

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES

Escala 1:200.000

SIGÜENZA

HOJA Y	39
MEMORIA	6/5

MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES E. 1:200.000 - SIGÜENZA

00368

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES

E. 1:200.000

SIGÜENZA

HOJA Y	39
MEMORIA	6/5

SERVICIO DE PUBLICACIONES
MINISTERIO DE INDUSTRIA

el presente
estudio
ha sido realizado
por la
DIVISION DE GEOTECNIA
del
Instituto Geológico y Minero
de España

Servicio de Publicaciones -- Claudio Coello 44 -- Madrid-1

Depósito Legal M. 15973-1974

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 Localización Geográfica y Geológica	3
1.3 Definición y Clasificación de Rocas Industriales	5
1.4 Metodología y Labor realizada	5
2. GEOLOGIA GENERAL	7
2.1 Bosquejo Geológico	7
2.2 Serie Metamórfica	8
2.2.1 Precámbrico	8
2.2.2 Paleozoico	9
2.3 Serie Sedimentaria	10
2.3.1 Mesozoico	10
2.3.2 Terciario	11
2.3.3 Cuaternario	11
2.4 Serie Ignea	12
2.4.1 Rocas Volcánicas	12
3. YACIMIENTOS	13
3.1 Panorámica del Sector	13
3.2 Calizas	14
3.3 Arcillas y Margas	20
3.4 Arenas Silíceas y Arenas Caoliníferas	23
3.5 Arena y Grava y Arena	24
3.6 Cuarcitas y Cuarzo	27
3.7 Yesos	27
3.8 Areniscas	29
3.9 Baritina y Ocre	29
3.10 Andesita y Zahorra	31
4. PRODUCCION DE ROCAS INDUSTRIALES	35
4.1 Rocas de Construcción	36
4.1.1 Piedras de Construcción	36
4.1.2 Rocas Ornamentales	36
4.2 Aglomerantes	38
4.2.1 Yesos	38
4.2.2 Cementos y Derivados	39
4.3 Aridos	40
4.3.1 Aridos Naturales	40
4.3.2 Aridos de Trituración	42

4.4	Productos Cerámicos	44
	4.4.1 Ladrillería	44
	4.4.2 Lozas y Porcelanas	46
4.5	Vidrio	48
4.6	Diversas	48
	4.6.1 Aditivos	48
	4.6.2 Abrasivos	50
	4.6.3 Fundentes	50
	4.6.4 Aislantes	50
5.	CONCLUSIONES	53
	BIBLIOGRAFIA	57

0.— RESUMEN

El estudio realizado cubre la Hoja 1:200.000 núm. 6-5 (SIGUENZA), formada por las hojas 1:50.000 nums. 21-17 (Atienza), 22-17 (Barahona), 23-17 (Arcos de Jalón), 24-17 (Alhama de Aragón), 21-18 (Hiendelaencina), 22-18 (Sigüenza), 23-18 (Maranchón), 24-18 (Milmarcos), 21-19 (Jadraque), 22-19 (Ledanca), 23-19 (Ablanque), 24-19 (Molina de Aragón), 21-20 (Brihuega), 22-20 (Cifuentes), 23-20 (Zaorejas) y 24-20 (Taravilla).

De manera resumida los logros alcanzados pueden sintetizarse en los siguientes puntos:

- Estudio general y detallado de los yacimientos de rocas industriales existentes en la Hoja.
- Reseña de las explotaciones existentes con indicación expresa de su estado actual ritmo de explotación, y, en su caso, condicionamientos de su futura reexplotación.
- Recopilación de la información existente y actualización de los datos obtenidos en inventarios anteriores.
- Estudio sistemático de las características litológicas y geotécnicas de los materiales prospectados, con miras a su racional explotación y utilización más adecuada.
- Evaluación individual y conjunta de las reservas existentes de cada tipo de material y su relación geográfica con los centros actuales y previsibles de consumo.
- Perspectiva y análisis comparativo de la producción actual y futura de rocas industriales y la evaluación socio-económica previsible local y regional.

- Confección del mapa 1:200.000 de Rocas Industriales.
- Confección del Inventario de Rocas y Archivo Nacional de yacimientos y explotaciones, mediante la puesta a punto del correspondiente fichero, adecuadamente dispuesto para su tratamiento con ordenador, en el que se insertan, entre otros, datos puntuales de situación de yacimientos y ensayos resultados de los de laboratorio.

1.- INTRODUCCION

1.1. - OBJETO Y NATURALEZA DEL ESTUDIO

Su principal objetivo es la realización del inventario general de rocas industriales de la Hoja 1:200.000 núm. 6-5 (SIGUENZA), en el que queden reseñados los principales yacimientos existentes en la región, bien se hallen en explotación actual, bien presenten frentes abandonados o bien, finalmente, que no hayan sido explotados. Asimismo, tiene como objetivo la recopilación de la información existente sobre tales yacimientos o explotaciones, y la actualización de los datos disponibles procedentes de inventarios anteriores.

Con la realización de este tipo de estudios, todos ellos encuadrados en el extenso Programa Nacional de Investigación de Rocas Industriales elaborado por el IGME, se llevará a cabo la confección de un amplio Archivo Nacional, en el que se irá insertando, por medio de fichas perforadas (para su tratamiento con Ordenador) toda esta información, así como las variaciones que experimente con el transcurso del tiempo. Con todo ello se pretende poder disponer, con rapidez y eficacia, del estado más actualizado posible de los diversos sectores económicos de consumo en una región determinada, a través de las industrias cuyos productos o materias primas se hallan reseñados.

1.2.- LOCALIZACION GEOGRAFICA Y GEOLOGICA

La presente Hoja está situada en la zona central de la península Ibérica, comprendida

entre las coordenadas $1^{\circ} 51' 10''$ y $3^{\circ} 11' 10''$ de longitud W (meridiano de Greenwich) y $40^{\circ} 40' 04''$ de latitud norte. La mayor parte de ella pertenece a la provincia de Guadalajara, que se extiende por toda la zona central, meridional, occidental y la mayor parte de la oriental. Únicamente la parte septentrional corresponde a las provincias de Zaragoza y Soria respectivamente. La superficie de Zaragoza coincide aproximadamente con la hoja 1/50.000 de Alhama de Aragón, en el ángulo nororiental, mientras que la de Soria se prolonga por casi todo el borde septentrional a partir de los límites de Zaragoza y Guadalajara.

Morfoestructuralmente se diferencian cinco ámbitos bien definidos a) Relieves de Molina—Sigüenza, b) Hoces del Tajo—Cabrillas, c) Sierras de Hiendelaencina—Bañuelos, d) Mesas de Santa María de Huerta—Ariza, e) Páramos de la Alcarria. El primero de ellos constituye una amplia banda con rumbo NW—SE, que se extiende desde Molina de Aragón hasta el borde noroccidental siguiendo la línea Atienza—Molina. Dentro de sus límites quedan comprendidas las hojas de Molina, Milmarcos, Maranchón, Sigüenza, Barahona y una buena parte de Atienza. Los materiales aflorantes son en la casi totalidad, liásicos y triásicos, quedando englobados algunos recintos paleozoicos y cretácicos. La altitud media oscila entre los 1.100—1.200 m, destacando entre todas ellas la de Sierra Ministra con una altura de 1.315 m. Morfológicamente considerado se caracteriza por la sucesión ininterrumpida de amplios valles abiertos y cerros o sierras de grandes dimensiones con laderas de pendientes medias y fuertes, y en ocasiones con tramos de cursos fluviales encajados y barrancos de más o menos longitud. El ámbito de las Hoces del Tajo—Cabrillas comprende, casi íntegra y exclusivamente, las hojas de Torovilla, Zaorejas y Cifuentes, y una gran parte de Ledanca, todas ellas localizadas en la mitad suroriental de la Hoja. Los materiales aflorantes que le dan una fisonomía propia y singular son las calizas cretácicas y rocas calcáreas oligocenas, que dan lugar a escarpes y paredes, verticales y subverticales, de cientos de metros, las cuales se pueden seguir a todo lo largo del cauce de los ríos Tajo, Cabrillas y demás barrancos existentes, dando lugar a unas impresionantes hoces y tajos en todo su recorrido, dentro de la hoja. Esta red de barrancos y ríos configura y delimita una sucesión de cerros con pendientes fuertes y relieve accidentado en la parte occidental, y amplias mesetas de pendientes muy suaves en la oriental. Las Sierras de Hiendelaencina—Bañuelos se extienden por la mitad occidental de cuadrante noroccidental de la Hoja, comprendiendo en casi la totalidad, las hojas de Atienza y Hiendelaencina. Prácticamente la totalidad de los materiales aflorantes son paleozoicos y rocas volcánicas. Toda la superficie está surcada por una red muy densa de barrancos y arroyos encajados o muy agudos los cuales siguen rumbos con dirección general N—S y S—N en la hoja de Atienza, y E—W y W—E en la de Hiendelaencina, hasta desembocar en los ríos Sorbe, Cristóbal y Bornova. Dicha red fluvial configura una sucesión de sierras y cerros de impresionante altura con un relieve muy accidentado y quebrado, encontrándose la altura máxima en la Sierra de Alto Rey (1.848 m).

El ámbito de Santa María de Huerta—Ariza se extiende por toda la mitad septentrional del cuadrante nororiental comprendiendo la casi totalidad de las hojas de Alhama de Aragón y Arcos de Jalón, prolongándose por el borde norte de la hoja de Barahona en el cuadrante noroccidental. Con la excepción de unos pequeños recintos cretácicos en el borde oriental y alguno otro disperso por el meridional, el resto de los materiales aflorantes son terciarios. Sobre ellos se ha implantado una red de arroyos y ríos con diversos rumbos, dando lugar a un relieve tabular con cerros y amplias mesetas de pendientes medias, tallado por barrancos encajados de laderas muy pendientes. Finalmente el ámbito de los Páramos de La Alcarria está comprendido totalmente en el cuadrante suroccidental

y coincidiendo aproximadamente con sus límites, salvo el borde oriental del mismo.

La mayor parte de los materiales aflorantes son terciarios encontrándose algunos afloramientos cuaternarios de formas alargadas que siguen los cursos fluviales. Morfológicamente corresponde a una zona amesetada en la que se suceden amplias mesas con una superficie de pendientes muy suaves y enormes extensiones de páramo y terrazas prácticamente llanas. Toda esta superficie está surcada por cursos fluviales de dirección general N-S, con diversos tramos de rumbo E-W, cuyas laderas presentan pendientes medias, en ocasiones fuertes, hasta llegar a lo alto de la meseta.

1.3.— DEFINICION Y CLASIFICACION DE ROCAS INDUSTRIALES

Se aplica el concepto de Roca Industrial a todos aquellos materiales rocosos, granulares o pulverulentos susceptibles de ser utilizados directamente (o a través de una previa manipulación y preparación), en función de sus propiedades físicas y químicas, y no en función de las sustancias potencialmente extraíbles de los mismos, ni de su energía potencial.

Los Sectores Económicos de Consumo que utilizan los materiales así definidos a través de las correspondientes industrias son: Construcción, Siderometalúrgico, Químico y Agrícola. En relación con estos cuatro Sectores Económicos aparecen las correspondientes industrias y los productos utilizados, siendo el de la Construcción el de mayor envergadura y el que más amplia gama de industrias y productos interesa.

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.

1.4.— METODOLOGIA Y LABOR REALIZADA

La labor realizada se ha desarrollado en las fases siguientes:

FASE PREVIA:

- Recopilación de la información existente. En esta fase se ha llevado a cabo una minuciosa recopilación de la información disponible en su doble aspecto geológico y estadístico—minero. Para ello se ha consultado la bibliografía que se expone al final de la Memoria y las relaciones actualizadas de las explotaciones reseñadas en las Delegaciones del Ministerio de Industria.
- Confección de un esquema a escala 1:200.000 de la Hoja, con indicación de los principales sectores donde se ubican las áreas de interés preferente, bien sea por la existencia prioritaria de masas explotables, bien sea porque en ellos se concentra una mayor demanda de productos industriales derivados de ellas.
- Estudio discreto de las fotografías aéreas correspondientes a las áreas citadas de interés preferencial.

FASE DE CAMPO

- Itinerarios de campo formando, sistemáticamente, la malla resultante de carreteras y caminos hasta el tercero y cuarto orden de los insertos en la Hoja 1:200.000 del Mapa Topográfico Nacional (edición Militar).

Esta fase ha supuesto:

- El inventario de todos los yacimientos y explotaciones ubicados en las áreas de mayor interés así como el reconocimiento general de la superficie de la Hoja, mediante la realización de numerosas estaciones de observación con o sin fichas.
- La toma estandarizada de muestras representativas, debidamente cuarteadas.
- La ejecución, asimismo sistemática, de gran número de fotos que ilustran alguno o algunos de los aspectos de mayor interés de los yacimientos, explotaciones y material en sí (macro—texturas, estructuras).
- La reseña y ubicación de algunos aspectos litológicos y estructurales de interés local, no insertos en la cartografía geológica base 1:200.000 preexistente.

FASE FINAL

- Selección y estudio de muestras en su triple aspecto petrológico—mineralógico (microscopio o análisis mineralógico), geotécnico y químico.
- Confección de los gráficos y esquemas que se han estimado convenientes para mostrar, de manera sencilla, interesantes aspectos que relacionan la producción y las reservas de explotaciones y yacimientos en general, respectivamente, con la ubicación de los principales centros de consumo y la evolución del nivel socio—económico de la región.
- Confección del Mapa de Rocas Industriales y redacción de la presente Memoria.

2.- GEOLOGIA GENERAL

2.1.- BOSQUEJO GEOLOGICO

La columna lito-estratigráfica de la presente hoja está formada por una gama de rocas pertenecientes al Precámbrico, Paleozoico, Mesozoico, Terciario y Cuaternario, cuyo origen responde a las tres categorías de materiales establecidas en los apartados sucesivos 2.2., 2.3 y 2.4 (metamórfica, sedimentaria e ígnea) de la presente Memoria.

El Precámbrico está integrado por un complejo gnefítico de potencia superior a los 1.000 m el cual intercala formaciones de cuarzo con potencias que alcanzan los 20 m, las cuales han sido explotadas en diversos lugares.

El Cámbrico está constituido por una alternancia de cuarcitas, esquistos y filitas. De estos materiales el único que podría ser utilizado como roca industrial son las cuarcitas, pero sus potencias son pequeñas y no suelen presentar condiciones adecuadas para su explotación. El Ordovícico se puede considerar integrado por un tramo superior pizarreño y otro inferior cuarcítico. Este tramo cuarcítico tiene potencias muy grandes, 100-170 m y presenta numerosas explotaciones activas y abandonadas. Los materiales del Silúrico son análogos a los del Ordovícico, sin embargo no alcanzan las potencias de este último y no presentan condiciones adecuadas para su explotación, tanto por su colorido como por el estado de agregación de los estratos. El Pérmico y Carbonífero están escasamente representados y sus afloramientos no reúnen condiciones adecuadas para ser explotados.

El Mesozoico está bien representado, encontrándose materiales correspondientes a

todos los pisos. Comienza con la serie detrítica del Buntsandstein, integrada básicamente por conglomerados y areniscas rojizas, con intercalación de niveles arcillosos en diversos tramos de la columna. Las areniscas han sido explotadas de forma intermitente y sin frentes definidos, sin embargo existen numerosos yacimientos con grandes reservas y buenas condiciones de explotación. Los niveles arcillosos en ocasiones alcanzan potencias muy considerables y son susceptibles de ser explotados. El Muschelkalk está integrado por margas, margocalizas, dolomías y calizas. De todos estos materiales el único aprovechado industrialmente es la formación calcodolomítica la cual se presenta en capas delgadas y tableadas, muy fracturadas, su potencia no es grande y los yacimientos son de pocas reservas. El Keuper está constituido por una potente formación de arcillas verdosas y rojizas con numerosos cristales y nivelillos de yeso, intercalando diversos paquetes yesíferos de 3–8 m. El yeso ha sido explotado en numerosas ocasiones, pero los yacimientos no reúnen nunca condiciones apropiadas para una explotación industrial. Por su parte las arcillas, generalmente, tienen tal cantidad de yeso diseminado en su masa que no permite su utilización óptima industrialmente. El Jurásico está integrado fundamentalmente por calizas, dolomías y margas, correspondientes al Liásico. De calizas y dolomías existen magníficos y numerosos yacimientos que unas veces han sido explotados y otras no.

El Cretácico inferior está constituido fundamentalmente por arenas, arenas caoliníferas y arcillas. Las arenas y arenas caoliníferas han sido y son explotadas en ciertos lugares existiendo yacimientos con grandes reservas. Por el contrario las arcillas no son adecuadas para la industria, salvo los casos en que son ocráceas. El Cretácico Superior está constituido por una serie caliza y margosa, encontrándose tramos calcáreos superiores a los 100 m. Estos materiales calcáreos son adecuados para ser explotados industrialmente, existiendo numerosos yacimientos explotados y sin explotar.

El Paleógeno está constituido fundamentalmente por arcillas, areniscas y yesos. Las formaciones de arcillas han sido explotadas profusamente en diversos lugares, sin embargo los yacimientos no presentan buenas condiciones de explotabilidad. Por el contrario los yesos constituyen magníficos yacimientos, explotados unos y sin explotar otros. El Neógeno está integrado por areniscas, margas, arcillas, calizas, yesos y ocre. Todos estos materiales han sido explotados, pero los yacimientos óptimos corresponden a las calizas.

Los materiales del Cuaternario están constituidos por arenas y gravas que son explotadas profusamente, pero en general los yacimientos tienen pocas reservas.

Finalmente aparecen magníficos yacimientos de andesita de color verdoso y aspecto granudo o microcristalino que no han sido explotados, pero que reúnen condiciones muy apropiadas para la industria de Aridos.

