

INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA

# MAPA DE ROCAS INDUSTRIALES

Escala 1:200.000

## BURGOS

HOJA Y	20
MEMORIA	5/3

00328

**INSTITUTO GEOLOGICO Y MINERO DE ESPAÑA**

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

BURGOS

HOJA Y	20
MEMORIA	5/3

SERVICIO DE PUBLICACIONES  
MINISTERIO DE INDUSTRIA

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

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

Depósito Legal: M. 5681 — 1976  
I.S.B.N. 84-500-7410-x

---

Reproducción ADOSA — Martín Martínez, 11 — Madrid-2

# INDICE

	Pág.
<b>0. RESUMEN</b>	<b>1</b>
<b>1. INTRODUCCION</b>	<b>3</b>
1.1 Antecedentes y Objetivos	3
1.2 Características Físico—Geográficas	4
1.3 Ordenación del Territorio	5
1.4 Definición y Clasificación de Rocas Industriales	6
<b>2. GEOLOGIA GENERAL</b>	<b>9</b>
2.1 Geomorfología	9
2.1.1 La Submeseta Norte	9
2.1.2 La Cordillera Cantábrica	10
2.2 Bosquejo Geológico	11
2.2.1 La Sierra de la Demanda	11
2.2.2 Las Estribaciones de la Cordillera Cantábrica	12
2.2.3 La Submeseta Norte	13
2.3 Series Sedimentarias	13
2.3.1 Cámbrico Ordovícico	13
2.3.2 Carbonífero	14
2.3.3 Triásico	16
2.3.4 Jurásico	16
2.3.5 Cretácico	18
2.3.5.1 Cretácico Inferior	18
2.3.5.2 Cretácico Superior	18
2.3.6 Oligoceno	18
2.3.7 Mioceno	19
2.3.7.1 Facies Marginales	19
2.3.7.2 Facies Centrales	19
2.3.7.3 Facies Margoso Caliza del Tramo Intermedio	20
2.3.7.4 Calizas del Páramo	20
2.3.8 Plioceno	20
2.3.9 Cuaternario	21
<b>3. YACIMIENTOS NO EXPLOTADOS</b>	<b>23</b>
3.1 Arcillas	23
3.2 Gravas y Arenas	26
3.3 Arenas Silíceas y Caolín	28
3.4 Calizas	30
3.5 Margas	31
3.6 Yeso	32

	Pág.
<b>4. YACIMIENTOS EN EXPLOTACION O EXPLOTADOS . . . . .</b>	<b>35</b>
4.1 Arcillas . . . . .	35
4.2 Arenas y Gravas . . . . .	42
4.3 Arenas Silíceas y Caolín . . . . .	48
4.4 Calizas y Dolomías . . . . .	50
4.5 Pizarras . . . . .	56
4.6 Yeso . . . . .	56
<b>5. PRODUCCION DE ROCAS INDUSTRIALES . . . . .</b>	<b>61</b>
5.1 Industria Cerámica . . . . .	62
5.1.1 Arcilla . . . . .	62
5.2 Construcción y Aridos . . . . .	64
5.2.1 Grava y Arena . . . . .	64
5.2.2 Calizas . . . . .	65
5.3 Aglomerantes . . . . .	67
5.3.1 Yesos . . . . .	67
5.4 Diversos . . . . .	67
5.4.1 Caliza . . . . .	67
<b>6. CONCLUSIONES . . . . .</b>	<b>71</b>
<b>BIBLIOGRAFIA . . . . .</b>	<b>75</b>

## 0.— RESUMEN

El estudio comprende la Hoja 1:200.000 núm. 5—3 (Burgos), formada por las Hojas a escala 1:50.000, núms. 17—9 (Herrera de Pisuergra), 18—9 (Villadiego), 19—9 (Montorio), 20—9 (Briviesca), 17—10 (Osorno), 18—10 (Sasamón), 19—10 (Burgos), 20—10 (Belorado), 17—11 (Astudillo), 18—11 (Castrojeriz), 19—11 (Villagonzalo—Pedernales), 20—11 (Pradoluengo), 17—12 (Torquemada), 18—12 (Santa María del Campo), 19—12 (Lerma) y 20—12 (Covarrubias).

En la realización de la presente publicación ha colaborado la Empresa GEOPRIN-SA, (Proyectos e Informes Geológicos y Geotécnicos, S.A.)

