaternarios de origen fluvial, o con un proceso de trituración aprovechando las calizas del Lías, Jurásico, Cretácico y Mioceno y las cuarcitas cámbicas.

Dentro de las gravas naturales cuaternarias hay que citar como principal productor el valle del Ebro donde se distinguen el aluvial, terrazas bajas y terrazas colgadas citadas en orden creciente de proporción de finos. Las gravas de este depósito son de tipo polígenico.

También son aprovechables los aluviales de los ríos Gállego y Grio de naturaleza mixta calcáreo-silícea, y Ribota, Isuela y Huecha fundamentalmente calcáreos.

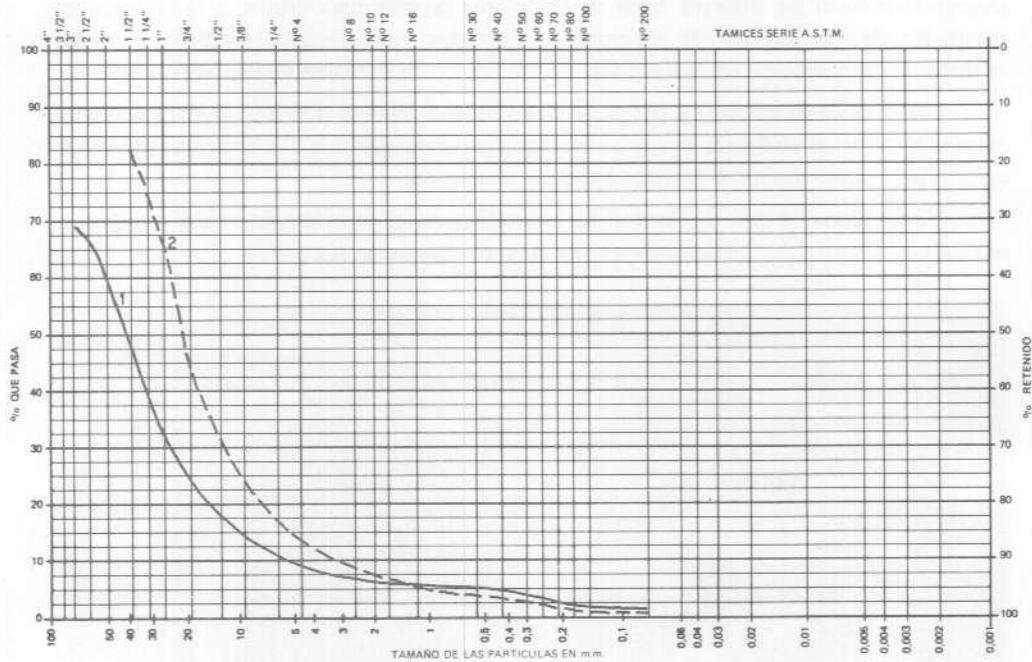
Las calizas se explotan en muy diversas zonas, cubriendo prácticamente toda la Hoja, constituyendo en esta aplicación industrial el tipo de roca más mecanizada y cuidada, por medio de empresas de distintas categorías, saliéndose así del régimen de explotación familiar, que predomina en la región.

Las principales canteras de caliza para áridos son:

Núm. 69	— Fuendejalón	caliza liásica
Núm. 62	— Bureta	caliza miocénica
Núm. 110	— Fuendetodos	caliza jurásica
Núm. 127	— Muel	caliza jurásica
Núm. 132	— María de Huerva	caliza jurásica

La cuarcita es susceptible de extracción para obtención de áridos, no obstante, su

excesiva dureza y dificultad de machaqueo, limita su explotación, existiendo tan sólo



- 1.— Aluvial de la zona norte del río Ebro (estación 213)  
 2.— Aluvial de la zona sur del río Ebro (estación 174)

cuatro frentes abiertos, todos ellos abandonados, pese a los grandes afloramientos existentes, localizados totalmente en la zona suroeste de la Hoja.



Foto 11.— Detalle de la cantera "La Princesa" núm. 110 en Fuendetodos, abierta en caliza jurásica. Se trata de una de las más importantes de la Hoja.

A continuación se expone un cuadro en que se comparan los distintos usos a que pueden destinarse los diversos tipos de fracciones gruesas para áridos, a la vista de los resultados de los ensayos de laboratorio realizados (especificados también en dicho cuadro) en comparación con las normas establecidas para cada una de dichas aplicaciones.