2.2.— SERIE METAMORFICA

Los materiales correspondientes a esta serie son los más antiguos de la Hoja y pertenecen al Precámbrico y Paleozoico respectivamente, encontrándose localizado el núcleo de afloramientos principales en el cuadrante noroccidental de la Hoja.

2.2.1.— PRECAMBRICO

Los materiales de este período presentan el mayor grado de metamorfismo, de los

existentes en la Hoja, y corresponden a la parte basal de la columna estratigráfica.

Está constituido por un complejo gneísico de potencia superior a los 1.000 m, con algunos niveles en los que se aprecian fenoblastos de 6—7 cm. Son frecuentes asimismo las formaciones de cuarzo de segregación y diques de cuarzo con potencia que llegan hasta los 20 m, y constituyen el material de mayor interés industrial que ha sido explotado en diversos lugares.

2.2.2.— PALEOZOICO

CAMBRICO

Está integrado por una alternancia de cuarcitas esquistos y filitas.

Las filitas son, de los tres términos de la serie, las que alcanzan menor desarrollo, estando formadas principalmente por cuarzo y sericita, y ocasionalmente, también moscovita.

Los esquistos varían de areniscosos y color marrón claro a verdosos con texturas esquistosas y a veces gneísicas.

Las cuarcitas son de diverso colorido, oscilando el tamaño de grano de medio a fino. Se presenta en niveles que raramente superan los 50 cm, no siendo susceptibles de ser explotados a escala industrial.

ORDOVICICO

Comienza, en su parte basal, por un tramo cuarcítico muy potente con alguna intercalación esquistosa, que en la parte superior pasan a ser cuarcitas blancas y rosadas, en capas potentes o masivas. Este paquete superior ha sido explotado profusamente, encontrándose a veces algún dique de cuarzo igualmente explotado.

El tramo superior está constituido por una serie pizarreña de colores oscuros, sin ninguna aplicación industrial relevante.

SILURICO

Los materiales de este sistema son análogos a los del Ordovícico, aunque no alcanzan las potencias de este último. Comienza en su parte basal por una formación de cuarcitas y areniscas cuarcíticas de tonos claros y marrón—grisáceo. Sobre estas cuarcitas se encuentra una potente formación de pizarras negras de grano fino, que a veces se hacen algo arenosas. Estos materiales no presentan condiciones adecuadas para su explotación industrial, tanto por su colorido como disposición y estado en que se encuentran.

CARBONIFERO Y PERMICO

Los límites exactos entre los materiales correspondientes a uno y otro sistema no

han podido ser precisados por la falta de fauna y la escasez de los afloramientos. En conjunto la serie puede considerarse integrada por argilitas de diverso colorido, areniscas cuarcíticas y areniscosas, y algunos niveles de calizas silíceas y calcedonia.

2.3.— SERIE SEDIMENTARIA

La serie sedimentaria está ampliamente representada, ocupando la mayor parte de la Hoja. Los afloramientos terciarios y mesozóicos comprenden grandes extensiones de superficie, no ocurre así con los cuaternarios que están limitados a recintos de mucha menor extensión.

2.3.1.— MESOZOICO

TRIASICO

Este sistema se presenta completo, en facies germánica, con su clásica separación en tres pisos: Buntsandstein, Muschelkalk y Keuper.

a) **Buntsandstein**

Está integrado básicamente por conglomerados de cantos silíceos y matriz arenosa rojiza, y areniscas rojas silíceas con estratificación cruzada, intercalando, estas últimas principalmente, capas arcillosas que en ocasiones alcanzan una gran potencia. Tanto las areniscas como las arcillas son susceptibles de ser explotadas industrialmente.

b) **Muschelkalk**

Está constituido fundamentalmente por calizas dolomíticas y calizas, existiendo tramos de margas y margocalizas con potencias considerablemente menores. De todos estos materiales únicamente son susceptibles de aprovechamiento industrial las calizas y calizas dolomíticas.

c) **Keuper**

Este piso aparece constituido por una potente formación de arcillas y margas verdes, rojas, y pardas con numerosos cristales y nivelillos yesíferos, encontrándose a su vez algunos paquetes de yeso intercalados con potencias que llegan hasta los 15 metros. De todos estos materiales ninguno de ellos reúne condiciones adecuadas para una explotación industrial, siendo su aprovechamiento ocasional y de poco relieve.

JURASICO

El Jurásico inferior está constituido por una sucesión de paquetes muy potentes de carniolas oquerosas, calizas grisáceas y marrones, dolomías claras y margas de diverso colorido. Tanto los tramos dolomíticos como los calcáreos son apropiados para su explo-

tación industrial, existiendo magníficos yacimientos.

El Jurásico medio está constituido por una alternancia de calizas, margas y margocalizas cuyo interés, como rocas industriales, no es muy elevado.

El Jurásico superior está integrado por margas gris-verdosas con algunas intercalaciones de caliza, y calizas oolíticas, pisolíticas y detríticas. Aflora en muy contados lugares y carece de interés industrial.

CRETACICO

El cretácico inferior está constituido por arenas arcósicas versicolores, arenas caolíníferas blancas y arcillas de diverso colorido. La potencia de esta formación es bastante variable de un lugar a otro, alcanzando potencias máximas de unos 60 m. Todos estos materiales son susceptibles de ser explotados industrialmente; en el caso de las arcillas únicamente cuando son ocráceas.

El Cretácico está integrado por una sucesión de tramos margosos, calcomargosos, y dolomítico—calcáreo. Estos tramos tienen una gran potencia que llega a ser superior a los 100 m en el dolomítico—calcáreo, que a su vez es el que mayor interés industrial tiene por las favorables condiciones que reúnen los afloramientos.

2.3.2.— TERCIARIO

PALEOZOICO

El Paleógeno inferior está constituido por una formación margosa muy potente, la cual intercala un paquete de yesos masivos de gran espesor, rematada en la parte superior por unos niveles calizos delgados. De todos estos materiales los únicos que revisten un gran interés industrial son los yesos.

El Paleógeno superior está integrado por una sucesión alternante de conglomerados con cantos de cuarcita y caliza y cemento calizo, areniscas marrones y arcillas. Las areniscas y arcillas presentan condiciones para ser explotadas industrialmente, aunque no demasiado favorables.

NEOGENO

Está integrado por una amplia gama de materiales, como son areniscas, margas, arcillas, calizas, yesos y ocre. Todos ellos revisten interés industrial, pero primordialmente las calizas y arcillas las cuales han sido explotadas profusamente.

2.3.3.— CUATERNARIO

Los materiales existentes corresponden en su totalidad al Cuaternario moderno, y son depósitos aluviales, eluviales y terrazas fluviales. Fundamentalmente están consti-

túdos por gravas y arenas, con gran interés industrial pero escasas reservas.

2.4.— SERIE IGNEA

Todos los materiales de esta serie son de origen volcánico, estando localizados todos los afloramientos en el ángulo noroeste de la Hoja.

2.4.1.— ROCAS VOLCANICAS

ANDESITAS

Son rocas con una pasta de color verde oscuro, y numerosos cristales de substancia clorítica, ortosa, hojuelas de mica negra, granates y algunos cristales de cuarzo, teniendo un aspecto general granudo o microcristalino.

Estas rocas no han sido explotadas industrialmente pero reúnen condiciones muy apropiadas para serlo.

3.— YACIMIENTOS

3.1.— PANORAMICA DEL SECTOR

La hoja 1:200.000 de Sigüenza es asiento de un considerable número de yacimientos, aunque el de los explotados no alcanza una cifra elevada. En total se han inventariado 391 yacimientos de los que 58 están en explotación activa, 158 abandonados o parados y 175 sin ningún frente de explotación abierto. Se distribuyen de manera irregular por una buena parte de la Hoja, existiendo extensas zonas desprovistas de masas aprovechables y otras de bastante concentración.

Las industrias con mayor auge dentro de la Hoja corresponden a las industrias de Diversas, Aridos y Aglomerantes quedando, a gran distancia las restantes. En la de Diversas ocupan un lugar destacado los aditivos. Sus explotaciones se extienden tanto a los materiales calcáreos como a los granulares, encontrándose un corto número de ellos pero con una clara tendencia a incrementar la producción. Dentro de los Aridos ocupan un ventajoso lugar los áridos naturales (grava y arena). Sus explotaciones se extienden por toda la zona siguiendo arterias fluviales más importantes, alcanzando el volumen de producción más elevado entre los diversos tipos de materiales prospectados, siendo de prever un apreciable aumento del mismo, dadas las considerables reservas existentes y la actual creciente demanda del producto. Por el contrario, las explotaciones de áridos de trituración no parece que vayan a incrementar sensiblemente su producción a pesar de existir numerosos yacimientos explotados y por explotar. En la de Aglomerantes los yacimientos explotados no son numerosos (6) pero la producción es elevada en materiales

para cementos y derivados siendo de prever un crecimiento en la misma, aunque no tan apreciable como en los yesos cuyas reservas son muy grandes y de inmejorable calidad.

La industria de Productos Cerámicos comprende un buen número de explotaciones. La producción para lozas y porcelanas parece que tiene tendencia a ser incrementada por mejora de alguna instalación de tratamiento, pero en ladrillería no parece que vaya a tener lugar variación sensible dado el alejamiento que existe entre las explotaciones y los principales centros de consumo.

En la industria de Rocas de Construcción la única explotación que alcanza un nivel de producción considerable es la utilizada para obtener piedras de construcción, existiendo un considerable número de yacimientos areniscosos que podían ponerse en explotación. Las tres explotaciones utilizadas para rocas ornamentales tienen un nivel de producción muy bajo y no parece que vaya a evolucionar favorablemente su marcha.

En los apartados que siguen y dentro de este capítulo, se hará una ordenada exposición de los yacimientos prospectados en la Hoja, por tipos de materiales.

3.2.— CALIZAS

Dentro de estos materiales se han inventariado 188 yacimientos de los cuales 17 presentan explotaciones en activo, 74 tienen frentes abandonados o parados y los 97 restantes son masas calcáreas en las cuales no se han iniciado labores de extracción.

Desde el punto de vista litológico cubren una gran parte de la columna lito-estratigráfica de la región encontrándose yacimientos en el Muschelkalk, Liásico, Jurásico, Cretácico, Oligoceno y Mioceno respectivamente.

Al Muschelkalk pertenecen 26 yacimientos de los cuales 21 son en principio, apropiados para obtener primordialmente áridos de trituración, 4 piedras de construcción y 1 cales. Los 21 yacimientos para áridos de trituración se distribuyen por las hojas 1/50.000 de Arcos de Jalón, Maranchón, Molina de Aragón y Taravilla. El material está constituido por calizas dolomíticas en capas delgadas, muy fracturadas con buzamientos medios, en oca-

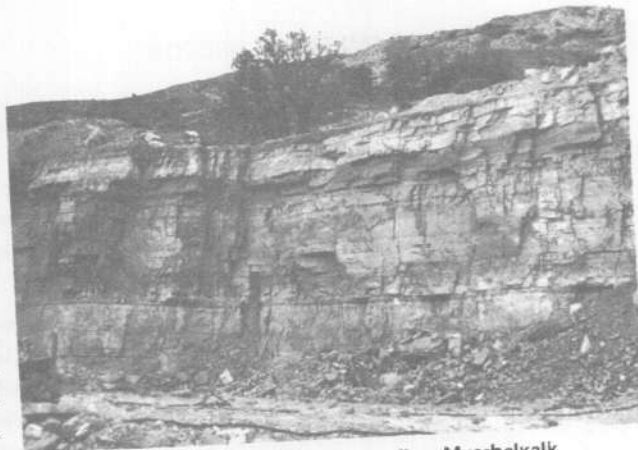
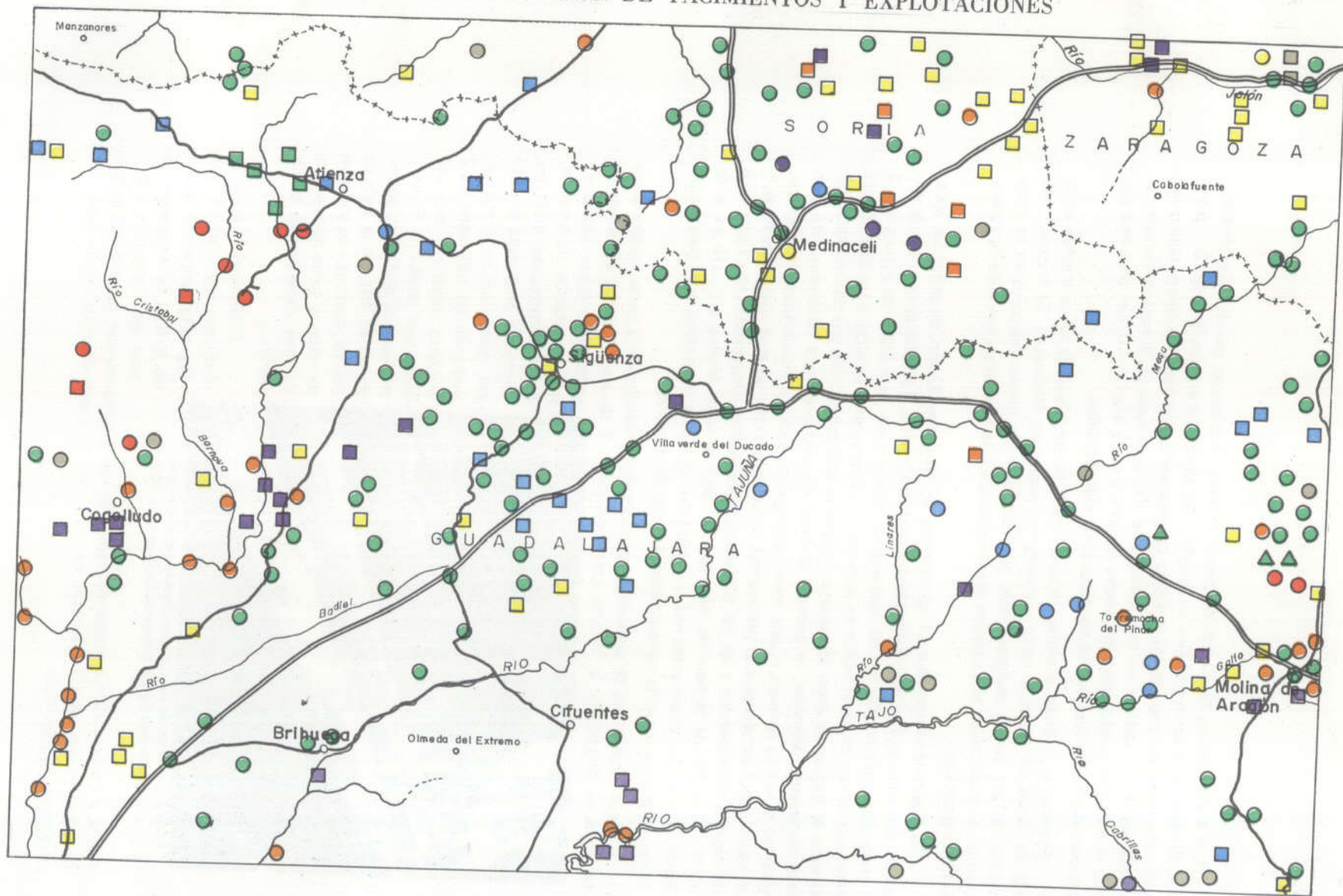


Foto 1.— Frente abandonado en calizas Muschelkalk
Cantera núm. 341.

siones grandes, y fácil arranque, de todos ellos únicamente se encuentran en actividad intermitente dos, seis se encuentran parados o abandonados y los 13 restantes corresponden a masas explotables. Entre todos ellos cabe destacar el 363 tanto por sus condiciones de explotabilidad como por su localización junto a la C.N—II, al norte de Lodares; otros yacimientos destacables por sus reservas son el 341 en la hoja de Maranchón, y el 49 en la de Taravilla aunque este último no tiene una buena localización geográfica.

ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES



- | | | | |
|------------|------------|-----------------|---------------------|
| ● Caliza | ■ Arcilla | ■ Cuarzo | ■ Zahorra |
| ■ Andesita | ● Ocre | ● Arenisca | ● Arena Caolinífera |
| ▲ Baritina | ■ Yeso | ■ Arena | ■ Arena Silíceas |
| ● Marga | ● Cuarcita | ● Grava y Arena | |

Los 4 yacimientos de piedras de construcción se distribuyen por las hojas de Barahona, Alhama, Maranchón y Molina de Aragón; dos de ellos presentan frentes de explotación abandonados, uno activo, y el otro corresponde a una masa sin frente de explotación. Entre todos ellos cabe destacar el 27, localizado en la hoja de Alhama, a corta distancia de la población del mismo nombre y junto a la C.N-II, con unas reservas muy considerables y unas buenas condiciones de explotabilidad.

Finalmente la única explotación destinada a la obtención de cal se localiza en la hoja de Arcos de Jalón, a corta distancia del núcleo de Medinaceli. El material está constituido por calizas margosas, con intercalaciones de niveles margosos en la parte superior; su explotación se encuentra abandonada, aunque las reservas son considerables y de fácil extracción.