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

- Consulta de la bibliografía existente, para un mejor conocimiento del área de trabajo, y actualización y revisión de los datos obtenidos en inventarios precedentes.
- Recopilación de datos de los yacimientos de rocas industriales mediante la confección de las correspondientes fichas—inventario, en las que se tienen en cuenta características geológicas, de explotabilidad, de ubicación y reservas.
- Reseña de las explotaciones activas, intermitentes y abandonadas, con análisis de sus condiciones técnicas, maquinaria, mano de obra y producción.
- Estudio sistemático de las características litológicas, físicas y químicas de los materiales prospectados, con miras a su racional explotación y utilización óptima.

- Evaluación conjunta de las reservas existentes en cada tipo de material, su relación geográfica con los centros de consumo y el modo de transporte así como su relación geológica con los materiales de la zona, con vistas a la posible localización de nuevos yacimientos.
- Perspectivas y análisis comparativo de la producción y comercialización de rocas industriales en la zona, tanto actuales como futuras.

Los materiales de la Hoja constituyen depósitos sedimentarios de edades paleozoica, mesozoica, terciaria y cuaternaria, estando la primera pobremente representada. El aprovechamiento industrial es irregular, coexistiendo grandes explotaciones de algunos materiales (gravas, arcillas, yesos) con pequeñas industrias artesanales en trance de extinción.

En el cuadro adjunto se resumen las explotaciones y yacimientos de la Hoja, así como los tipos de roca que se explotan en ellos.

Tipo de roca	Nº de yacimientos	Nº de explotaciones Inactivas.	Nº de explotaciones Activas.
Arcilla	23	36	12
Gravas, arenas y areniscas	28	116	25
Arenas caoli- níferas	13	16	5
Calizas y dolomías	16	42	11
Margas	4	5	—
Pizarra	—	2	—
Yeso	1	24	6
TOTAL	85	241	59



## **1.— INTRODUCCION**

### **1.1.— ANTECEDENTES Y OBJETIVOS**

El objeto principal de este estudio es la realización del Inventario General de Rocas Industriales en la Hoja 1:200.000 núm. 5-3 (Burgos) en el que queden reseñados los principales yacimientos existentes en la región, tanto los que se encuentran en explotación actualmente, como los que hayan sido explotados, o los que, sin haber sido objeto de labores extractivas, puedan ser susceptibles de explotación. Asimismo, se recopila toda la información existente sobre tales yacimientos o explotaciones, y se determinan las características del material que integra los mismos.

Con la realización de este tipo de estudios se está llevando a cabo la confección del Archivo de Rocas Industriales en el que se va insertando, por medio de fichas perforadas (para su tratamiento por ordenador) toda esta información, así como las variaciones que experimente en el transcurso del tiempo. Además con estos datos se han confeccionado una serie de gráficos y esquemas que relacionan la producción y reservas de los yacimientos y explotaciones, y un mapa de rocas a escala 1:200.000 que acompaña al presente informe, en el que se describen las características más importantes de las rocas que en él se representan.



## 1.2.— CARACTERISTICAS FISICO—GEOGRAFICAS

La Hoja a escala 1:200.000 núm. 5—3 (Burgos) está situada en la mitad Norte de la Península, entre las coordenadas  $3^{\circ} 11' 10''$  y  $4^{\circ} 31' 10''$  de longitud Oeste, con respecto al meridiano de Greenwich y  $42^{\circ} 11' 10''$  y  $42^{\circ} 40' 04''$  de latitud Norte. Administrativamente participa de las provincias de Burgos y Palencia, con porcentajes aproximados de 75 y 25 por ciento en superficie.

Geográfica y geológicamente, la Hoja pertenece de un modo predominante a la Submeseta Norte, situándose en ella las estribaciones de la Cordillera Cantábrica y la Sierra de la Demanda, y la comunicación de la Meseta con el Valle del Ebro.

Hidrográficamente, la inmensa mayoría del área se integra en la cuenca del Duero, siendo los principales ríos de la misma los afluentes por la derecha Arlanza, Arlanzón y Pisuerga, que confluyen en el Suroeste de la Hoja. El Canal de Castilla corta la parte occidental del área, corriendo paralelo al Pisuerga al principio, para separarse de él más al Sur, y regar parte de la Tierra de Campos.