Los centros de aplicación industrial de estos materiales se distribuyen en una amplia zona geográfica, al dedicarse preferentemente a las obras públicas, sin tener que pasar por centros de transformación o fábricas escasas y localizadas.

De tal forma el área de destino de la producción es generalmente local y regional, por lo que el transporte no suele ser excesivamente gravoso en los costos.



Foto 12.— Frente muy tectonizado de la cantera núm. 13 (Ricla) en caliza jurásica

La demanda futura está íntimamente relacionada con la prosperidad de las obras civiles y en consecuencia puede verse de una forma optimista.

#### 4.3.2.— FINOS

Todo lo expuesto para las fracciones gruesas tiene plena validez para los finos, con la diferencia de que sus fuentes de origen se limitan a los depósitos cuaternarios fluviales y por tanto sus zonas de distribución se reducen un tanto, con lo que se incrementan los costes de transporte.

#### 4.4.— INDUSTRIAS CERAMICAS

En la presente Hoja se explotan, con vistas a este tipo de industria, únicamente los niveles basales del Mioceno, donde las arcillas se presentan más limpias, aunque con

CUADRO DE RESULTADOS DE ENSAYOS REALIZADOS Y DE APTITUD DE LAS DISTINTAS ROCAS PARA LAS DIVERSAS APLICACIONES DE LOS ARIDOS

PRINCIPALES ENSAYOS	CALIZAS										GRAVAS													
	CUAR- CITAS		JURASICO								MIOCENO		CUATERNARIO											
	CAMBRI- CO	LIAS		JURASICO				MIOCENO				Río Grio		Río Ribota		Río Isuela		Río Gállego		Río Ebro				
		E - 80	E - 59	E - 89	E - 21	E - 46	E - 110	E - 127	E - 132	E - 62		E - 17	E - 76	E - 92	E - 242	E - 202	E - 163	E - 213	E - 174	Terraza colgada	Terraza	Aluvial zona norte	Aluvial zona sur	
Granulometria %o pasa Tamiz Núm 40 Tamiz Núm 200												7 2	8 3	9 8	2 2	10 3	6 3	6 2	6 2					
Estabilidad ante SO4Mg	1.866	1.400	2.428	1.828	1.844	1.484	2.058	1.768	2.074			47	36	12	28	25	64	22	36					
Equivalente arena													0.390	0.345	2.475	0.860	0.995	0.365	0.705	0.485				
%o Materia orgánica												SI	NO	NO	NO	NO	NO	SI	NO					
Presencia de sulfatos																								
Coeficiente desgaste Los Angeles	24,34	28,84	26,60	23,88	25,92	32,44	27,80	26,40	26,76															
Subbase granular	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI					
Bases de zahorra artificial	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI					
Base de macadam	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI					
Bases de grava-cemento	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	SI	NO	SI					
Mezclas bituminosas	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	NO	SI				
Aplicaciones	Capa de regularización	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI				
Aplicaciones		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI				
Base	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI				
Intermedia	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI	SI	SI	NO	SI	SI				
Hormigones hidráulicos	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO				

presencia esporádica de sulfatos y carbonatos.

El afloramiento de los niveles arcillosos miocénicos se produce en diferentes zonas, donde lógicamente se localizan las distintas industrias cerámicas.

Pese a la separación de los afloramientos de esta roca, los ensayos de composición de las arcillas, realizados por difracción de rayos X, con diversas muestras tomadas en las áreas más representativas, han dado bastante homogeneidad en sus resultados:

Como componentes principales poseen mica (tipo illita) cuarzo y ocasionalmente calcita, observándose también clorita y caolinita - Fe (tipo chamosita) y ocasionalmente montmorillonita y dolomita.

Destacaremos como zonas más importantes en la industria cerámica de la Hoja las de Botorrita, Calatayud, Fuentes de Ebro, Mallen-Magallón, Tarazona, Morata de Jalón, Pedrola y Lumpiaque.



Foto 13.— Aspecto de una de las explotaciones de arcilla para cerámica en la zona de Botorrita.

La explotación de este tipo de canteras no es gravosa en absoluto en los costes de producción, ya que se realiza mediante excavadoras, no precisándose por tanto más mano de obra que la del maquinista de las mismas.