Al Liásico corresponden 57 yacimientos de los cuales 52 son, en principio, apropiados para obtener fundamentalmente áridos de trituración, 4 piedras de construcción, y 1 rocas ornamentales. De los 52 yacimientos más idóneos para áridos de trituración, 3 presentan frentes de explotación en actividad, 24 frentes abandonados, y los 25 restantes carecen de frentes abiertos. El material integrante está constituido por dos tramos calcáreos claramente definidos; el primero de ellos son carniolas muy oquerosas, con gran cantidad de arcilla residual, el otro tramo corresponde a calizas dolomíticas claras y rojas, en capas muy fracturadas. Los yacimientos se distribuyen por un gran número de hojas, y los mejores corresponden a los del tramo calco-dolomítico destacando entre todos ellos el 11, 13 y 16, de la hoja de Ablanque, el 501 en la de Molina y el 319 en la de Maranchón. En los yacimientos restantes también existen un buen número de ellos importantes, pero en su mayoría corresponden al tramo de carniolas.

Los 4 yacimientos de piedras de construcción se distribuyen a partes iguales entre las hojas de Maranchón y Molina, correspondiendo 3 de ellos a masas sin frente de

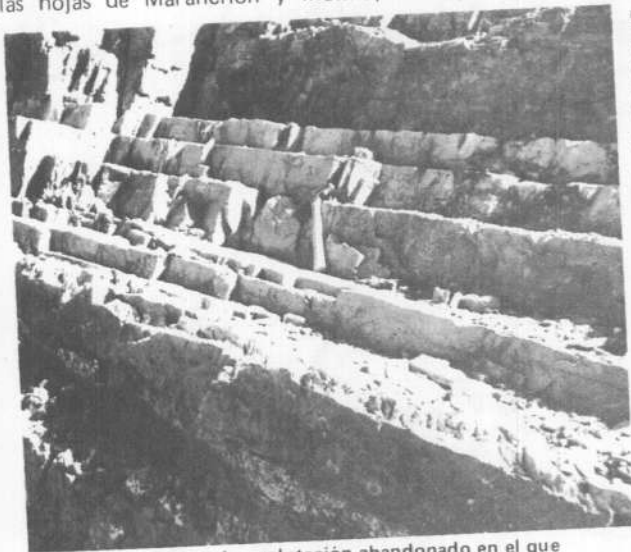


Foto 2.— Frente de explotación abandonado en el que alternan calizas y margas. Cantera núm. 307

explotación y los restantes a una explotación abandonada. Están constituidos por una formación alternante de calizas, margo-calizas y margas, pudiendo ser utilizados los 2 primeros materiales para obtener este producto. El yacimiento más destacado corresponde al 451, en la hoja de Molina, tanto por su volumen de reservas como por sus condiciones naturales de explotación.

Finalmente el único yacimiento inventariado para rocas ornamentales se localiza en la hoja de Ablanque, término de Renales, y corres-

ponde al número 12. La formación explotada está constituida por capas de caliza dolomítica gris claro, muy fracturadas, de 0,3-1 m, las cuales intercalan algún nivel rojizo igualmente aprovechable.

El Jurásico comprende 34 yacimientos de los cuales 31 parecen los más idóneos para obtener fundamentalmente áridos de trituración, 1 cementos y derivados y 1 cales. Los 31 yacimientos para áridos de trituración se distribuyen por las hojas de Atienza, Barahona, Sigüenza, Ledanca, Molina y Milmarcos, de los cuales 15 presentan frentes de explotación abandonados, y los 16 restante carecen de ellos. Dentro de este sistema Jurásico se engloban materiales del tramo superior y otros que litológicamente parecen liásicos pero que en los afloramientos respectivos no aparece claramente definida su posición estratigráfica. Los materiales integrantes de los mismos unas veces son carniolas, y otras calizas tableadas duras y muy fracturadas, y otros calizas compactas, duras, en capas potentes. En general son yacimientos con bastantes reservas pero con frentes naturales de explotación poco favorables para su explotación a gran escala.

El único yacimiento para cementos y derivados se localiza en la hoja y término de Maranchón. Está constituido por calizas compactas y duras, gris crema, en capas de 15–40 cm con planos de estratificación muy marcados. El acceso hasta el mismo es bueno, siendo sus reservas considerables presentando buenos frentes naturales de explotación.

Para obtener cal también se ha inventariado un solo yacimiento, localizado en la hoja y término de Sigüenza. Se ha explotado en muy pequeña escala y de forma totalmente manual. El afloramiento no es muy grande, aunque sí puede obtenerse un volumen considerable de este producto.

Al Cretácico pertenecen 43 yacimientos de los cuales 37 son, en principio, adecuados para obtener fundamentalmente áridos de trituración, 1 vidrio, 1 cementos, 3 rocas ornamentales, y 1 piedras de construcción. De los 37 yacimientos de áridos de trituración 11 corresponden a explotaciones abandonadas y 26 a materiales sin ningún frente de explotación abierto; el material integrante de estos yacimientos corresponde, en casi todos los casos, al tramo superior constituido por calizas marrones y grises, compactas, duras, en ocasiones brechoides, dispuestas en capas de gran potencia y masivas, alcanzando en ocasiones potencias totales superiores a los 100 m. En general son yacimientos con grandes reservas, sobre todo los que carecen de frente abierto, y entre ellos cabe destacar como más importantes el 33 en la hoja de Alhama, término de Jaraba; 55 y 57 en la de Taravilla, 8 en la hoja de Ablanque y 750 en la de Cifuentes. Sus reservas son muy grandes y con buenos frentes de explotación, aunque su localización geográfica no es muy favorable por estar bastante alejados de centros de consumo importantes.

Los 3 yacimientos inventariados para rocas ornamentales se localizan en la hoja de Zaorejas, término de Villanueva de Alcorón, estando 2 en producción y 1 abandonado. El material utilizado corresponde a unos niveles de caliza margosa, blanquecina, en capas de 5–15 cm, subhorizontales, con los planos de estratificación muy marcados, circunstancia que es aprovechada para su arranque. Los afloramientos son muy extensos, aunque la potencia útil es pequeña.

Para vidrio se ha inventariado 1 yacimiento localizado en la hoja de Ledanca, término de Algara. El material explotado está constituido por caliza blanquecina, compacta y algo detrítica, en capas de 0,6–1 m. Las reservas son considerables y son explotadas a buen ritmo.

Para cementos y derivados también se ha inventariado 1 solo yacimiento, sin frente abierto, localizado en la hoja de Ledanca, término de Algara. Está constituido por una formación de calizas, calizas margosas y margas, con gran volumen de reservas, aunque el acceso no es bueno.

Finalmente, para piedras de construcción solamente se ha inventariado 1 yacimiento localizado en la hoja de Ledanca, término de El Sotillo. El material explotado está integrado por una formación de calizas blancas y grisáceas, compactas, en capas de 0,6–1 m. Las reservas no son grandes y el frente de explotación está abandonado.

Al Oligoceno pertenecen solamente 2 yacimientos utilizados para cementos. Ambos se encuentran en la hoja de Jadraque, término de Fuencemillán, estando uno en explotación y el otro con el frente abandonado. La formación explotada está constituida por una sucesión de capas calcáreas y margosas de 0,4–1 m de potencia, siendo sus reservas pequeñas.

Al Mioceno pertenecen 28 yacimientos de los cuales 13 son, en principio, más adecuados para obtener fundamentalmente áridos de trituración, 3 cementos y derivados, 3 piedras de construcción, 3 cales y 6 aditivos.

De los 13 yacimientos inventariados para áridos de trituración, 3 presentan frentes de explotación en actividad, 2 abandonados y los 8 restantes aún no se han explotado. Están constituidos por calizas pontienses de color gris, marrón, oquerosas a veces, en capas de 0,3–0,7, horizontales. Morfológicamente dan lugar a los páramos de superficie muy plana, los cuales presentan frentes de explotación en las rupturas de pendiente a valles de ríos y arroyos. En general las reservas explotables no son muy grandes, destacando entre todas ellos el 391 y 392, en la hoja de Arcos de Jalón, y el 530 en la de Ledanca.

Los 3 yacimientos inventariados para cementos se distribuyen entre las hojas de Jadraque y Ledanca, encontrándose uno de ellos en explotación, otro abandonado, y el restante sin ningún frente de explotación. Están constituidos por una formación de caliza blanca, muy disgregable, en capas de 0,3–0,4 m, horizontales y de fácil arranque. El más importante de todos ellos corresponde al 423, en la hoja de Ledanca y aún no presenta labor alguna de extracción.

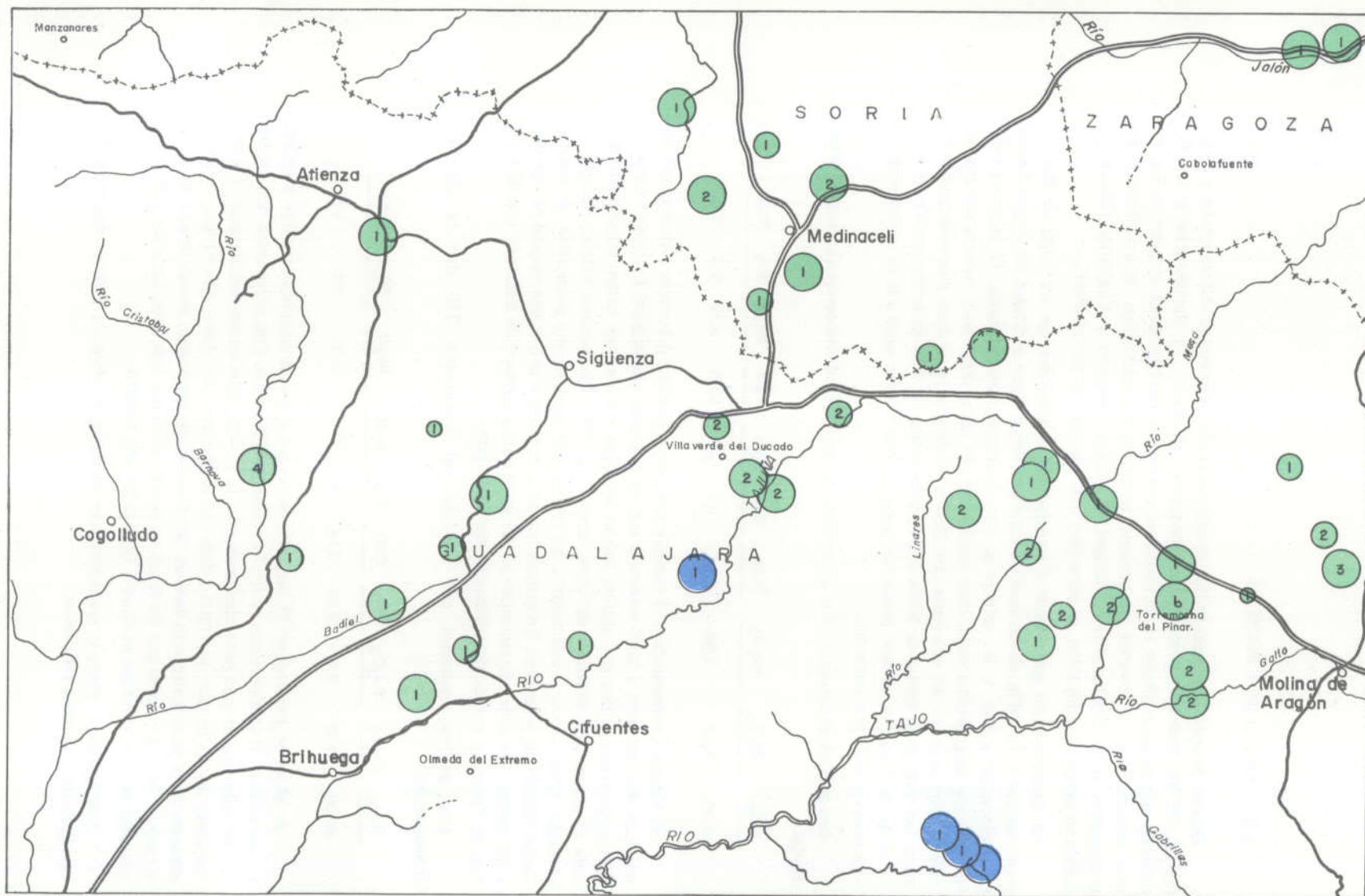
Los 3 yacimientos inventariados para piedras de construcción se encuentran localizados en la hoja de Ledanca, estando uno de ellos con el frente de explotación abandonado, y los otros 2 sin ningún frente de explotación. El material integrante está constituido por una formación de caliza margosa con alguna intercalación margosa, en capas horizontales. El único que presenta unas condiciones favorables de explotación es el 438, aunque no tiene ningún frente de explotación abierto.

Los 3 yacimientos inventariados para cales se distribuyen entre las hojas de Ledanca y Brihuega. Dos de ellos aún no han sido explotados, mientras que el otro presenta un frente de explotación abandonado. Están constituidos por una formación de caliza blanca, margosa y blanda, oscilando su potencia entre 8–10 m. El que reúne mejores condiciones de explotación es el 423 tanto por los frentes naturales de explotación que presenta como por el volumen de reservas que tiene.

Finalmente se han inventariado 6 yacimientos para aditivos, localizados todos ellos en la hoja de Arcos de Jalón, de los cuales 2 se encuentran en explotación, 3 abandonados y 1 aún no presenta ningún frente de explotación. El material integrante está constituido por una formación en la que alternan capas de 2–3 m, potencia total de 16–18 m. Industrialmente únicamente son aprovechables las capas blancas, las cuales son explotadas por el borde de las mesas a que dan lugar los afloramientos. Tanto por el volumen de reservas como por las condiciones de explotación que presentan, los yacimientos más importantes son el 355 y 357.

ROCAS DE CONSTRUCCION

ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS SEGUN UTILIZACION Y RESERVAS



UTILIZACION

MATERIALES

RESERVAS



Piedras de Construcción



Rocas Ornamentales

1 Caliza

2 Arenisca

3 Cuarcita

4 Yeso

○ Pequeña

○ Mediana

○ Grande

3.3.— ARCILLAS Y MARGAS

Dentro de este lito—tipo se han inventariado 55 yacimientos, 53 de arcilla y 2 de margas, de los cuales 11 presentan explotaciones en activo, 19 abandonados y los 25 restantes son masas arcillosas en las cuales no se han iniciado labores de extracción. Todos ellos corresponden a terrenos mesozoicos, terciarios y cuaternarios, encontrándose representados en el Buntsandstein, Keuper, Cretácico Mioceno y Cuaternario reciente; siendo su campo de aplicación, en principio, más adecuado el de ladrillería.

Al Buntsandstein pertenecen 4 yacimientos distribuidos por las hojas de Marañón, Molina y Taravilla, de los cuales 3 corresponden a masas arcillosas sin ningún frente de explotación activa, y la restante a una explotación abandonada. El material está formado por unas arcillas rojas, muy compactas, en capas potentes o masivos con alguna intercalación arenosa, en ocasiones con clastos de diversa naturaleza diseminados por la masa. Los más importantes de todos ellos corresponden al 476 en la hoja de Molina y al 53 en la de Taravilla, ambos presentan unos buenos frentes naturales de explotación y unas reservas muy considerables.

Los análisis efectuados en el yacimiento 52 dan la siguiente composición para estas arcillas:

<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>TiO₂</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>K₂O</u>	<u>Na₂O</u>	<u>SO₃</u>	<u>P.p.c.</u>
64,32	16,88	7,48	0,13	1,1	1,86	0,85	0,32	0,3	6,86

Al Keuper corresponden 14 yacimientos, de los cuales 3 presentan explotaciones en activo, 6 abandonadas, y las 5 restantes aún no han sido explotadas. La mayor parte de ellos están constituídos por arcillas rojizas en capas masivas que tienen diseminado por toda su masa gran cantidad de yeso, aparte de intercalar algunos niveles totalmente yesíferos; otras veces, 2 yacimientos, las arcillas son verdosas y la proporción de yeso es menor que en los anteriores. En general no son yacimientos con buena calidad de material y los mejores de ellos corresponden al 191 en la hoja y término de Sigüenza, y el 43 en la hoja de Taravilla, ambos integrados por arcilla verdosa.

Los análisis realizados con material del yacimiento 310 dan la siguiente composición:

<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>TiO₂</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>K₂O</u>	<u>Na₂O</u>	<u>SO₃</u>	<u>P.p.c.</u>
49,08	20,33	7,97	0,16	3,64	2,6	2,27	0,56	3,82	9,57

Al Mioceno pertenecen 31 yacimientos de los cuales 8 presentan frentes de explotación activos, 9 abandonados, y los 14 restantes aún no han sido explotados. Las arcillas son de color rojizo y se presentan en capas de 1—4 m, alternando con areniscas y arenas marrones de potencias similares, dada la regularidad de dicha alternancia nunca se encuentra un yacimiento con buenas condiciones de extracción siendo muy costoso su arranque. Se distribuyen por las hojas de Arcos, Alhama, Jadraque, Ledanca y Brihuega correspondiendo al núcleo principal, 12, a la hoja de Alhama.

Los análisis y ensayos realizados con muestras de diversos yacimientos miocenos han dado los siguientes resultados:

	Nº Yacimiento	364
Límites de Atterberg	Límite líquido	39,15
	Límite plástico	16,31
	Índice plástico	22,85
Presencia de sulfatos		NO
Clasificación U.S.C.S.		CL

GRANULOMETRIA

Nº Yacimiento	°/o que pasa tamiz núm.			
	4	10	40	200
364	99,87	99,29	99,2	98,53

De margas únicamente se han inventariado 2 yacimientos cuya explotación se encuentra abandonada. Uno de ellos se localiza en la hoja de Alhama y está constituido por unas margas miocenas, marrones y claras, de potencia 2 m, y una cobertera superior a los 8 m lo cual imposibilita su explotación. El otro pertenece a la hoja de Maranchón y está formado por margas liásicas, verde-amarillentas, siendo sus reservas muy pequeñas.

3.4.- ARENAS SILICEAS Y ARENAS CAOLINIFERAS

Dentro de este grupo se han inventariado 17 yacimientos albenses, de los cuales 3 corresponden a las arenas silíceas y 14 a las caoliníferas.