Desde un punto de vista orográfico, destaca la extensa llanura elevada que constituye la Meseta, cruzada por los profundos surcos de los ríos, que dismantelaron las formaciones calizas horizontales superiores. Al Norte, las estribaciones de la Cordillera Cantábrica dan sierras de perfil suave, con alturas de poco más de 1.000 m, cuyas alineaciones estructurales se prolongan hacia el Este hasta la sierra de Santa Casilda, que forma el borde Norte del Corredor de la Bureba. Por el Este, el importante macizo de la Sierra de la Demanda, con los relieves anejos de Sierra Mencilla y Sierra de la Mamblas, presenta las mayores alturas de la Hoja, alcanzándose los 2.132 m en el pico San Millán. Tanto las estructuras geológicas de esta sierra, como los abundantes sistemas de fallas, mantienen una dirección Noroeste—Sureste, a favor de la cual se producen el encajamiento de los ríos.

El clima viene condicionado por dos factores: relieve y situación. El hecho de ser una cuenca elevada rodeada de montañas acentúa el carácter extremo de las temperaturas, con máximas absolutas de  $39^{\circ}$ — $40^{\circ}$  en los meses de Julio y Agosto, y mínimas por debajo de  $-15^{\circ}$  en Diciembre y Enero. La posición interior condiciona la continentalidad, y las influencias marinas son casi inapreciables. La pluviosidad es muy escasa, pudiéndose encuadrar todo el conjunto en plena Iberia seca, con precipitaciones anuales del orden de 400—500 mm, que se reparten en un número anual de días de lluvia de 100—110. (Datos climáticos tomados del M.O.P. Media de 30 años). Puede destacarse una cierta diferencia en cuanto a temperaturas y precipitaciones entre las zonas de meseta y las orlas montañosas marginales: en estas últimas, la intensidad y duración de los inviernos se acentúa, y la pluviosidad alcanza los 800 mm anuales. El número de días de nieve es de 5, y el de heladas en los meses de invierno es de 16.

La vegetación es escasa en la zona, quedando reducida a especies perennifolias, adaptadas a la continentalidad del clima. Así, existen bosques de pinos en las sierras marginales y en algunos puntos de la Meseta. En las vegas de los ríos se encuentran algunas especies caducifolias. El matorral, más o menos denso, casi siempre resultado de una intensa degradación de la vegetación original, ocupa la mayor parte del territorio, estando constituido fundamentalmente por labiadas olorosas (tomillo, romero y jara).

El único núcleo de población y consumo del área es Burgos, con 120.000 habitantes, en plena expansión, debido a la privilegiada situación que ocupa, entre capitales

industriales como Madrid, Bilbao y Zaragoza. Por lo demás, ninguno de los pueblos de la zona alcanza los 5.000 habitantes. Destacan Lerma, Villadiego, Torquemada, Osorno, Briviesca y Salas de los Infantes, con poblaciones entre 2.000 y 4.000 habitantes. La densidad de población es baja, pues apenas alcanza los 25 habitantes por kilómetro cuadrado, mucho menor que la media nacional (67 h/km<sup>2</sup>). Un alto porcentaje de la población provincial se localiza en las capitales y pueblos de cierta entidad, estando el resto de las zonas muy despobladas; es muy acusado el carácter regresivo de la mayor parte de la zona rural, y contrasta la disminución de población en toda el área a partir de la década de los 50, con el progresivo crecimiento en las zonas industriales. (Datos del I.N.E. para 1970).

La renta por persona es ligeramente superior a la media nacional, (36.524 Ptas. por persona/año para Burgos, y 36.672 Ptas. para Palencia, con una media nacional de 36.154 Ptas). (Datos de Presidencia del Gobierno, Servicio Central de Planes Provinciales, 1969). Sin embargo, destaca un reparto irregular de dicha renta, en donde las zonas ricas y pobres coinciden aproximadamente con las zonas industriales y agrícolas ya reseñadas.

### 1.3.— ORDENACION DEL TERRITORIO

Toda política del medio ambiente ha de partir necesariamente de la previa consideración y determinación de los factores de discordancia y en el equilibrio natural y de su incidencia en la salud y en el bienestar humano, en su más amplio sentido (MOLA DE ESTEBAN, 1972). Una de las causas importantes de disfunción del medio ambiente, se refiere a la derivada del aprovechamiento de recursos mineros; en el caso que aquí se trata, las explotaciones de rocas industriales, hay que considerar su mayor incidencia en el medio ambiente, dado que se realizan normalmente a cielo abierto.

Tres son los grupos de factores a valorar en cuanto a la incidencia que pueda tener una nueva explotación sobre el medio, y también en cuanto a la reinserción de las ya abandonadas en el mismo.