Además, las fábricas de ladrillería están situadas o a pie de cantera o inmediatamente cerca, por lo que los costes de transporte de la roca en bruto no inciden prácticamente en los costes de producción.

Los mercados más frecuentes del producto transformado (ladrillos, bovedillas, viguetas, etc.) son de tipo regional como máximo desarrollo hacia Zaragoza capital. Por tanto el transporte de productos transformados tampoco grava excesivamente la producción.

Pese al actual desarrollo industrial, las industrias cerámicas de la Hoja presentan un

futuro sensiblemente estacionario, ya que los productos realizados siguen gozando de demanda en los mercados.

Haremos mención finalmente de la industria cerámica de artesanía para decoración situada en Muel, que obtiene escasísima cantidad de arcilla en un paraje conocido como Balson, que no obstante hemos considerado como cantera (E-119).

#### 4.5.- INDUSTRIAS DIVERSAS

Otro tipo de industrias se abastecen, como materia prima, de diferentes tipos de roca, tales como calizas, baritas y yesos; las dos primeras se utilizan como aditivos en la fabricación de diversos productos y la última para decoración.

##### 4.5.1.- ADITIVOS DE CALIZA

Se usa la caliza para aditivos en la elaboración de piensos compuestos y para la fabricación de tartratos en las industrias de azúcares y alcoholes.

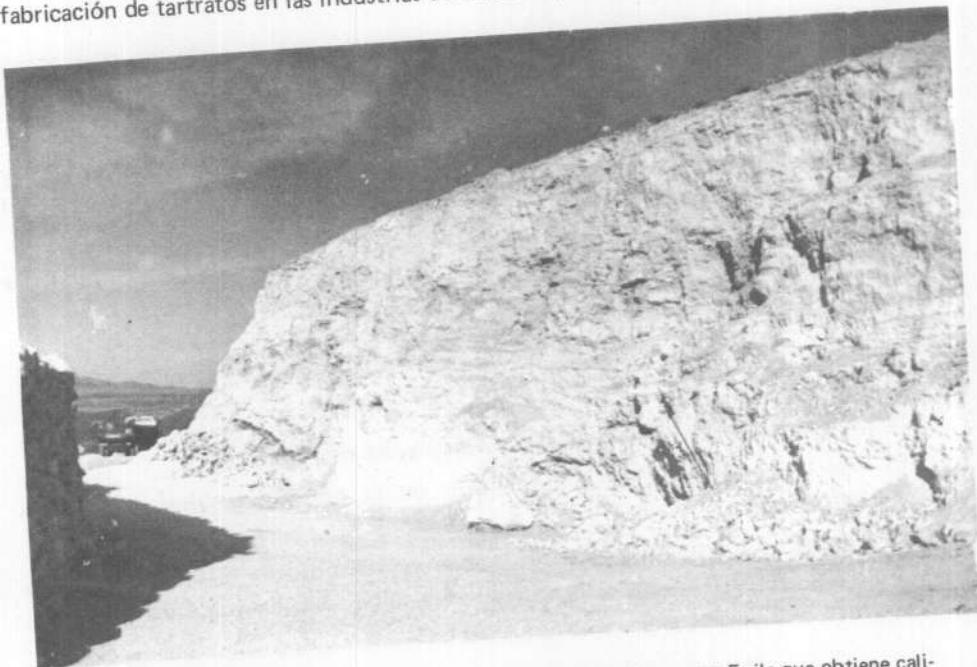


Foto 14.- Frente de cantera núm. 27 en caliza del Mioceno en Epila que obtiene caliza para aditivos en la fabricación de azúcares, alcoholes y piensos compuestos.

Para estos usos se explotan calizas jurásicas en los diferentes isletos de la zona Belchite-Puebla de Albortón y en Mozota, del Muschelkalk en Nigüella y del Mioceno en Epila.

La característica esencial a tener en cuenta para este tipo de aplicación, es la pureza de las calizas, dando todas las muestras tomadas en canteras para este uso, un porcentaje en CaO superior al 55%.

Las diferentes explotaciones para este fin son de tipo rudimentario y de ámbito familiar.

El régimen de derivación de mercados es diferente para las distintas aplicaciones citadas, ya que mientras para azucareras y alcoholeras, se abren canteras cercanas a las fábricas y con dedicación total a ellas, en la moderna elaboración de piensos compuestos, los mercados son de tipo regional (más frecuentemente destinados a Zaragoza capital).