Los yacimientos de arenas silíceas se distribuyen entre las hojas de Barahona y Alhama, correspondiendo 1 a la primera y 2 a la segunda. Estas arenas son muy blancas y de tamaño medio comprendido entre 0,1-5 mm, teniendo además un pequeño porcentaje de caolín no explotable como tal. Uno de los yacimientos localizado en la hoja de Alhama, es empleado para la obtención de diversos productos y corresponde al que reúne mayores reservas y mejores condiciones de explotación; los otros 2 parecen más aptos para ser utilizados como áridos naturales, estando uno de ellos en actividad y el otro abandonado.

Los 14 yacimientos de arenas caoliníferas están constituidos por una fracción de caolín entre el 5-15°/o y la otra por arenas silíceas blancas, que a veces tienen algunos granos feldespáticos. Se distribuyen por muy diversos lugares de la Hoja, encontrándose en explotación 2, abandonados 4, y los 12 restantes aún no presentan ninguna labor de extracción. De entre todos ellos hay que destacar por su alto contenido en caolín y reservas el 72 en la hoja de Taravilla, y el 200 en la de Barahona.

Se han realizado análisis mineralógicos, por difracción de rayos X, en los yacimientos 481 y 539 dando los siguientes resultados:

Muestra 481

Cuarzo ($\text{SiO}_2 - \alpha$) en abundancia
 Caolinita
 Mica en pequeño porcentaje
 Clorita—Montmorillonita, indicios

Muestra 539

Cuarzo ($\text{SiO}_2 - \alpha$) en abundancia
 Feldespatos alcalinos
 Mica, en pequeña proporción
 Clorita—Montmorillonita, indicios

Con muestras del yacimiento 511 se han efectuado ensayos geotécnicos que han dado el siguiente resultado:

Límites	Límite líquido	16,29
de	Límite plástico	12,26
Atterberg	Índice plástico	4,03
Equivalente en arena		0,00
Presencia de sulfatos		SI
Clasificación U.S.C.S.		CL—ML

GRANULOMETRIA

°/o que pasa tamiz núm.				
	4	10	40	200
	99,64	98,18	77,16	52,6

3.5.— ARENA Y GRAVA Y ARENA

Dentro de este grupo se han inventariado 29 yacimientos de arenas y 33 de gravas y arenas, siendo utilizados todos ellos como áridos naturales.

De los 29 yacimientos de arenas 4 corresponden al Cuaternario y los otros 25 al Albense. Los materiales albenses están constituidos por arenas versicolores que llevan una fracción estimable de arcilla. De los 25 yacimientos existentes, 8 presentan explotaciones activas, 15 abandonadas, y 3 aún no han sido explotados, destacando entre todos ellos por su volumen de reservas el 403 y 398 en la hoja de Ledanca, y el 267 en



Foto 3.— Estación de arenas albenses en Torremocha del Campo. Cantera núm. 398.

la de Milmarcos, aunque este último tiene mala accesibilidad.

Los ensayos realizados con muestras del yacimiento 398 han dado el siguiente resultado:

Límite de Atterberg	Límite líquido	0
	Límite plástico	0
	Índice plástico	0
Equivalente de arena		82,19
Presencia de sulfatos		NO
Clasificación U.S.C.S.		SM

GRANULOMETRIA

°/o que pasa tamiz núm.

4	10	40	200
96,85	89,72	60,24	35,40

Los 4 yacimientos cuaternarios se distribuyen entre las hojas de Barahona, y Sigüenza, correspondiendo 3 a la primera y 1 a la otra. Estas arenas son depósitos aluviales de reservas bastante limitadas y naturaleza fundamentalmente silíceas. El más importante de todos ellos corresponde al 216, sin que ninguno presente explotación activa.

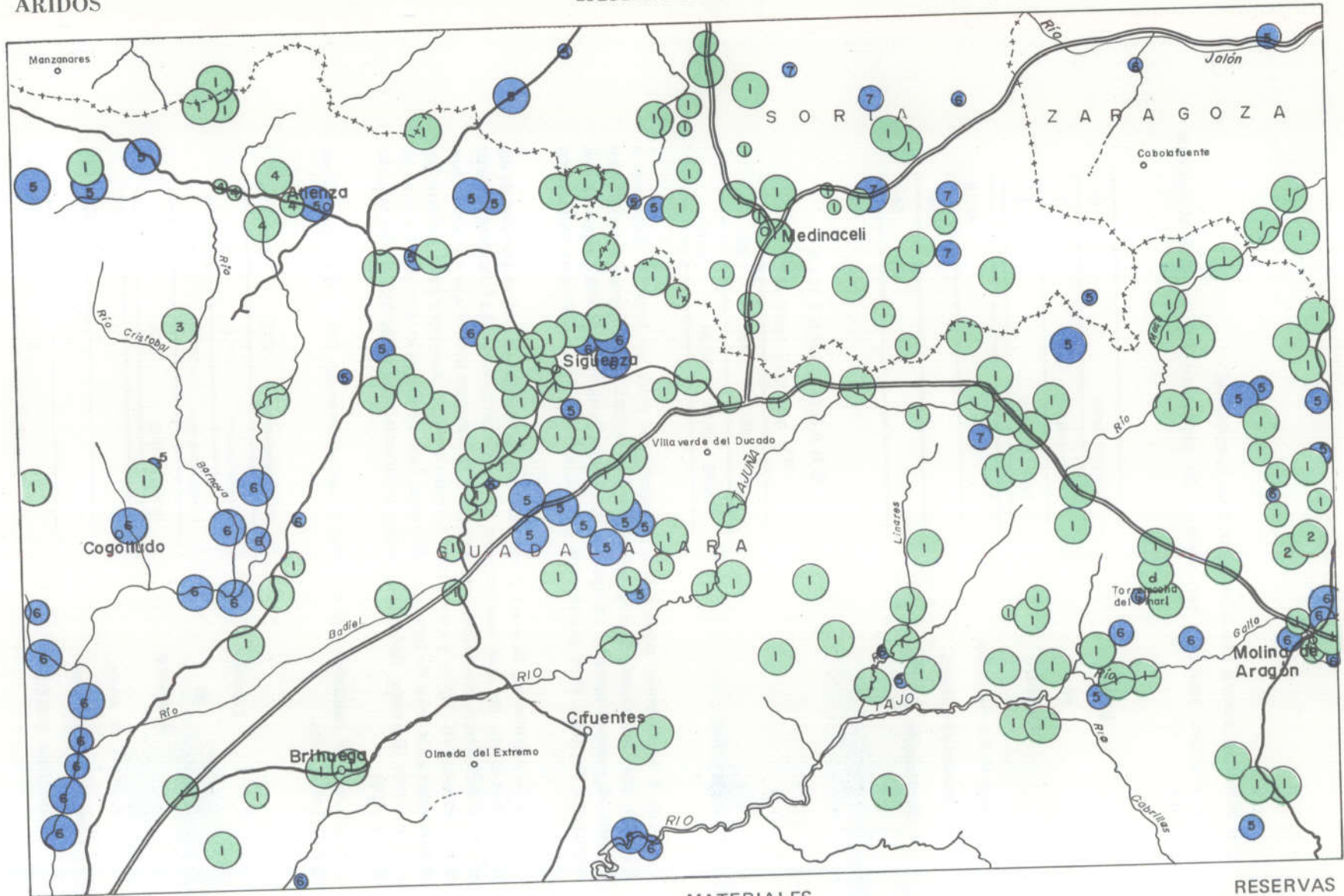
Los 33 yacimientos de grava y arena son, en su mayoría, depósitos aluviales de los ríos y demás cursos de agua que recorren la Hoja. Están constituidos fundamentalmente por gravas poligénicas, mayoritariamente cuarcíticas, con unos porcentajes de arena que oscilan entre el 10–25°/o y una menor fracción arcillosa. Los principales yacimientos corresponden a las hojas de Jadraque y Brihuega, localizándose a lo largo del Río Henares y sus afluentes (Bornoba, Cañamares, Sorbe) destacando entre todos ellos el 555, seguido del 554 y 546.

Los ensayos realizados con muestras de los yacimientos 372 y 580 han dado los siguientes resultados:

	Nº Yacimientos	372	580
Límite de Atterberg	Límite líquido	31,14	0
	Límite plástico	16,11	0
	Índice plástico	15,05	0
Equivalente de arena		—	29,29
Presencia de sulfatos		SI	NO
Clasificación U.S.C.S.		SI	SW

ARIDOS

ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS SEGUN SU UTILIZACION OPTIMA Y RESERVAS



UTILIZACION

- Aridos de Trituración
- Aridos Naturales

MATERIALES

- 1 Caliza
- 2 Cuarcita
- 3 Cuarzo
- 4 Andesita
- 5 Arena
- 6 Grava y Arena
- 7 Zahorra

RESERVAS

- Pequeña
- Mediana
- Grande

GRANULOMETRIA

% que pasa tamiz núm.

Nº Yacimiento	4	10	40	200
272	65,92	55,05	23,16	23,12
580	97,41	96,13	40,35	2,25

3.6.— CUARCITAS Y CUARZO

Dentro de este grupo litológico se han inventariado 11 yacimientos, de los cuales 9 corresponden a cuarcita y 1 a cuarzo.

Los 9 yacimientos cuarcíticos son todos ordovícicos y están constituidos por cuarcita blanca y rosada en capas de 1—1,5 m, muy fracturados y subverticales. Se distribuyen por las hojas de Atienza, Hiendelaencina, Jadraque y Molina, encontrándose 4 de ellos en explotación, 3 abandonados, y los 2 restantes sin ningún frente de explotación abierto. Los mejores yacimientos en razón de sus reservas y accesibilidad corresponden al 688 en la hoja de Molina y 621 en la de Atienza. El campo de aplicación industrial preferente corresponde a la industria de Diversas, bien sea para vidrio, fundente etc.

Los 2 yacimientos de cuarzo se localizan en la hoja de Hiendelaencina y ambos presentan frentes de explotación abandonados. El cuarzo se presenta en dique de 1,5—2 m, de color blanco y lechoso, correspondiendo uno de ellos al Precámbrico y el otro al Ordovícico.

3.7.— YESOS

Dentro de este grupo litológico se han inventariado 24 yacimientos de los cuales 5 corresponden a explotaciones activas y los 19 restantes presentan frentes abandonados. Estratigráficamente considerados corresponden a terrenos mesozoicos, terciarios y cuaternarios, encontrándose representados en el Keuper, Oligoceno, Mioceno y Cuaternario.

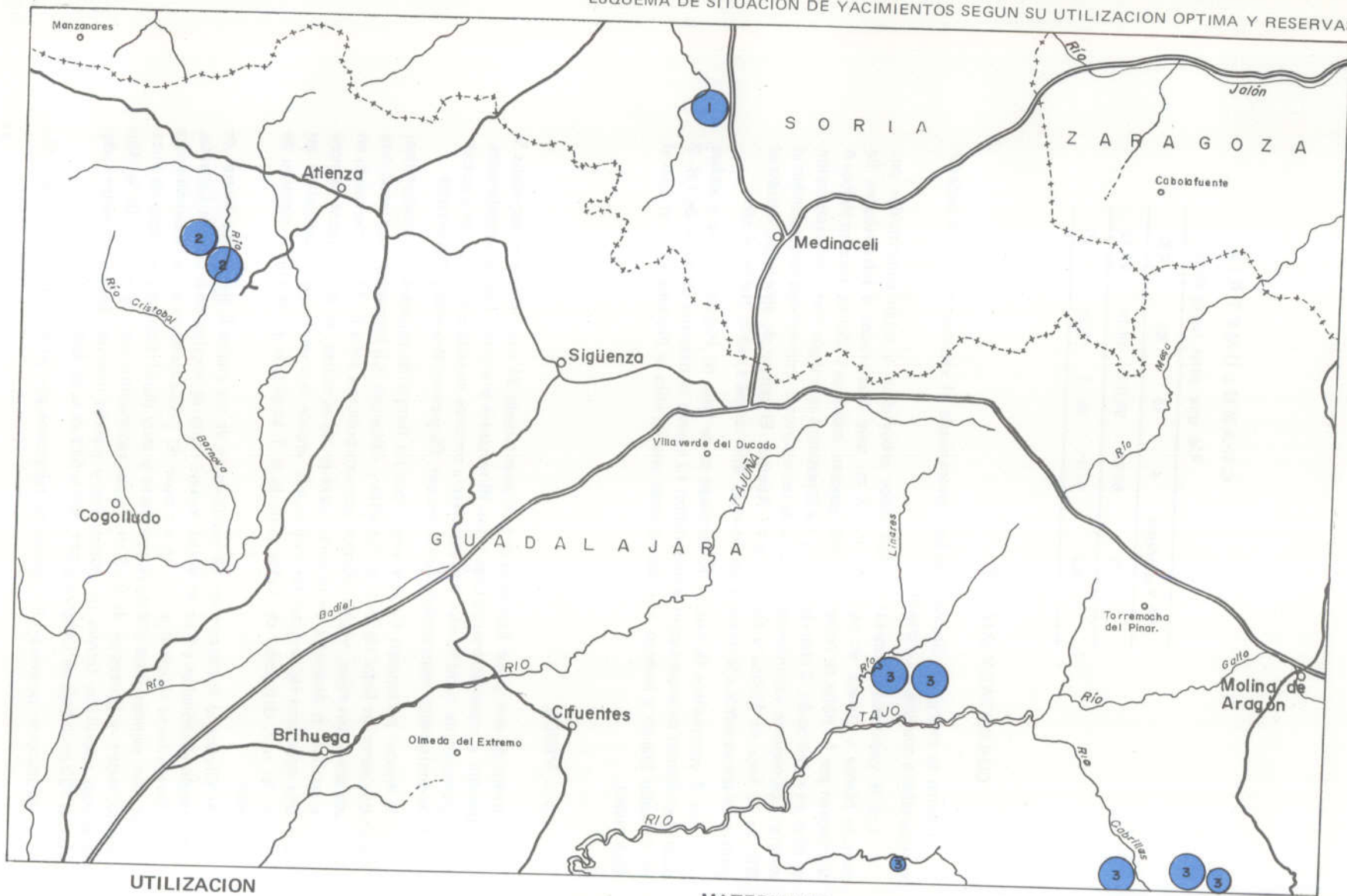
Al Keuper pertenecen 4 yacimientos, con los frentes de explotación abandonados, repartidos entre las hojas de Molina, Taravilla y Ablanque. La formación explotada está integrada por yesos rojos, negros, blancos, con una potencia entre 6—10 m, intercalada en la serie arcillosa o dispuesta en la parte superior de la misma, en ambos casos siempre tiene una cobertera de decenas de metros que impide la explotación industrial de los mismos. El más destacado de todos ellos es el 1 localizado en la hoja y término de Ablanque.

Al Oligoceno corresponden 14 yacimientos de los cuales 8 tienen los frentes de explotación abandonados y 6 en actividad, menos 1 que se localiza en la hoja de Ledanca, todos los demás se reparten por la de Jadraque. El yeso explotado es fundamentalmente blanco, con algunas vetas grisáceas, compacto y muy puro, dispuesto en capas de buzamiento medio y potencias de 2—3 m. Estos yacimientos son los mejores de la Hoja presentan magníficos frentes de explotación y grandes reservas, destacando entre todos ellos el 432 en la hoja de Ledanca y 541, 542 y 543 en la de Jadraque.

Al Mioceno pertenecen 5 yacimientos repartidos por las hojas de Arcos, Sigüenza y

VIDRIO

ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS SEGUN SU UTILIZACION OPTIMA Y RESERVAS



UTILIZACION



Vidrios

MATERIALES

- 1 Caliza
- 2 Cuarcita
- 3 Arena Caolinífera

RESERVAS

- Pequeña
- Mediana
- Grande

Brihuega, sin que ninguno de ellos esté en producción. El yeso es generalmente, blanco en capas de 1-2 que intercalan o alternan con otras arcillosas. Generalmente son yacimientos cuyas condiciones de explotabilidad son malas sin que quepa el pensar en una buena explotación industrial. Entre todos ellos cabe destacar el 150 en la hoja de Sigüenza.

Finalmente al Cuaternario corresponden 1 yacimiento constituido por yeso removilizado y depositado junto con arcillas en una zona depresiva. El material es de muy mala calidad y su explotación está abandonada.

3.8.— ARENISCAS

Dentro de este grupo se han inventariado 15 yacimientos, de los cuales 1 presenta frentes de explotación abandonados, careciendo los otros 14 de explotación alguna.

Todos los yacimientos corresponden al Buntsandstein estando integrados por areniscas silíceas rojizas en capas de 0,5-4 m las cuales alternan con arcillas rojizas de potencias similares. En general son yacimientos de fácil explotación con buenos frentes naturales, aunque casi siempre en superficie soportan una vegetación de pinos de gran valor y en otros casos una gran cobertera, siendo el campo de aplicación industrial preferente el de Rocas de Construcción. Los más importantes se localizan en la hoja de Ablanque y corresponden a los números 6 y 7 respectivamente.

3.9.— BARITINA Y OCRE

Dentro de este grupo se han inventariado 8 yacimientos, 4 de los cuales son de baritina y los otros 4 de ocre.

Los 4 yacimientos de baritina se localizan en la hoja de Molina y ninguno de ellos se encuentra en explotación. La baritina es de color blanco uniforme, sin tinciones o diferenciación de otro tipo en su masa, se presenta en forma de diques subverticales de potencia máxima 3 m. Los yacimientos principales corresponden a los números 471 y 473, la potencia del dique es de unos 3 m, pero la extracción del material no ofrece condiciones favorables para su realización.