Unas pertenecen al propio medio, con tres vertientes interactivas, sociales, biológicas y geológicas. Aquellas se refieren al valor paisajístico y de posible utilización como zonas de recreo. Las biológicas y geológicas en cuanto a la incidencia y conservación de los bosques, habitats faunísticos, yacimientos paleontológicos, cortes o estratipos, etc.

Un segundo grupo se refiere a la incidencia y conservación de conjuntos histórico-monumentales, yacimientos arqueológicos, etc.

Por último, la interacción directa en el medio urbano y áreas de expansión en cuanto a la producción de ruidos, polvos y deterioro del paisaje.

Teniendo en cuenta estos criterios, se señalan a continuación las zonas o conjuntos de mayor interés o índice de vulnerabilidad.

Paisajísticamente destacan las Sierras Mencia y de la Demanda al S.E., y las estribaciones de la Cordillera Cantábrica y la Sierra de Santa Casilda al N. Existe una zona situada entre la Sierra de Santa Casilda y la Cordillera Cantábrica, de gran belleza, y que sería fácilmente destruida por la explotación incontrolada de los materiales que allí se encuentran. Los bosques se reducen prácticamente al área que comprenden las Sierras de la Demanda y Mencia. En esta misma zona, y asimismo al Norte, existe una reserva de aves rapaces, de indudable importancia.

Es destacable la labor de reinserción en el medio ambiente, llevada a cabo en la zona de Arcos y en los alrededores de Ibero del Castillo, en el río Pisuerga, donde se han realizado campañas de repoblación forestal en canteras abandonadas de gravas y arenas.

Son numerosos los núcleos urbanos de valor histórico y monumental, con los que debe seguirse una política cuidadosa a la hora de elegir nuevos emplazamientos mineros e industriales. Pueden citarse Covarrubias, Poza de la Sal, Sasamón, Lerma, Astudillo y Burgos.

La ciudad más importante es Burgos, que presenta un crecimiento rápido; debido al mismo, existen numerosos barreros, con sus correspondientes fábricas de productos cerámicos, que se encuentran prácticamente incluídas dentro del casco urbano, con la consiguiente producción de ruidos, polvos, etc, que constituyen interacciones del tercer tipo de los expresados.