La incidencia del transporte en los costos de fabricación es consecuencia de la idea recién expuesta, con escasa importancia para las dos primeras y mayor para los piensos compuestos.

La demanda de material para azucareras y alcoholeras está en franca disminución al procederse al cierre de numerosas industrias de este tipo en la provincia de Zaragoza, lo que ha ocasionado, a su vez, el abandono de las correspondientes canteras abastecedoras. Por el contrario la producción de piensos compuestos es una industria en auge y consecuentemente lo es la demanda de esta materia prima.

#### 4.5.2.— ADITIVOS DE BARITA

La barita se emplea como aditivo en diferentes tipos de industria tales como: pinturas, químicas y otros en los que se pretende aumentar la densidad de determinados productos.

La escasez de este tipo de rocas hace que el área de sus mercados sea nacional y muy repartido y en consecuencia la incidencia del transporte en los costos de producción sea generalmente elevado.

Dada la diversidad de aplicaciones y la escasez nacional de esta materia prima, la demanda se prevé en aumento.

#### 4.5.3.— ALABASTRO PARA DECORACION

Se explotan para este fin diferentes niveles de yesos del Mioceno.

El área principal de producción dentro de la hoja es la zona Fuentes de Ebro—Rodén.

El proceso de transformación de la roca se realiza mediante pulimento y trabajo artístico, siendo las áreas de destino de los productos elaborados, de ámbito nacional.

Este tipo de industria se presenta estacionario, con un futuro relativamente incierto.

## 5.- CONCLUSIONES

Solamente siete tipos de roca son explotados actualmente en el ámbito de la Hoja con fines industriales: caliza, barita, arcilla, alabastro, yeso, cuarcita y gravas.

Salvo excepciones las explotaciones existentes en la Hoja utilizan mano de obra familiar con cierto carácter artesano.

El grado de mecanización es notablemente bajo en la mayoría de las explotaciones y aún en las de mejor técnica, no lo es de una forma elevada, en cantidad ni en calidad.

Las industrias que explotan las canteras más importantes son las de cementos y áridos, siendo de destacar entre ellas las estaciones: 1(Morata), 59 (Fuendejalón), 62 (Bureta), 110 (Fuendetodos), 121 (Mezalocha), 124 (Muel) y 132 (María de Huerva).

Salvo las aplicaciones de las rocas industriales de la Hoja para, bordillos, decoración de alabastro y diferentes de la barita, que poseen mercados de tipo nacional, el resto de los mismos, en bruto, tienen áreas de destino regionales y locales.

El futuro de las canteras de esta Hoja no es globalmente optimista en lo que concierne a las industrias que se abastecen de ellas actualmente.

Sin embargo la calidad y las excelentes reservas de caliza, arcilla, yeso, cuarcitas y gravas, constituye una fuente potencial de reservas, dentro de un plano de desarrollo industrial.

## BIBLIOGRAFIA

- *ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS. Autopista Madrid–Zaragoza. Tramo Alhama de Aragón–Calatayud. Ministerio de Obras Públicas.*
- *ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS. Autopista Zaragoza–Vascongadas. Tramo Zaragoza–Tauste. Ministerio de Obras Públicas.*
- *ESTUDIO PREVIO DE TERRENOS. Corredor del Ebro. Tramo Fuentes de Ebro–Castejón de Monegros.*
- *I.G.M.E. Estudio de Rocas Industriales de la hoja 5–7. Toledo.*
- *I.G.M.E. Estudio de Rocas Industriales de la hoja 8–8. Valencia.*
- *I.G.M.E. Hoja Geológica escala 1:200.000 núm. 74 Zaragoza.*
- *I.G.M.E. Inventario de Explotaciones de Rocas Industriales. Dirección General de Minas.*
- *QUIRANTES PUERTAS, J. Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario Continental de los Monegros (Tesis doctoral) Universidad de Granda (inédito).*
- *RIBA, O. Y LLAMAS, MR. Libro–guía de viaje estudio núm. 4 “Canal imperial de Aragón”. I Coloquio Internacional sobre las Obras Públicas en terrenos yesíferos. Servicio Geológico de Obras Públicas, 1962.*
- *I.G.M.E. Atlas Inventario de Rocas Industriales escala 1:50.000.*