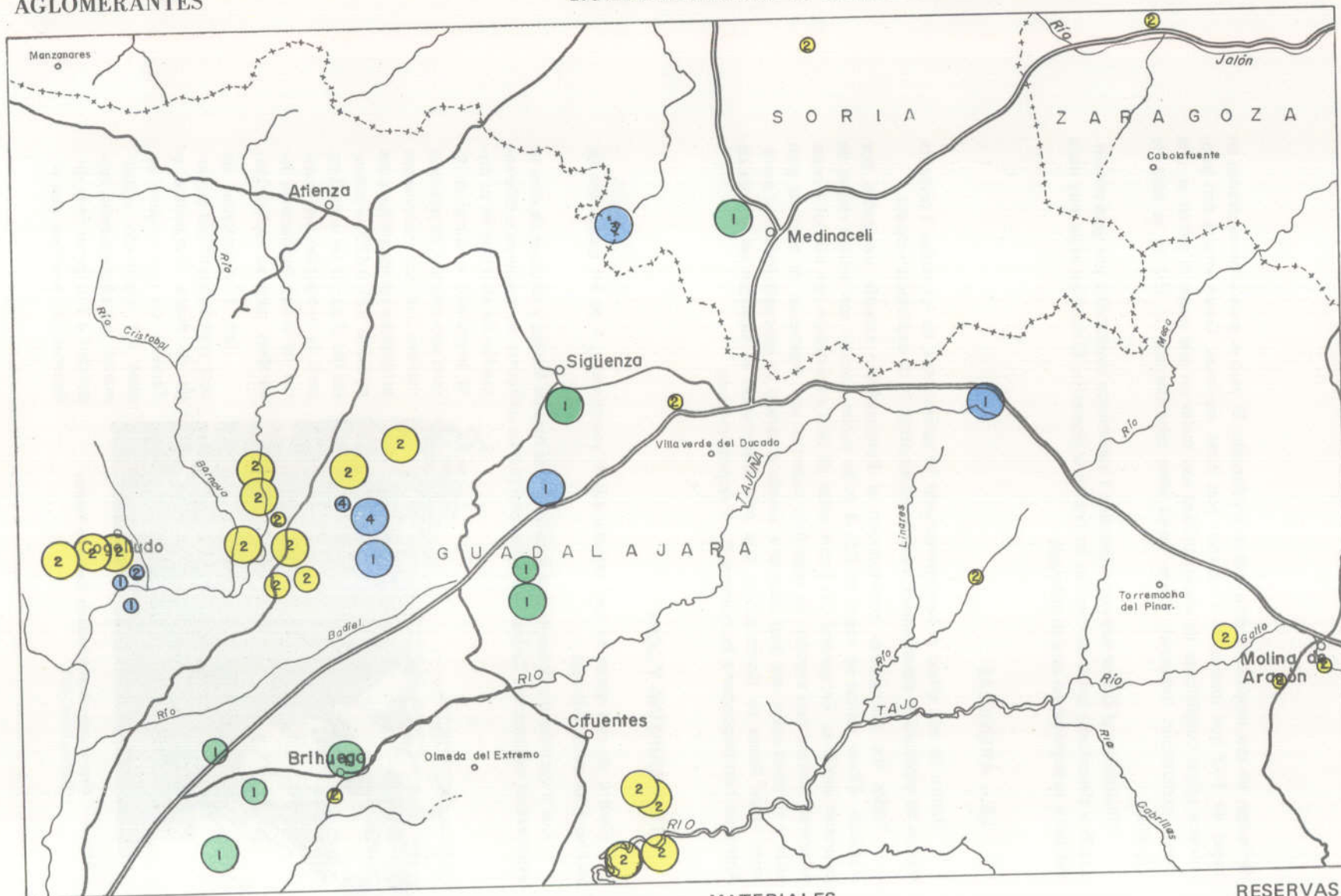


Foto 4.— Explotación abandonada de Barita en Pardos Cantera núm. 471.

Los 4 yacimientos de ocre se distribuyen por las hojas de Arcos, Maranchón y Taravilla sin que ninguno de ellos sea explotado actualmente: sus afloramientos responden a 2 orígenes muy diferentes, así tenemos que el

AGLOMERANTES

ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS SEGUN SU UTILIZACION OPTIMA Y RESERVAS



UTILIZACION

	Cementos y Derivados
	Cales
	Yesos

MATERIALES

1 Caliza	3 Arena
2 Yeso	4 Arcilla

RESERVAS

	Pequeña
	Mediana
	Grande

de Taravilla corresponde a una capa sedimentaria albense de arcilla fuertemente impregnada y teñida de óxidos de hierro, mientras que las otras 3 son mineralizaciones de hierro encajadas en formaciones terciarias. Ninguno de ellos puede considerarse como importante siendo el más destacado el 321 en la hoja de Maranchón.



Foto 5.— Explotación abandonada de ocre en capas arcillo-arenosas paleógenas. Cantera núm. 321

Los análisis y ensayos efectuados con muestras de los yacimientos 61 y 321 han dado los siguientes resultados:

Nº Yacimiento	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	SO ₃	P.p.c.
61	45,68	28,63	15,01	—	0,32	0,22	2,58	0,68	0,42	6,46
321	14,3	4,78	68,2	Indicios	0,7	0,04	0,39	0,22	—	11,01

	Nº Yacimiento	321
Límites de Atterberg	Límite líquido	28,38
	Límite plástico	15,38
	Índice plástico	12,99
Presencia de sulfatos		SI
Clasificación U.S.C.S.		SC

GRANULOMETRÍA

Nº Yacimiento	% que pasa tamiz núm.			
	4	10	40	200
321	82,8	68,2	39,43	20,31

3.10.— ANDESITA Y ZAHORRA

Dentro de este grupo se han inventariado 11 yacimientos, de los cuales 6 corresponden a zahorra y 5 a andesitas.

Los 5 yacimientos de andesita se localizan en la hoja de Atienza, sin que ninguno de ellos presente frentes de explotación abiertos. La andesita se presenta como una roca de gran dureza, color verde, con cristales de diversa naturaleza en su masa, y aspecto granudo o microcristalino; sus afloramientos dan lugar a cerros cupuliformes de muy pequeñas o muy grandes dimensiones. El campo de aplicación industrial preferente parece ser el de áridos, correspondiendo los mejores yacimientos, tanto por su gran volumen de reservas como su explotabilidad, a 653 seguido del 650.

Finalmente de zahorra se han inventariado 6 yacimientos, distribuidos entre las hojas de Maranchón y Arcos de Jalón, de los que 3 no han sido explotados, y 3 presentan frentes abandonados. Genéticamente responden a dos tipos, uno de ellos está constituido por las formaciones miocenas integrados por una sucesión de niveles arcillosos, arenosos y conglomeráticos, y el otro por los depósitos coluviales de gravas, arenas y arcillas de diversa naturaleza. Al primer tipo pertenecen 2 yacimientos, localizados en la hoja de Arcos y uno de ellos, 359, constituye el yacimiento más importante de los inventariados; correspondiendo los 4 restantes a depósitos de pequeñas o medianas reservas.

Los ensayos realizados con material del yacimiento 334 han dado el siguiente resultado:

Límite de Atterberg	Límite líquido	21,14
	Límite plástico	15,4
	Índice plástico	12,99
Presencia de sulfatos		SI
Clasificación U.S.C.S.		SM-SC

GRANULOMETRIA

°/o que pasa tamiz núm.				
	4	10	40	200
	54,11	43,54	29,27	14,44

4.- PRODUCCION DE ROCAS INDUSTRIALES

El número de explotaciones activas de rocas industriales, en la presente Hoja se eleva a 58, de las cuales 17 corresponden a caliza, 10 a arena, 9 a grava y arena, 3 a cuarcita, 1 a zahorra, 1 a cuarzo, 6 a yeso y 11 a arcillas. Sin embargo sucede que en algunas de estas explotaciones se obtienen materiales destinados a más de una aplicación industrial, o bien son rocas integradas por materiales sin ninguna analogía mecánica o química por lo que cada componente integrante sólo es adecuado para la obtención de un producto industrial (arenas caoliníferas etc), esta circunstancia ha determinado que en el cuadro general de producciones figuren 66 explotaciones en vez de los 58 yacimientos en explotación activa, reseñados anteriormente.

El mayor volumen de la producción, globalmente considerada, corresponde a los áridos naturales y de trituración, con un 58 por ciento del total producido. A continuación figuran cementos y derivados, y piedras de construcción con un 16 y 12 por ciento respectivamente, a estos les siguen el resto de los productos obtenidos, con valores que no llegan al 5 por ciento en ningún caso, siendo el mayor el de yesos con un 4,3 por ciento, y el menor el de fundentes con el 0,02, figurando los restantes con valores comprendidos entre ambos.

La distribución e importancia de los centros productores de materiales para las industrias de Diversas, vidrio, y productos de loza y porcelana, rocas ornamentales y yesos, reponde primordialmente a la localización de los yacimientos explotables, en tanto que la de Aridos, cementos y derivados, piedras de construcción y ladrillería obedece fundamentalmente a la localización de los centros de consumo (temporales o permanentes).

A continuación se exponen, en forma de cuadros, los datos de producción de los diversos productos por industria y, dentro de ellos, por naturaleza del material explotado.

4.1.— ROCAS DE CONSTRUCCION

Las explotaciones que abastecen esta industria comprenden únicamente materiales calcáreos. Se han inventariado 5 explotaciones de las cuales 3 producen rocas ornamentales y las 2 restantes piedras de construcción.

4.1.1.— PIEDRAS DE CONSTRUCCION

Las 2 explotaciones utilizadas para obtener este producto corresponden a los números 27 y 501, estando localizadas en las hojas de Alhama de Aragón y Molina de Aragón respectivamente.

La primera de ellas (27) está constituida por una potente formación de caliza Muschelkalk, compacta, en capas alternativamente potentes y delgadas, fracturadas espaciadamente, y con un fuerte buzamiento. Morfológicamente da lugar a un cerro alargado de gran altura y pendiente, cuya ladera occidental carece de suelo vegetal constituyendo un magnífico frente natural, circunstancia que unida al fuerte buzamiento ha sido aprovechada por abrir el frente de explotación y realizar el arranque aprovechando la pendiente de los estratos y por descalce de los mimos. La amplia red de fracturas que las secciona permite obtener bloques de gran tamaño, utilizadas para escolleras de presas y muros de gran potencia, siendo considerable el volumen de producción obtenido.

	CALIZA	TOTAL
Núm. de Instalaciones	2	2
Núm. de los Yacimientos	27,501	—
Núm. de Empleados	3	3
Volumen de la Producción (Tm) .	92.000	92.000
Valor de la Producción (Pts)	5.100.000	5.100.000

La otra explotación aprovecha una formación caliza del Liásico, en capas de 25—50 cm, duras y compactas, subhorizontales con una potencia total de unos 8 m. Morfológicamente constituye un páramo por uno de cuyos bordes se realiza la extracción, aprovechando la ruptura de pendiente del mismo. El arranque de material es intermitente y manual, alcanzando una producción pequeña destinada a la obtención de bloques de sillería y bordillos, aunque las reservas sí son grandes.

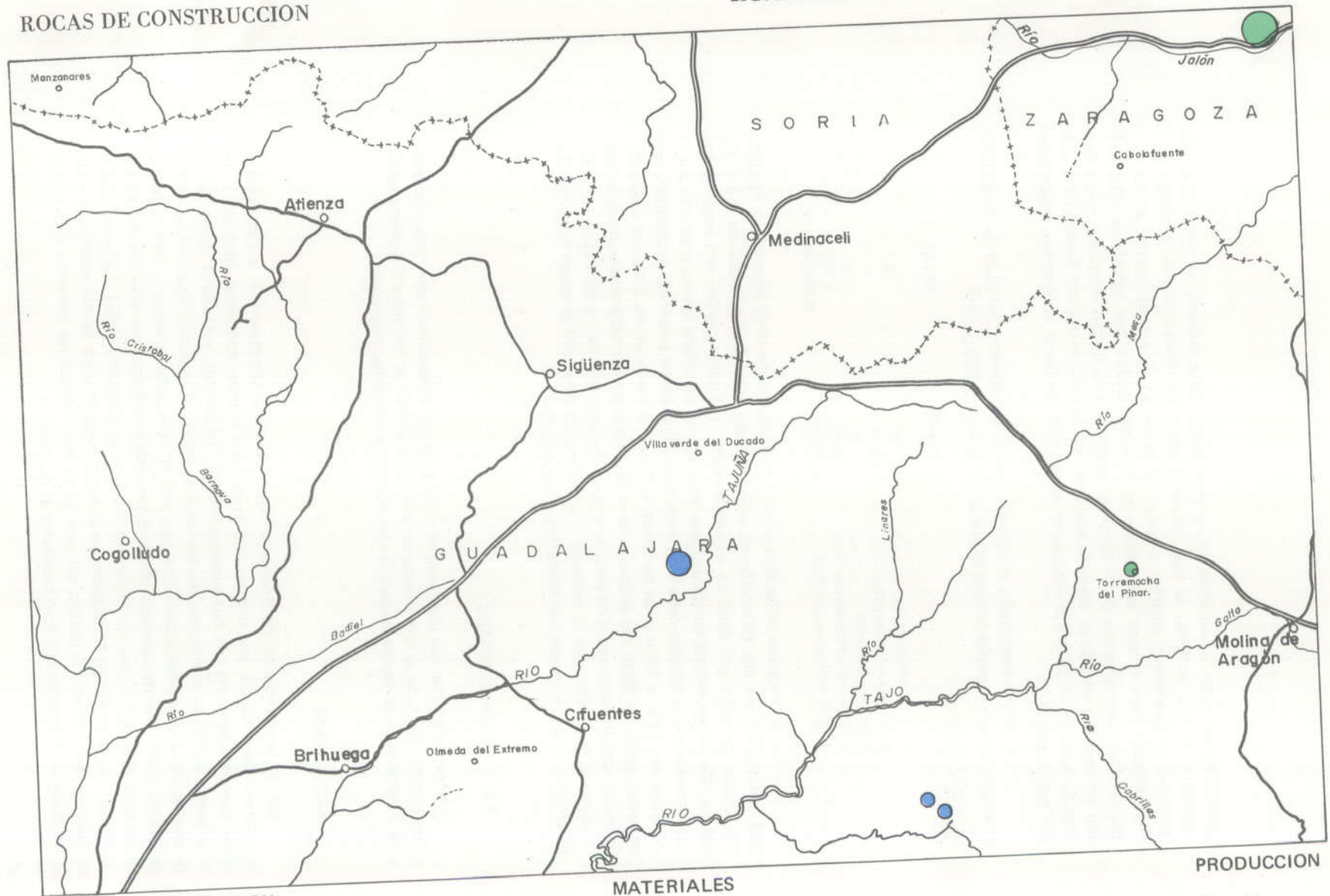
4.1.2.— ROCAS ORNAMENTALES

De los 3 yacimientos aprovechados para obtener rocas industriales 2 se localizan en la hoja de Zaorejas y 1 en la de Ablanque.

Los 2 yacimientos de Zaorejas tienen características idénticas. Explotan una formación cretácica constituida por calizas margosas blanquecinas, en capas delgadas, 10—15 cm, con los planos de estratificación muy marcadas y abiertas y subhorizontales. Morfoló-

ROCAS DE CONSTRUCCION

ESQUEMA DE EXPLOTACIONES SEGUN UTILIZACION Y PRODUCCION



- UTILIZACION**
- Piedras de Construcción
 - Rocas Ornamentales

MATERIALES

Caliza

- PRODUCCION**
- Pequeña
 - Mediana
 - Grande

gicamente dan lugar a una superficie prácticamente llana, cubierta de pinares con valor industrial, y muy extensa, la cual presenta numerosos frentecillos de explotación. El arranque es totalmente normal, a favor de los planos de estratificación, así como su manipulación para lo cual aprovechan su fósil disyunción por superficies totalmente planas obteniendo planchas de 5–10 cm de espesor con los bordes irregulares, que a veces son encuadrados en talleres. Dada la dificultad de abrir un frente con fondo amplio, por impedimento de los pinos, se encuentran numerosos frentes de explotación diseminados por toda la superficie.

Al no estar mecanizado el arranque ni el tratamiento posterior la producción alcanzada es muy pequeña, siendo su precio de venta de 1.000 pts/m³.

	CALIZA	TOTAL
Núm. de Instalaciones	3	3
Núm. de los Yacimientos.....	59,12,60	—
Núm. de Empleados	6	6
Volumen de la Producción (Tm)	6,450	6,450
Valor de la Producción (Pts)	2.100.000	2.100.000

La otra explotación se localiza junto a la carretera que va de Abanades a Renales y está constituida por una formación de caliza básica, compacta, en capas de 0,3–1 m, fracturadas, de color gris claro en su mayor parte, y algunas rojizas, con buzamientos medios. Morfológicamente constituye una mesa con la superficie apenas ondulada por lo que el frente de explotación debe ir en excavación. El material arrancado es utilizado, una vez triturado, para la fabricación de terrazos. Para ello explotan, en 2 frentes separados, las calizas grises y rojizas. Las calizas grises es fácil seguirlas por todo el afloramiento pero las rojizas constituyen niveles de poca potencia cuyo seguimiento y explotación es difícil. El volumen de producción es pequeño y la instalación existente tampoco tiene grandes dimensiones, aunque las reservas existentes sí son grandes.

4.2.— AGLOMERANTES

Las explotaciones que abastecen esta industria corresponden a yacimientos de yeso, caliza y arenas. En total se han inventariado 9 explotaciones de las cuales 6 producen yeso y las 3 restantes están destinadas para la elaboración de cementos y derivados.