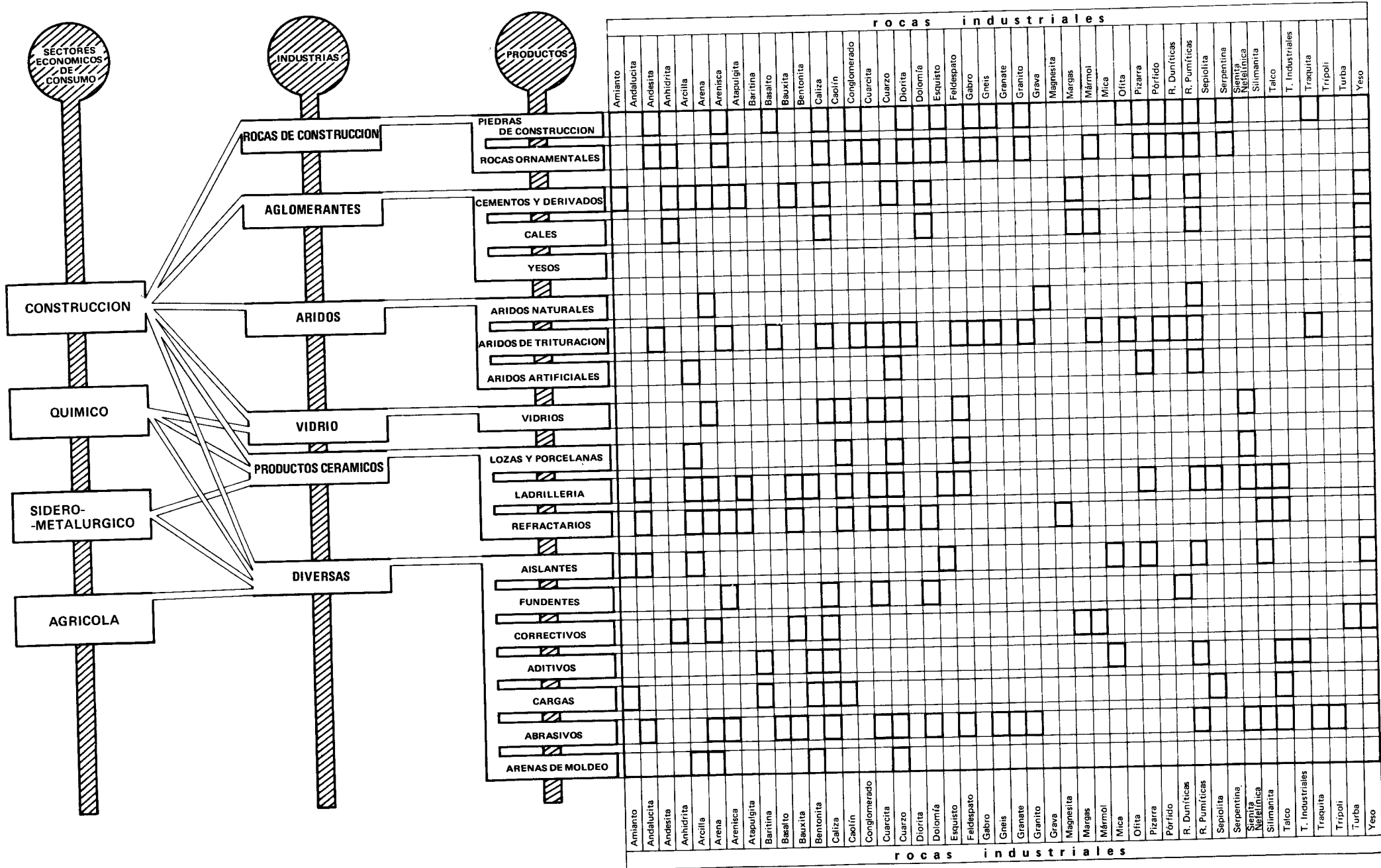
#### 1.4.— DEFINICION Y CLASIFICACION DE ROCAS INDUSTRIALES

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, generalmente muy simple), 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.

# SINOPSIS DE LA UTILIZACION DE ROCAS INDUSTRIALES



## **2.— GEOLOGIA GENERAL**

### **2.1.— GEOMORFOLOGIA**

El bloque o macizo de la Meseta española comprende varias unidades, una de las cuales, la Submeseta Norte, ocupa una gran parte en la Hoja.

A grandes rasgos, la región estudiada puede definirse como una cuenca sedimentaria, cuyos bordes están constituidos por cadenas montañosas.

En base a este criterio, se pueden distinguir tres zonas claramente diferenciables. Al Norte, la Cordillera Cantábrica; al S.E. la Sierra de la Demanda, correspondiendo el resto al conjunto denominado Submeseta Norte.

#### **2.1.1.— LA SUBMESETA NORTE**

Forma una llanura elevada de unos 800—900 m de altitud, que está comunicada con la Depresión del Ebro por medio de un estrecho portillo llamado Estrecho de Bureba, que se encuentra situado entre la Sierra de la Demanda y la Cordillera Cantábrica.

En sentido estructural, la Submeseta Norte tiene una naturaleza compleja, pues está formada por un zócalo antiguo, plegado y arrasado, que en el transcurso de los plegamientos posteriores ha obrado como un bloque rígido, antepaís o cratón, contra el cual se han plegado los sedimentos depositados en los mares periféricos, formando la Cordillera Cantábrica, y la Sierra de la Demanda. El desmantelamiento de estas cadenas montañosas, dió

lugar a los sedimentos de edad terciaria, que en ambiente continental se depositaron sobre la Meseta. Posteriormente a esta sedimentación, se produjo un breve basculamiento del conjunto hacia el Oeste que determinó la actual dirección de los cauces.

Las formas del relieve que se observan en la Submeseta Norte, están condicionadas por la distinta resistencia de los materiales, que ha dado lugar a una actuación diferencial de la erosión. En las zonas donde se depositaron las calizas pontienses el desmantelamiento ha progresado poco, debido a que dichas calizas protegen las formaciones infrayacentes, más blandas. La red fluvial se ha encajado profundamente llegando hasta el piso de las arcillas, donde la erosión ha podido avanzar más. Como resultado, se han formado valles en artesa de fondo plano y vertientes escarpadas; en cambio, los interfluvios defendidos por la caliza, han quedado intactos, formando las zonas de páramos. Una mayor degradación del páramo, produce un relieve integrado por cerros testigos y mesas de superficie plana.

En las zonas donde predominan las arcillas y arenas miocenas, la erosión no ha encontrado obstáculo, y ha realizado un proceso de desmantelamiento considerable; como consecuencia se ha producido una llanura de suaves ondulaciones, que se conoce con el nombre de "campiñas".

Es de destacar la "sobreimposición" que sufren algunos ríos en el área N.E. de la Hoja, como por ejemplo el río de Ubierna, cuya cauce se ha ido encajando transversalmente al relieve mesozoico de la Sierra de Santa Casilda.

#### 2.1.2.— LA CORDILLERA CANTÁBRICA

Constituye el límite Norte de la Meseta; está formada por sedimentos mesozoicos plegados, que se elevan suavemente sobre la altiplanicie castellana, para alcanzar rápidamente, fuera del área estudiada, alturas de 2.000 metros.

Los pliegues mesozoicos entran en contacto con el zócalo de la Meseta mediante una flexión pronunciada de la cobertera, que localmente puede pasar a falla.

En general las estructuras mesozoicas desaparecen, completamente arrasadas bajo el Mioceno horizontal, el cual fosiliza una penillanura suavemente inclinada, que termina bruscamente al pie de los relieves rocosos más resistentes del sistema montañoso.

La Cordillera Cantábrica presenta un tipo de relieve estructural característico, las loras, que son largos y estrechos sinclinales colgados, que a pesar de su altitud moderada constituyen un límite bien definido de la Cordillera.

La Sierra de la Demanda es un macizo montañoso que, como ramificación extrema del Noroeste de la rama septentrional de las cadenas celtibéricas, emerge del Mioceno de la Meseta y ocupa el Sureste de la Hoja. Separada de la Demanda por una fosa tectónica, se encuentra al Sur la Sierra de Urbión.

La Sierra de la Demanda forma como una verdadera muralla, aunque a veces se interpone una superficie de erosión inclinada que produce un paso insensible de los sedimentos de la cuenca al zócalo paleozoico.

## 2.2.— BOSQUEJO GEOLOGICO

Una vez situada la zona de estudio en el contexto morfogeológico se incluyen en este apartado, de una forma resumida, las características estratigráficas, tectónicas y de evolución de la misma.

Como se ha dicho, se pueden distinguir en la Hoja tres unidades litológicas y estructurales bien diferenciadas, a saber: la Sierra de la Demanda, situada al Sureste de la misma, las estribaciones meridionales de la Cordillera Cantábrica, que ocupan el borde norte y, por último, la Submeseta Norte, que abarca el resto del área estudiada.

### 2.2.1.— LA SIERRA DE LA DEMANDA

Constituye un gran macizo de materiales paleozoicos y mesozoicos que han sido afectados por la erosión postpontiense y que han resistido su acción, debido a su gran competencia.

En la historia geológica de la región se pueden distinguir tres períodos (COLCHEN, 1970): El primero comprende el Precámbrico y el Paleozoico hasta el Westfaliense; el segundo abarca desde el Westfaliense el Oligoceno Superior o Mioceno, y el tercero, desde el Mioceno a la actualidad.

- a) El período comprendido entre el Precámbrico y el Westfaliense se caracterizó por una abundante sedimentación detrítica, que sufrió después débiles movimientos epirogénicos, terminando con el plegamiento y metamorfismo de las rocas.

Sobre las formaciones precámbricas esquisto—areniscosas, aparece una potente serie predominantemente detrítica y aparentemente concordante. Esta primera fase transgresiva parece señalar el comienzo del Paleozoico. A continuación, y siguiendo el estudio de la serie sedimentaria, de muro a techo, se encuentran depósitos de carbonatos alternando periódicamente con material detrítico. Por último, tiene lugar una nueva sedimentación exclusivamente detrítica.

La sedimentación de estos materiales, que parece interrumpirse definitivamente en el Tremadociense, se intercala en ocasiones con emisiones volcánicas.

- b) La sedimentación no se reanuda hasta el Westfaliense, reposando los nuevos estratos en discordancia neta sobre los precedentes, plegados y metamorfizados. Se verifica en una cuenca parálisis, establecida al Noroeste y Oeste del Macizo, cuyas partes centrales están emergidas. Los materiales, de tipo molásico, se distribuyen en tres áreas de facies deltaica, de plataforma epicontinental y pelágica, respectivamente. La composición de los productos detríticos de estas zonas, similares a los que forman el núcleo de la Demanda, indican el área madre de los sedimentos.

El período existente entre el Westfaliense y el Trías no ha dejado ningún término estratigráfico, pero dada la débil discordancia que separa estos dos sistemas se puede suponer que no ha existido ningún trastorno de importancia; durante el Trías el área permaneció probablemente emergida de modo parcial.