4.2.1.— YESOS

Las 6 explotaciones destinadas a esta industria corresponden a yacimientos oligocenos, constituidos por una formación de yeso blanco, compacto, muy puro, en capas masivas y potentes con buzamientos medios. La potencia total de la formación es muy grande así como el volumen de reservas disponible, en conjunto. El principal núcleo de producción corresponde a las 4 explotaciones de la hoja de Jadraque, y 1 de Ledanca, ya que en la de Cifuentes apenas sí tiene importancia el volumen extraído. De todas ellas únicamente disponen de una instalación de tratamiento adecuada la 432 (Ledanca) y 522 (Jadraque) en el resto las instalaciones son rudimentarias y no puede alcanzarse gran producción. Sin embargo la calidad del yeso y volumen de reservas permiten el montaje de instalaciones modernas con gran capacidad de producción.

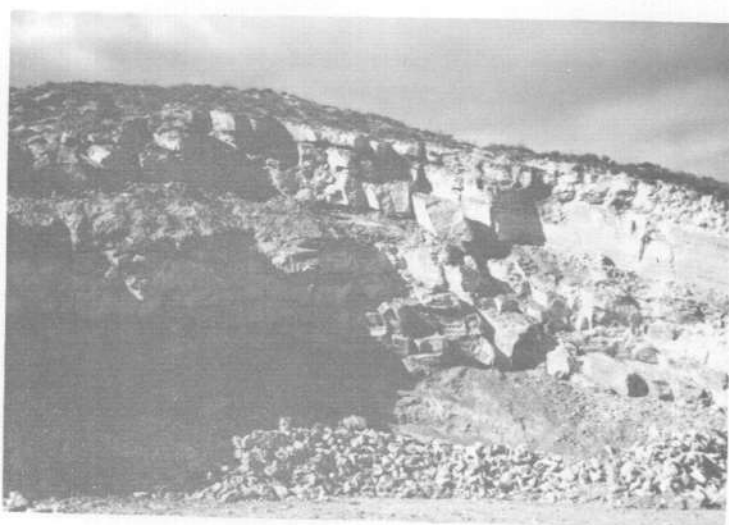


Foto 6.— Explotación de yeso blanco oligoceno, en Cendejas de la Torre. Cantera núm. 432.

	YESOS	TOTAL
Núm. de Instalaciones	6	6
Núm. de los Yacimientos.....	755,543,541	—
Núm. de Empleados	21	21
Volumen de Producción (Tm) .	33.050	33.050
Valor de la Producción (Pts)	16.247.000	16.247.000

4.2.2.— CEMENTOS Y DERIVADOS

De las 3 explotaciones utilizadas para obtener este producto 2 corresponden a caliza y 1 a arenas caoliníferas.

Los 2 yacimientos de calizas se localizan en las hojas de Ledanca y Jadraque respectivamente. El primero de ellos está constituido por una formación de calizas miocenas, algo margosas, blanquecinas, en capas de unos 2 m, subhorizontales, con una potencia total de 25—30 m. Morfológicamente forma parte de un páramo con una superficie apenas ondulada, lo que no ha permitido su explotación más que en profundidad sin explanación con salida natural. Las reservas son grandes, así como la producción siendo destinada íntegramente a la elaboración de cemento blanco.

	CALIZA	ARENA	TOTAL
Núm. de Instalaciones	2	1	3
Núm. de los Yacimientos.....	437-549	200	—
Núm. de Empleados	7	4	11
Volumen de Producción (Tm)	105.000	12.000	117.000
Valor de la Producción (Pts).	8.600.000	4.600.000	13.200.000

El otro yacimiento calizo de Jadraque está constituido por una potente formación

margosa oligocena que intercala algunos niveles calizos de 96—48 m, con buzamientos medios. Dada la disposición de estos materiales y su potencia relativa, el coeficiente de aprovechamiento es muy bajo y en consecuencia no es muy viable su explotación por lo que se piensa en su abandono en fecha cercana.

Finalmente en la hoja de Barahona se localiza una explotación de arenas caoliníferas albenses. La formación explotada está constituída por una alternancia de capas arcillosas y arenosas, teniendo estas últimas potencias de 1—1,5 m con una fracción de arena silíceas del 60 por ciento, y de caolín el 40 por ciento restante. La fracción arenosa es empleada en su totalidad para la fabricación de cemento blanco, siendo el volumen de producción considerable así como sus reservas.

4.3.— ARIDOS

Los yacimientos explotados para abastecer esta industria están formados indistintamente por materiales rocosos calcáreos y depósitos granulares (grava y arena). Este grupo es el más numeroso de la Hoja con 25 explotaciones, de las cuales 8 son de caliza y las 17 restantes de materiales granulares.

4.3.1.— ARIDOS NATURALES

De los 17 yacimientos de áridos naturales 6 corresponden a arenas, 9 a gravas y arenas, 1 a zahorra y 1 a arena silícea.

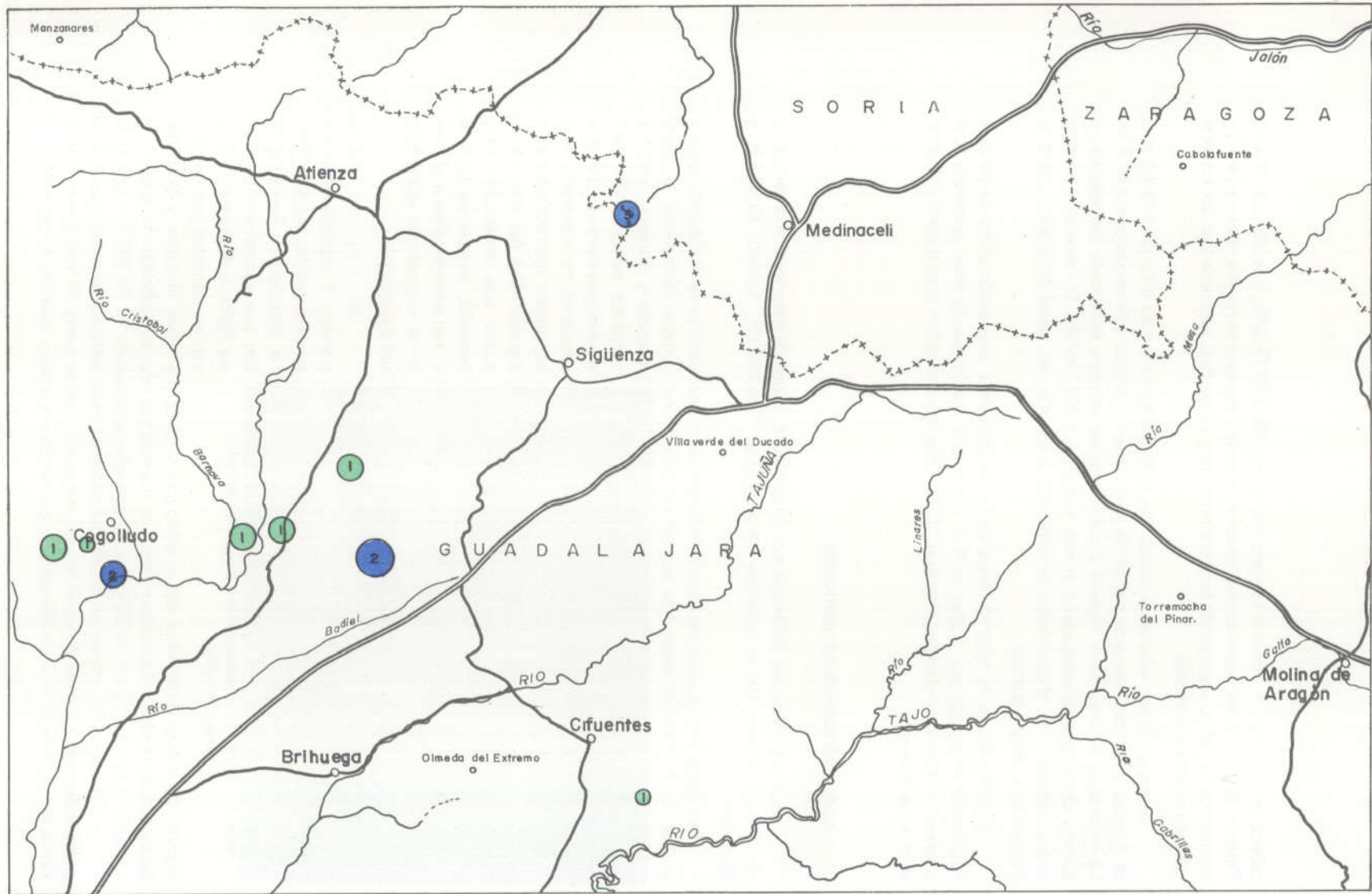
Las 6 explotaciones de arena corresponden a sendos yacimientos de arenas albenses amarillentas, con una fracción arcillosa estimable, localizadas en la hoja de Ledanca. Las reservas en el 398, 403, 412 y 413 son grandes, siendo todos ellos propiedad del ayuntamiento de Torremocha del Campo el cual no los explota directamente, sino que cobra un canon por m³ extraído, con lo cual los explotadores cambian continuamente, sin aventurarse a montar una instalación moderna de tratamiento. La producción alcanzada no llega a ser grande, ni individual ni conjuntamente. Morfológicamente constituyen zonas llanas o depresivas en los mejores yacimientos, y laderas de pendientes medias en los restantes.

	ARENA	GRAVA Y ARENA	ZAHORA	ARENA SIL.	TOTAL
Núm. de Instalaciones	6	9	1	1	17
Núm. de los Yacimientos	430, 412 413, 404 403, 398	757, 580, 554 555, 560, 546 484, 465, 25	322	29	—
Núm. de Empleados	6	15	1	1	23
Volúmen de Producción (Tm)	30.750	235.100	1.500	1.000	268.350
Valor de la Producción (Pts)	995.000	23.717.000	40.000	300.000	25.052.000

Los 9 yacimientos de gravas y arenas corresponden a depósitos aluviales de los principales ríos, y otros cursos de menor importancia. Los mejores yacimientos se localizan a lo largo del río Henares en la hoja de Brihuega, del río Sorbe en la de Jadraque y río Tajo en la de Cifuentes, estando constituídas por gravas poligénicas 85 por ciento, arenas 10 por ciento y finos arcillosos 5 por ciento. Entre todas estas explotaciones hay que destacar las que se encuentran en el río Henares, las cuales cuentan con unas buenas instalaciones de tratamiento, alcanzando un gran volumen de producción, figurando a la

AGLOMERANTES

ESQUEMA DE EXPLOTACIONES SEGUN UTILIZACION Y PRODUCCION



UTILIZACION

- Yesos
- Cementos y Derivados

MATERIALES

- 1 Yeso
- 2 Caliza
- 3 Arena Caolínífera

PRODUCCION

- Pequeña
- Mediana
- Grande

cabeza de todas ellas la 555 con una producción de 100.000 Tm/año, y la 554 con 70.000 Tm/año. El resto de las explotaciones disponen sólo de instalaciones rudimentarias o carecen totalmente de ellas, alcanzando producciones muy pequeñas, aparte de que las reservas también son muy limitadas.

De arena silíceas solamente existe una explotación en la hoja y término de Alhama de Aragón. Explotan una capa vetical de arena albense, blanca con una potencia de 8 m. La extracción es totalmente manual y por galería subterránea, trabajando únicamente un obrero, con lo cual la producción es muy pequeña, 1.000 Tm/año. El material es de muy buena calidad y el afloramiento se prolonga a lo largo de varios kilómetros, pero la extracción es muy laboriosa.

Finalmente en la hoja de Maranchón se encuentra una explotación de zahorra cuaternaria integrada por gravas de 4-6 cm y una matriz limosa muy numerosa. Las reservas no son muy grandes, siendo utilizada toda la producción para mejora y reparación de carreteras.

4.3.2.- ARIDOS DE TRITURACION

Las 8 explotaciones dedicadas a la obtención de áridos de trituración extraen caliza de diversos tramos de la columna estratigráfica: Muschelkalk, Liásico, Cretácico y Mioceno.

La única explotación del Muschelkalk se localiza en el término de Medinaceli, junto a la C.N-II. El material explotado son calizas dolomíticas bastante fracturadas, en capas delgadas y potentes, con buzamiento pequeño. El yacimiento pertenece a la Jefatura provincial de carreteras y es explotado intermitentemente algunos días del año, alcanzando una producción muy pequeña, aunque las reservas sí son considerables y el frente de explotación reúne buenas condiciones.

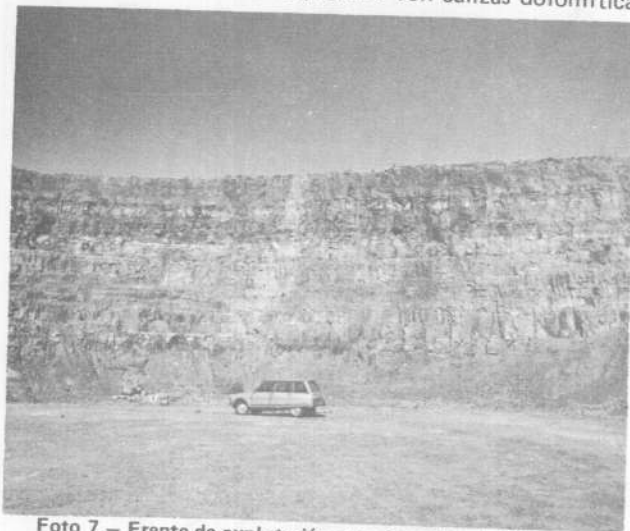


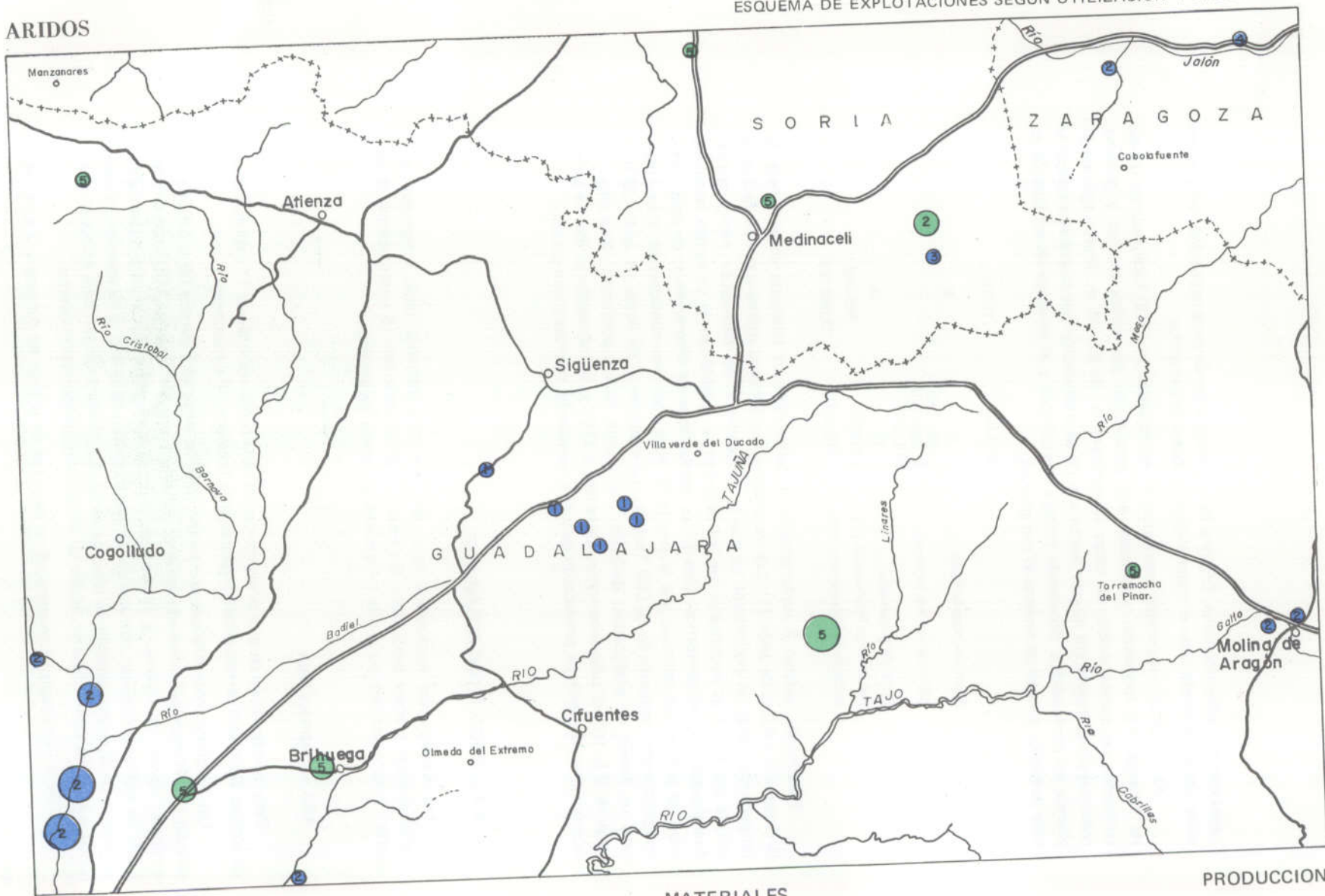
Foto 7.- Frente de explotación en calizas Muschelkalk.
Cantera núm. 363.