En el Lías aparecen de nuevo niveles marinos datados. La sedimentación marina continúa hasta el Calloviense, época en que tiene lugar una emersión total que prosigue hasta el Cenomaniense. Este episodio continental está caracterizado por



sedimentos de facies diversas, visibles hoy en el borde del macizo y relacionadas con el Wealdico.

Después de este largo período sedimentario, se produce una fase de tectogénesis, caracterizada principalmente por la formación de un pliegue de fondo en los materiales paleozoicos, que se independiza en varios bloques mediante grandes fracturas.

Como consecuencia de este pliegue se crean dos clases de estilos tectónicos: el del zócalo, al que van rígidamente unidos los conglomerados westfalienses y triásicos, y el de la cobertera, despegada a favor del Keuper. En el zócalo los bloques se fracturan y se forman "escamas" que actúan según direcciones predominantes Este—Oeste. Por el contrario, las formaciones jurásicas se pliegan por su propia cuenta, pero según direcciones influenciadas por los movimientos de bloques del zócalo. Los bordes presentan de este modo una estructura heterogénea adquirida durante los primeros movimientos pirineo—alpinos antemiocenos.

- c) El período comprendido entre el Mioceno y los tiempos actuales está caracterizado por una sedimentación de tipo molásico continental, relacionada con los movimientos epirogénicos del macizo de la Demanda y la Llanura del Ebro. Al proseguir la Demanda su movimiento de emersión, los relieves creados eran erosionados y los productos de esta erosión se depositaban en los bordes inmediatos del macizo.

#### 2.2.2.— LAS ESTRIBACIONES DE LA CORDILLERA CANTÁBRICA

Los materiales aflorantes en la Hoja, exclusivamente mesozoicos, forman una serie de estructuras dislocadas y plegadas, de dirección general Este—Oeste, que se prolongan desde el anticlinal de Montorio hasta la Sierra de Santa Casilda. Los accidentes tectónicos de esta zona están gobernados por dislocaciones del substrato, con relación al cual el revestimiento toma localmente cierta independencia. Es lógico pensar en un despegue de la serie mesozoica, a nivel del Trías.

Según CIRY (1940), la formación de la Cordillera Cantábrica herciniana fué seguida de una fase de dismantelamiento que llegó a su mayor amplitud en el Pérmico, durante el cual algunas manifestaciones volcánicas significan episodios orogénicos tardíos. Esta fase erosiva, que prosigue durante el Trías Inferior, culmina en el Trías Superior con una facies lagunar, que se prolonga hasta el Sinemuriense. En el Hetangiense, sin embargo, existen ya calizas de facies netamente marinas, que anuncian la transgresión liásica.

El régimen marino se establece en el Lotharingiense y dura hasta el Calloviense, aunque el borde de la cuenca hacia el sur queda oculto bajo los sedimentos terciarios. Después del Calloviense, una gran emersión eleva la región de Asturias y la Meseta de forma que, durante todo el Jurásico Superior, no parecen haberse formado depósitos importantes.

Desde el Neocomiense hasta el Cenomaniense, por el contrario, se acumulan, en régimen lacustre o continental, grandes espesores de sedimentos que forman las facies Weald. Durante el Cenomaniense se produce una gran transgresión, en la que el mar recubre los antiguos materiales jurásicos. En el borde sur del macizo se forma un surco que permanece hasta el Turoniense Superior, en que se desplaza hacia el Norte.

Los sedimentos marinos maestrichtienses están mucho menos extendidos que los precedentes. Desde un punto de vista general, el Maestrichtiense marca el final del gran

surco navarro—cántabro, cuyos depósitos se hacen neríticos.

En la base del Eoceno hay un principio de transgresión que no adquiere entidad hasta el Ypresiense, con depósitos de calizas. Por último, los sedimentos miocenos cubren el conjunto, siendo erosionados posteriormente.

### 2.2.3.— LA SUBMESETA NORTE

En tiempos post—oligocenos se produce una elevación de los bordes de la cuenca, con el consiguiente hundimiento de la zona central. El drenaje es hacia el Este, a través del actual "corredor de la Bureba". Las mayores profundidades parecen encontrarse en el área de Valladolid—Palencia.

El movimiento descrito va acompañado de una fuerte erosión de los materiales de la orla marginal, que se depositan en la cuenca colmatándola en parte. Posteriormente se produce el endorreísmo de la cuenca.