Al Liásico corresponden 3 explotaciones repartidas por las hojas de Molina, Ablanque y Arcos de Jalón. Los yacimientos de Molina (501), y Ablanque (11) están constituidos por una for-

mación de caliza dolomítica clara, compacta y dura, en capas delgadas y potentes, bastante fracturadas y subhorizontales. Las reservas son muy considerables en ambos, sin embargo la producción en la 501 es muy pequeña, alcanzando las 90.000 Tm/año en la 11. La 501 carece de instalación fija de trituración, siendo utilizada la mayor parte de la producción como piedras de construcción, elaborada manualmente. El yacimiento 370 de Arcos de Jalón está constituido por calizas de dureza media, localmente oquerosas, en

ESQUEMA DE EXPLOTACIONES SEGUN UTILIZACION Y PRODUCCION

ARIDOS



- UTILIZACION**
- Aridos Naturales
 - Aridos de Trituración

- MATERIALES**
- 1 Arena
 - 2 Grava y Arena
 - 3 Zahorra
 - 4 Arena Silíceo
 - 5 Caliza

- PRODUCCION**
- Pequeña
 - Mediana
 - Grande

capas masivas subhorizontales. Dispone de una instalación de poca capacidad de producción, siendo utilizado todo el material para subbases de carreteras.

Al Cretácico únicamente corresponde una explotación (615) localizada en la hoja de Atienza. La formación explotada está constituida por caliza marrón y grisácea, compacta, de dureza media, en capas subhorizontales de 95–45 m. Morfológicamente constituye una llanura sin ningún frente natural de explotación por lo que el arranque se efectúa en profundidad. Solamente trabaja una persona y el volumen de producción es muy pequeño, aunque las reservas sí son grandes.

	CALIZA	TOTAL
Núm. de Instalaciones	8	8
Núm. de los Yacimientos.....	11, 363, 370 392, 564, 501 615, 574	—
Núm. de Empleados	14	14
Volumen de Producción (Tm).	168.000	168.000
Valor de la Producción (Pts)...	22.590.000	22.590.000

Finalmente, existen 3 explotaciones de caliza miocena repartida entre la hoja de Brihuega (2) y Arcos de Jalón (1). Los yacimientos de Brihuega apenas si tienen insinuado un pequeño frente de explotación ya que las instalaciones de machaqueo, recién montados, lo que hacen es alimentarse con los montones y acumulaciones de cantos calcáreos diseminados por los contornos. Una de las instalaciones de trituración es de poca capacidad de producción mientras que la otra (574) llega a ser muy considerable, alcanzando una producción conjunta de 50.000 Tm/año. La explotación de Arcos de Jalón (393) sí tiene un frente de explotación definido, arrancando calizas pontienses, dispuestas en capas de 0,6–0,8 m subhorizontales. Pertenece a O.P. y la extracción es intermitente, alcanzando un volumen de producción pequeño, aunque las reservas sí son grandes.

4.4.— PRODUCTOS CERAMICOS

Los yacimientos explotados para abastecer esta industria están integrados por arcilla, cuarcita y arena caolinífera. En total se han inventariado 15 explotaciones de las cuales 11 corresponden a la arcilla y 4 a cuarcita y arena caolinífera.

4.4.1.— LADRILLERIA

Para la elaboración de este producto se utiliza la producción de las 11 explotaciones de arcillas. De ellas 3 corresponden a yacimientos triásicos y 8 a miocenos.

Las 3 explotaciones triásicas se reparten entre las hojas de Sigüenza (2) y Alhama de Aragón (1). El material explotado en la de Alhama y una de Sigüenza (491) son arcillas verdosas, siendo las reservas y producción poco considerables. En el otro yacimiento (193) las arcillas son rojizas, con alto contenido en óxidos de hierro, y las reservas grandes aunque la producción también es muy pequeña. La producción tan baja en todas ellas obedece a la falta de instalaciones modernas en las correspondientes cerámicas.

De las 8 explotaciones miocenas 6 se localizan en la hoja de Alhama y 2 en la de

Brihuega. Los yacimientos de Alhama están integrados por una formación alternante de areniscas marrones y arcillas marrón-rojizas, en capas potentes generalmente. Esta circunstancia hace que el coeficiente de aprovechamiento sea bajo, pues las areniscas no tienen aplicación alguna. Sin embargo la formación ocupa una gran extensión y las reservas son grandes. Las Cerámicas de aprovechamiento son pequeñas y anticuados por lo que la producción individual y conjunta es pequeña.

	ARCILLA	TOTAL
Núm. de Instalaciones	11	11
Núm. de los Yacimientos	567, 566, 193 191, 36, 35, 32 23, 20, 18, 17	—
Núm. de Empleados	15	15
Volumen de Producción (Tm) ..	7.210	7.210
Valor de la Producción (Pts)	243.300	243.300

Las otras 2 explotaciones de Brihuega explotan una capa de arcillas arenosas, de potencia 3 m. Las reservas no son muy considerables y la producción pequeñísima, pues no sobrepasa las 100 Tm/año, conjuntamente.

4.4.2.— LOZAS Y PORCELANAS

Para la obtención de este producto se explotan 3 yacimientos de arenas caoliníferas y 1 de cuarzo.

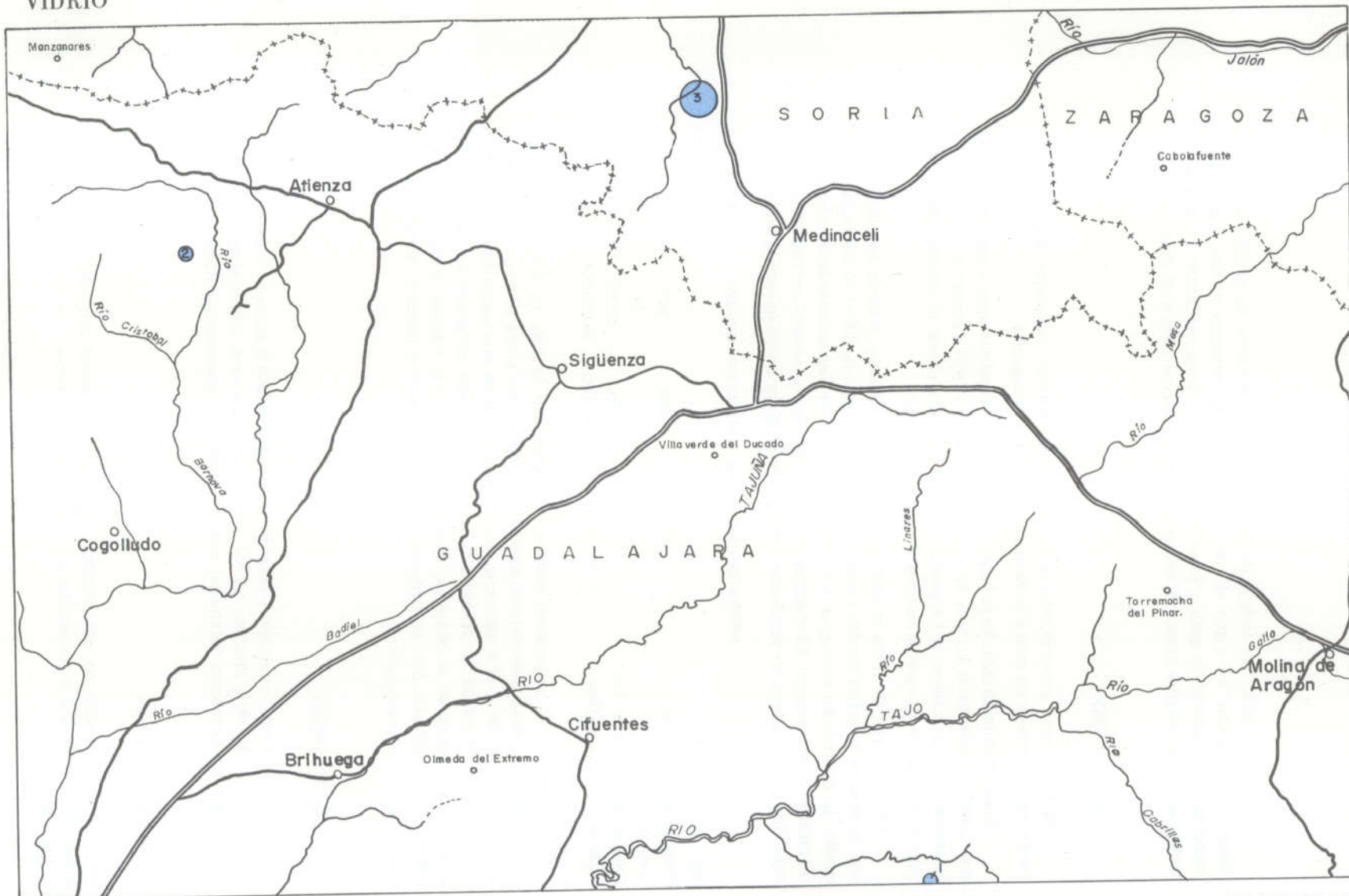
Los yacimientos arenosos están constituidos por arenas albenses blancas con una fracción de arena silíceo entre 60—85 por ciento y otra de caolín entre 15—40 por ciento. Se encuentran localizados en las hojas de Zaorejas, Barahona y Alhama respectivamente. El de Barahona está constituido por una formación alternante de arenas arcillosas y arenas caoliníferas en capas de 1—1,5 m, subhorizontales, con una potencia total útil de 8 m. En el de Alhama la disposición de las capas es análoga, siendo 2 los niveles útiles, con una potencia conjunta de 12 m. En ambos la formación aflora a lo largo de una ladera de gran pendiente, cuya parte superior son calizas cretácicas con una potencia tan grande que es prohibitivo su desmonte, por lo que el frente de explotación debe ir bordeando la ladera. Para el tratamiento del material disponen de instalaciones con hidrociclones, lo que les permite una buena calidad y separación de arenas y caolín, correspondiendo la mayor producción al de Barahona con 8.000 Tm/año.

La explotación de Zaorejas aprovecha unas capas verticalizadas de 3—5 m. Su arranque tiene muchos inconvenientes a causa del buzamiento que presentan y sólo se extrae material de forma intermitente, algunos días del año.

	ARENA CAOLINIFERA	CUARCITA	TOTAL
Núm. de Instalaciones	3	1	4
Núm. de los Yacimientos.....	200, 58, 26	535	—
Núm. de Empleados	16	2	18
Volumen de Producción (Tm)	9.710	40	9.750
Valor de la Producción (Pts)	13.820.000	40.000	13.860.000




VIDRIO

ESQUEMA DE EXPLOTACIONES SEGUN UTILIZACION Y PRODUCCION



UTILIZACION
 Vidrios

MATERIALES
 1 Arena
 2 Cuarcita
 3 Caliza

PRODUCCION
 Pequeña
 Mediana
 Grande

Finalmente existe, en la hoja de Jadraque, una explotación de cuarcita ordovícica, blanca y compacta, en capas de 0,6–0,8 m con buzamiento medio. Las reservas explotables son estimables pero la producción es pequeñísima, realizando la extracción y trituración manualmente a pesar de existir una instalación montada a tal efecto.

4.5.— VIDRIO

Para abastecer esta industria se explotan 3 yacimientos integrados por materiales de distinta naturaleza en cada uno de ellos: arena, caliza y cuarcita.

El yacimiento de cuarcita se localiza en la hoja de Hiendelaencina y está constituido por cuarcitas ordovícicas blancas, en capas de buzamiento 40° y bastante fracturadas. El arranque lo hacen a favor de los planos de estratificación, siendo el volumen de producción muy pequeño aunque las reservas sí son considerables.

El yacimiento de caliza se localiza en la hoja de Ledanca, estando constituido por una formación de caliza cretácica compacta y dura, en capas de 0,6–1 m con buzamiento medio. La producción alcanzada es bastante considerable disponiendo de instalación para trituración y molturación del material arrancado. Morfológicamente constituye un cerro cupuliforme con laderas de pendiente media, a favor de las cuales se hace la explotación.

	ARENA CAOLINIFERA	CUARCITA	CALIZA	TOTAL
Núm. de Instalaciones	1	1	1	3
Núm. de los Yacimientos	58	605	395	—
Núm. de Empleados	2	3	14	19
Volumen de Producción (Tm) ..	3.500	1.000	20.000	24.500
Valor de la Producción (Pts)	875.000	140.000	16.000.000	18.015.000

Finalmente, el yacimiento restante se localiza en la hoja de Zaorejas estando constituido por arenas caoliníferas albenses (85 por ciento arena sílicea, 15 por ciento caolín), en capas de 2–3 m subverticales. La explotación de este yacimiento es intermitente dada la dificultad de arranque a causa de la rápida inmersión de las capas. El volumen de producción es pequeño siendo utilizada toda la fracción arenosa para esta industria. La instalación para el tratamiento de este mineral es bastante moderna y con gran capacidad de producción.

4.6.—DIVERSAS

Los yacimientos explotados para abastecer esta industria están formados por una gama de materiales muy diversos: arenas, caliza, cuarcita y yeso, traduciéndose, a su vez, en la variedad de productos obtenidos: aditivos, fundentes, abrasivos y aislantes.

4.6.1.— ADITIVOS

Para la obtención de este producto se utiliza el material extraído de 5 explotaciones, de las cuales 2 corresponden a caliza, 1 a arena sílicea, 1 a yeso y una a arena caolinífera.

Los 2 yacimientos calcáreos explotados corresponden a una formación miocena de calizas blancas, tiznantes, disgregables y sabulosas, en capas de 1-2 m que intercalan algún nivelillo de margas calcáreas, con una potencia total de unos 6 m. Aflora en la parte superior de una mesa terciaria, presentando en sus bordes un buen frente natural que es aprovechado para el arranque del material en uno de ellos, en el otro hacen galerías para evitar el desmonte de la capa superior, aunque no es muy potente. Se localizan en la hoja y término de Arcos de Jalón y toda la producción es destinada a la elaboración de pinturas. Las reservas son muy grandes pero la producción alcanza unos niveles modestos.

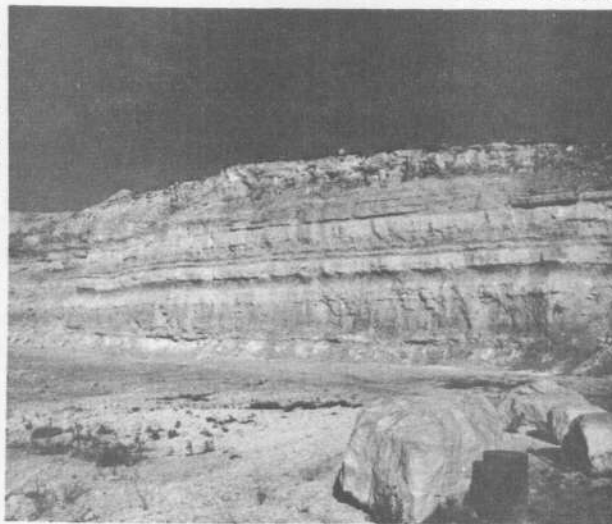


Foto 8.— Alternancia de calizas blancas y margas oligocenas utilizadas como aditivos. Cantera núm. 357.

El yacimiento de arenas síliceas se localiza en hoja y término de Alhama. Está constituido por una formación de arenas albenses la cual intercala dos niveles de arenas blancas síliceas, de 6 m cada uno, en capas subhorizontales, que constituyen el tramo basal y medio de una ladera de gran pendiente, altura y longitud. El material arrancado tiene un porcentaje de caolín estimable para cuya separación disponen de una instalación de hidrociclones por aire, siendo después molida finamente la arena obtenida. El volumen de producción no es elevado pero las reservas sí son grandes.

El yacimiento de yeso se localiza en la hoja de Ledanca y está constituido por una formación de yeso oligoceno, blanco, sacaroideo, compacto, muy puro, en capas de 0,5-48 m que forman una pequeña cúpula anticlinal. De todo el material arrancado únicamente el 10 por ciento es destinado a esta industria por lo que el volumen utilizado es muy pequeño. Las reservas son muy grandes y el material de inmejorable calidad, siendo empleado como aditivo en la elaboración de pinturas.

	CALIZA	YESO	ARENA SILICEA	ARENA CAOLI.	TOTAL
Núm. de Instalaciones	2	1	1	1	5
Núm. de los Yacimientos	357-358	432	26	58	-
Núm. de empleados	5	2	10	2	19
Volumen de Producción (Tm)..	14.000	800	2.400	750	17.950
Valor de la Producción (Pts)...	11.200.000	640.000	1.920.000	600.000	14.360.000

Finalmente en la hoja de Zaorejas existe un yacimiento de arenas caoliníferas, en explotación intermitente. Las capas explotadas tienen buzamientos subverticales por lo que su explotación es muy difícil circunstancia que ha motivado un ritmo de producción muy pequeño e intermitente. La instalación de tratamiento es moderna y con gran capacidad de producción, pero el material tratado procede en su mayoría, de otro yacimiento.

La fracción de arena alcanza un 85 por ciento del cual el 5 por ciento es empleado como aditivo y el 15 por ciento restante para aislantes.

4.6.2.— ABRASIVOS

El único yacimiento explotado para la obtención de este producto se localiza en la hoja de Hiendelaencina, término de Semilla.

Está constituido por una formación de cuarcita blanca, muy pura, compacta, en capas de 0,5–1 m, fracturadas y con buzamientos medios. El material es arrancado mediante explosivos obteniendo bloques y cantos de gran tamaño que son transportados hasta una fundición en Puente Vadillos (Cuenca) donde es utilizado para obtener carburo de silicio. La producción es considerable y las reservas son grandes, aunque no se vislumbra un aumento sensible de la producción.

	CUARCITA	TOTAL
Núm. de Instalaciones	1	1
Núm. de los Yacimientos	608	—
Núm. de Empleados	7	7
Volumen de Producción (Tm)	6.000	6.000
Valor de la Producción (Pts)	1.500.000	1.500.000

4.6.3.— FUNDENTES

Para la obtención de material destinado a esta aplicación también se ha inventariado un solo yacimiento localizado en la hoja de Jadraque, término de Veguillas.

El material explotado es una formación de cuarcitas armoricanas duras y compactas, en capas de 0,6–0,8 m, con buzamiento medio. El procedimiento de arranque es totalmente manual, con lo cual la producción es pequeñísima, siendo utilizada como fundente en altos hornos. El yacimiento constituye un cerro de dimensiones medias, cuya cobertera son cuarcitas y el substrato pizarras. El material sólo parece apropiado para este fin y no se prevén aumentos en la demanda a corto plazo.

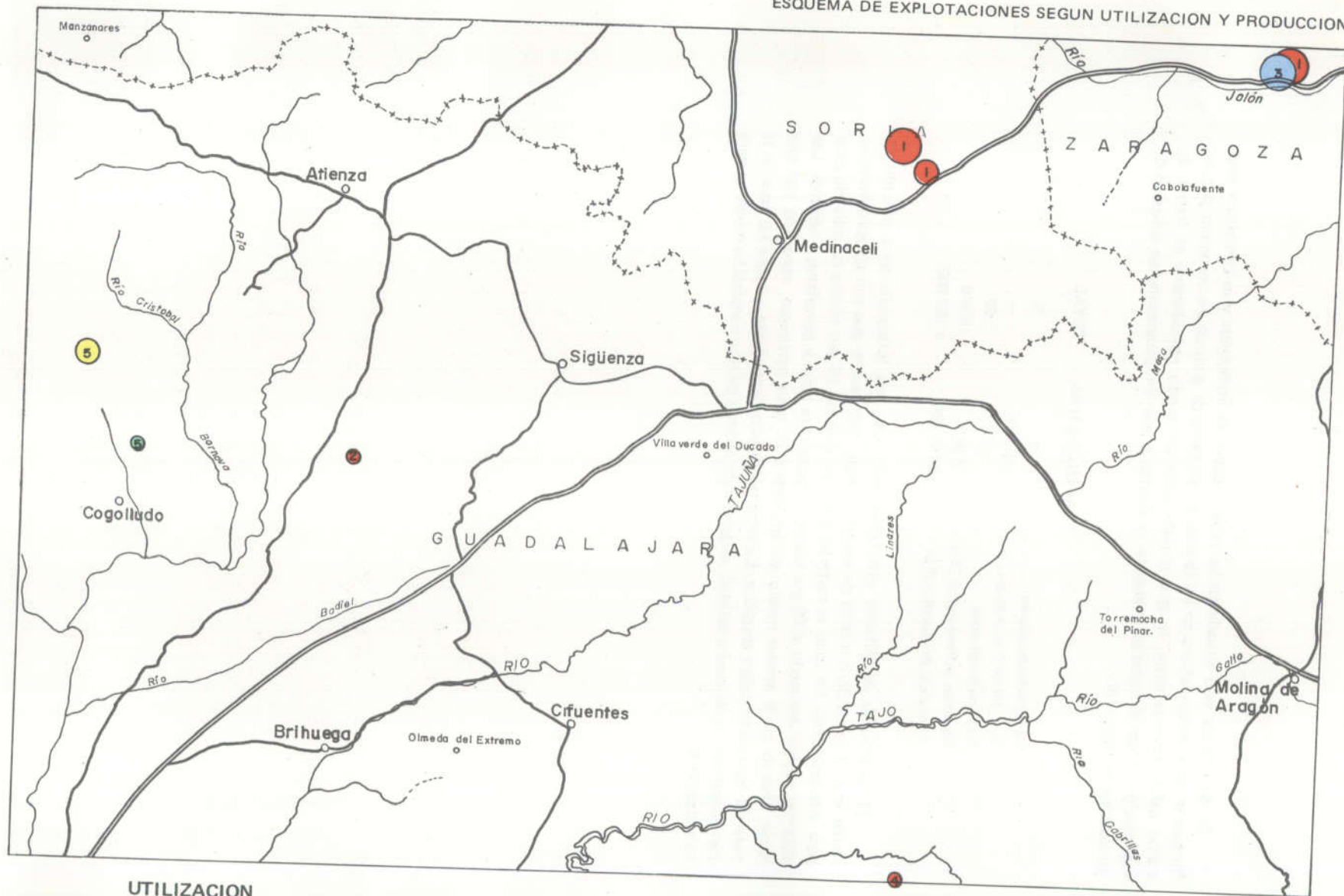
	CUARCITA	TOTAL
Núm. de Instalaciones	1	1
Núm. de los Yacimientos	535	—
Núm. de Empleados	2	2
Volumen de Producción (Tm)	8.940	160
Valor de la Producción (Pts)	40.000	40.000

4.6.4.— AISLANTES

Por último, para la obtención de este producto se explotan 2 yacimientos de arenas silíceas albenses, localizados en las hojas de Atienza y Alhama de Aragón respectivamente.

DIVERSAS

ESQUEMA DE EXPLOTACIONES SEGUN UTILIZACION Y PRODUCCION



UTILIZACION	
	Aditivos
	Abrasivos
	Fundentes
	Aislantes

MATERIALES	
1 Caliza	4 Arena Caolinífera
2 Yeso	5 Cuarzita
3 Arena Silíceea	

PRODUCCION	
	Pequeña
	Mediana
	Grande

El de Atienza está situado en las proximidades de Somolinos y lo constituye una formación de 8 m que aflora en las laderas de un cerro de gran altura coronado por un tramo calizo muy potente, lo que impide darle un fondo considerable al frente de explotación. Todo el material arrancado se destina a este fin, alcanzando un volumen de producción considerable.

	ARENA SILICEA	TOTAL
Núm. de Instalaciones	2	2
Núm. de los Yacimientos	26,617	—
Núm. de Empleados	22	22
Volumén de Producción (Tm) ..	8.940	8.940
Valor de la Producción (Pts)	6.152.000	6.152.000

El yacimiento de Alhama está constituido por una formación muy potente de arenas la cual intercala 2 niveles de arenas silíceas, con caolín, que son las aprovechadas para este producto. De todo el material extraído sólo un 15 por ciento es utilizado para aislantes, siendo destinado el 85 por ciento restante para lozas y porcelanas y aditivos. Las capas afloran en el tramo medio de una ladera de gran pendiente, coronada por una potente formación caliza cretácica. La producción es muy modesta, aunque las reservas sí son cuantiosas, y de buena calidad, disponiendo además de una instalación moderna para su tratamiento.

5.- CONCLUSIONES

El estudio realizado ha permitido hacer una evaluación cualitativa y cuantitativa de las reservas explotables en los distintos tipos de rocas industriales que se encuentran dentro de la Hoja, así como del grado actual de su aprovechamiento.

También ha permitido conocer de forma directa, la importancia relativa de los distintos tipos de rocas industriales en explotación, y su incidencia dentro del marco de la economía regional. Sólo en contadas ocasiones los datos de costos directos o indirectos de explotación y precios unitarios del material, han tenido que ser estimados o deducidos a partir de consideraciones y comparaciones con precios y costos fiables, ante la imposibilidad de obtenerlos de manera directa con un cierto grado de verosimilitud. En cualquier caso, los valores consignados en los cuadros de producción se hallan dentro de los límites reales y razonables precedentes encontrados en la región, fuera incluso del ámbito estricto de la Hoja.

El nivel medio de empleo, en lo que a explotaciones activas o intermitentes se refiere, alcanza un alto grado en las de arenas caoliníferas y silíceas, medio en algunas de yeso y áridos de trituración y naturales, y bajo o muy bajo en el resto.

El grado de mecanización alcanzado en las explotaciones de arenas caoliníferas y silíceas, áridos naturales del río Henares, 1 de yeso y otra de caliza se puede considerar alto; medio en las restantes de áridos, caliza para vidrio y cemento; y baja, en su mayor parte manual, en el resto.

En el cuadro adjunto, se exponen, de manera esquemática los datos relativos al número total de explotaciones por tipo de producto obtenido, personal empleado en

ellas, volúmenes de producción total y por empleado, así como el valor de la producción anual y por individuo.

El total de material extraído se cifra en unas 759.000 toneladas anuales, correspondiendo el 35 por ciento a los áridos naturales, el 22 por ciento a los áridos de trituración, el 15,5 por ciento a cementos y derivados y el 12 por ciento a piedras de construcción; el resto de los productos obtenidos alcanzan cifras de producción comprendidas entre el 0 y 5 por ciento, siendo la más alta de todas ellas la correspondiente a los yesos con el 4,3 por ciento.

El valor bruto de la producción anterior se eleva a 137 millones de ptas, cantidad de la que el 18 por ciento corresponde a los áridos naturales, el 16,5 por ciento a los áridos de trituración, el 13 por ciento a los vidrios, el 12 por ciento a los yesos, el 10,5 a los aditivos, con 9,5 por ciento están lozas y porcelanas y cementos. Los restantes productos (piedras de construcción, rocas ornamentales, ladrillería, aislantes, fundentes y abrasivos) tienen valores que en ningún caso llegan al 5 por ciento, correspondiendo el mayor de ellos a los aislantes con un 4,5 por ciento y el menor a los fundentes con un 0,02 por ciento.

La rentabilidad por individuo, expresada en el cuadro adjunto, no refleja exactamente dicho valor en el caso de las explotaciones cuya producción es destinada a obtener diversos productos, ya que en cada uno de estos se ha expresado el total de personal empleado para hacer la extracción conjunta. De todas formas se puede decir que las explotaciones con mayor rentabilidad son las de arenas silíceas y caoliníferas, calizas para piedras de construcción y áridos de trituración, seguidas de los áridos naturales.

En cuanto a la incidencia que puede tener el transporte, en el costo, hasta los centros de elaboración o consumo se aprecia que en las industrias de Diversas y Vidrio, y en lozas y porcelanas no tiene repercusión restrictiva apreciable la distancia hasta dichos centros, por ser productos de gran valor y no existir yacimientos electivos. Los áridos de trituración y naturales, yesos, rocas ornamentales, cementos y ladrillería son productos en cuyos precios tiene una incidencia considerable el factor transporte por lo que su radio de acción no supera en ningún caso los 100 Km, siendo mucho menor en los Aridos. Por último en piedras de construcción la repercusión del transporte es muy elevada y el centro de consumo siempre está a poca distancia.

El número de explotaciones abandonadas o paradas es notablemente superior al de las activas, correspondiendo la cifra más elevada a yacimientos calcáreos, seguidos de los materiales granulares, yeso y arcilla respectivamente; en último lugar figuran cuarcita, baritina y ocre con 4 explotaciones cada uno, y el cuarzo con 1. Las razones de su paro o abandono obedecen a motivaciones distintas en cada caso. Las explotaciones calcáreas se encuentran abandonadas fundamentalmente por ser materiales sobre los que tiene una gran incidencia el transporte y sólo tienen vida mientras el lugar de consumo está en un radio muy pequeño (carreteras, caminos). En el caso de los materiales la razón es doble, por una parte la ausencia de demanda, por falta de obras, y otra escasez de reservas. En las de yeso, el abandono actual, obedece al bajo coeficiente de aprovechamiento. En los de arcilla también responde al bajo coeficiente de aprovechamiento o agotamiento de las reservas. En baritina y ocre la razón hay que atribuirla al bajo coeficiente de aprovechamiento y dificultad que entraña su arranque. Finalmente el abandono de las explotaciones de cuarcita obedece a la poca calidad del material o ausencia de mercado.

Entre los yacimientos no explotados hay que destacar en primer lugar los de caliza

por el número y volumen de reservas que alcanzan, presentando buenos frentes naturales de explotación, aunque su localización geográfica no es muy favorable. En segundo lugar destacan los yacimientos granulares, entre los que hay que resaltar las arenas caoliníferas con grandes reservas aunque de difícil explotación, siendo los restantes materiales utilizables exclusivamente como áridos. Los yacimientos de arcillas también suman un elevado número, siendo de fácil explotación aunque casi siempre la localización geográfica es desfavorable, en igual circunstancia se encuentran las masas andesíticas. Por último se han inventariado 14 yacimientos de arenisca con grandes reservas con buenos frentes naturales, aunque no siempre la explotación industrial mecanizada sería aconsejable por ser bajo el coeficiente de aprovechamiento, al presentarse una alternancia de niveles areniscos y arcillosos.

CUADRO RESUMEN														
PRODUCTOS	Piedras de Construcción	Rocas Ornamentales	Cementos y Derivados	Yesos	Aridos Naturales	Aridos de Trituración	Vidrios	Lozas y Porcelanas	Ladrillería	Asfaltos	Fundentes	Aditivos	Abrasivos	TOTAL
CALIZAS	2	3	2			8	1					2		18
ARCILLAS									11					11
ARENAS Y GRAVAS					9									9
ARENAS CAOLINÍFERAS			1				1	3				1		6
ARENAS SILICEAS					1					2		1		4
ARENAS					6									6
ZAHORRA					1									1
CUARCITA							1	1			1		1	4
YESO				6								1		7
Nº DE EXPLOTACIONES	2	3	3	6	17	8	3	4	11	2	1	5	1	66
Nº DE EMPLEADOS	3	6	11	21	23	14	19	18	30	22	2	19	7	195
VOLUMEN DE PRODUCCIÓN (Tm/año)	92.000	6.450	117.000	33.050	268.350	168.000	24.500	9.750	7.210	8.940	180	17.950	6.000	759.360
VALOR DE LA PRODUCCIÓN (Pts/año)	5.100.000	2.100.000	13.200.000	16.247.000	25.062.000	22.590.000	18.015.000	12.860.000	243.000	6.152.000	40.000	14.320.000	1.500.000	137.419.000
PRECIO MEDIO POR Tm (Pts/Tm)	55,4	326,5	112,8	491,6	93,3	134,4	735,3	1.318,9	33,7	688,1	250	800	250	
VOLUMEN PRODUCCIÓN EMPLEADO	30.886,6	1.075	10.636,3	1.573,8	11.867,3	12.000	1.289,0	541,8	240,3	408,3	80	944,7	8.571	
VALOR DE PRODUCCIÓN EMPLEADO	1.700.000	350.000	1.200.000	773.886,6	1.089.217,3	1.613.571,4	948.157,6	71.444,4	8.100	279.636,3	20.000	753.884,2	214.285,7	
% EN EL VOLUMEN PRODUCCIÓN	12,1	0,8	15,4	4,3	36,3	22,1	3,2	1,2	0,9	1,1	0,02	2,3	0,7	98,42
% EN EL VALOR DE LA PRODUCCIÓN	3,71	1,82	9,80	11,82	18,23	16,43	13,10	9,36	0,17	4,47	0,02	10,42	1,08	99,93

Finalmente, es preciso indicar, a modo de resumen de lo expuesto a lo largo de los capítulos precedentes, que los yacimientos de áridos naturales (grava y arena) son explotados intensamente así como los de arenas silíceas y caoliníferas, disponiendo de instalaciones de tratamiento bastante modernas, siendo asimismo muy considerables las reservas existentes y muy buena la calidad del material. En cuanto a su evolución futura puede

afirmarse que existe una estabilización con tendencia a ser incrementada, gradualmente, la producción. Los yacimientos de yeso son explotados rudimentariamente, salvo en dos de ellos, disponiendo de hornos anticuados con poca capacidad de producción; sin embargo las reservas son cuantiosas y el material de calidad inmejorable, por todo ello es de prever un sensible incremento en la producción. Los yacimientos de caliza para áridos de trituración cuentan con un crecido volumen de reservas, sin embargo no se prevé un crecimiento sensible de la producción a corto plazo, ya que está condicionada totalmente a su localización geográfica, y ésta no es muy favorable. Finalmente, los yacimientos de arcilla son bastante numerosos pero las instalaciones de tratamiento son de poca capacidad de producción y el transporte tiene una incidencia bastante acusada sobre el producto por lo que no se prevé ninguna alteración sensible en su evolución, aunque actualmente atraviesa una etapa de esplendor por la carencia del mismo en el mercado nacional.

BIBLIOGRAFIA

- *Síntesis Geológica a escala 1:200.000. I.G.M.E. Hoja núm. 6-5 (Sigüenza). Dpto. de Publicaciones. Madrid 1972.*
- *Geografía de España y Portugal. SOLE SABARIS, L. Tomo I. Edit. Montaner y Simón. Barcelona 1952.*
- *Atlas Nacional de España. Instituto Geográfico y Catastral. Madrid 1965.*
- *Boletín del Instituto Nacional de Estadística. Diciembre 1970.*
- *Diccionario Estadístico de España. Madoz.*
- *Directorio de canteras de las provincias de Soria, Guadalajara y Zaragoza. Sección de Minas. Delegación de Industria. Zaragoza y Guadalajara 1973.*
- *Estadística Minera y Metalúrgica de España. Años 1967, 1968, 1969 y 1970. Ministerio de Industria.*
- *Geology of the Industrial Rocks and Minerals. Robert L. Batex. Harper & Brothers, Publishers. New York 1960.*
- *Instructions pour L'Inventaire des Substances Utiles de la France BRGM. Orleans, 68 SGLO 71 BGA.*
- *La ladrillera. P. Reverté. Ing. Edit. Reverté. Barcelona 1950.*
- *Nomenclátor de las provincias de Zaragoza, Soria y Guadalajara. Censo de Población 1960. Instituto Nacional de Estadística. Madrid.*

- *Plan Nacional de Minería P.N.I.M. Programa Sectorial de Investigación Geotécnica. Dirección General de Minas. Madrid 1971.*
- *Relación de explotadores de Minas y Canteras. Mutualidad de los Cuerpos de Minas al servicio del Ministerio de Industria. Madrid 1964.*
- *Técnica y práctica de la Industria ladrillera. Eloy Robusté. Ediciones CEAC. Barcelona 1963.*
- *Transportes industriales. M.M. Williamson, G.M. Williamson. Editorial Reverté, S.A. Barcelona 1950.*
- *Hojas geológicas a escala 1:50.000 núms. 433, 434, 435, 460, 461, 462, 486, 487 y 488.*