Desde el Vindoboniense Superior hasta la deposición de las facies Pontieneses, el área funciona como una cuenca endorreica en la que los materiales detríticos se depositan en los bordes mientras que la mayor concentración salina se alcanza en el centro, con facies margo—yesíferas. Esta deposición culmina con la formación de la caliza de los páramos. Colmatada la cuenca, en período post—pontiense, se verifica una basculación de la misma hacia el Oeste.

Al principio, el poder erosivo de la nueva red hidrográfica, en busca de su perfil de equilibrio, provoca la erosión de una gran parte de los sedimentos químicos. Durante el plioceno superior las condiciones climáticas facilitan la formación de rañas, que han sido erosionadas posteriormente, siendo estos depósitos removilizados y sus materiales depositados en los cauces actuales.

## 2.3.— SERIES SEDIMENTARIAS

### 2.3.1.— CAMBRICO ORDOVICICO

Las formaciones paleozoicas antecarboníferas, que afloran en la Sierra de la Demanda, en general han sido datadas por los autores, como Cámbrico. En 1942, H. SAMPELA-YO, anota la existencia de Cruziana prevosti, conocida en el Arenig. F. LOTZE (1961) data como Cámbrico a la totalidad de estas formaciones.

A partir de la observación de cortes estratigráficos, se ha construido la columna de los terrenos Cámbrico—Ordovícicos en el W. de la Sierra de la Demanda.

Según la descripción de F. LOTZE (1961), se distinguen los siguientes niveles:

Nivel I.— Esquistos gris azulados; bien estratificados, con frecuentes niveles de esquistos negros intercalados.

Nivel II.— 250 m.— Formación conglomerática, compuesta por cantos de aplita con turmalina.

Nivel III.— 500 m.— Areniscas y esquistos alternando; los bancos de areniscas presentan frecuentemente lechos arcósicos.

Nivel IV.— 50 m.— Areniscas, esquistos y dolomías, finamente estratificadas. Contienen numerosos niveles mineralizados de pirita.

Nivel V.— 70 m.— Calco—dolomías, de color gris azulado, mineralizadas con calcopirita, tomando por alteración un color marrón.

Nivel VI.— 100 m.— Alternancia de esquistos y calcoesquistos.

Nivel VII.— 100 m.— Esquistos y areniscas verdes, que contienen en numerosos puntos, braquiópodos y restos de trilobites.

Nivel VIII y IX.— (200 a 250 m).— Serie homogénea de esquistos y areniscas, de color verde grisáceo, con interestratificación de niveles rojos (VIII) en los tramos inferiores.

Nivel X.— (100 a 150 m).— Constituido por areniscas lígeramente feldespáticas, con grandes granos de cuarzo y cemento micáceo, presentando niveles con estratificación oblícuca.

Nivel XI, XII y XIII.— Potente serie arenisco—esquistosa, de características Flysch.

El nivel XI, de 500 a 600 m, de potencia, está separado del Nivel XIII, por el Nivel XII, constituido por areniscas, con granos de cuarcita.

Para F. LOTZE (1961), el Nivel XIII es el último de esta serie Precarbonífera, pero M. COLCHEN (1964) la amplía en un sector geográfico situado entre el Portillo de Necutia, y el Pico de Salineros, con la sucesión siguiente:

Nivel XIV.— 150–200 m.— A continuación del fluscl arenoso subyacente, se encuentran más areniscas micáceas alternando con esquistos.

Nivel XV.— Compuesto por un conglomerado de cantos de cuarzo mal clasificados, con una matriz abundante. Existen unos niveles más homogéneos que otros, existiendo un cambio lateral de uno a otro tipo.

Este conglomerado acompaña normalmente al Flysch, el cual se hace sensiblemente más potente hacia el Este, desapareciendo en esa dirección los conglomerados. Este hecho parece indicar el carácter transgresivo de estos últimos.

Según F. LOTZE, todo este conjunto pertenece al Cámbrico, pero para M. COLCHEN (1964), la formación conglomerática, situada sobre el Flysch, es intra—ordovícica, por comparación de niveles semejantes que aparecen en la Montaña Negra, como indican THORAL y GEZE.

Esto sugiere la presencia del Ordovícico, sobre el Cámbrico.

### 2.3.2.— CARBONIFERO

Los sedimentos carboníferos afloran de modo discontinuo, pudiéndose distinguir (M. COLCHEN, 1970), varias formaciones:

- Formación de Fresneda.
- Formación de Valmala—Alarcia.
- Formación de Pineda—Villasur.
- Formaciones de Urrez y de San Adrian.

De todas estas formaciones, la única que no está incluida en la zona de estudio, es la primera.

En general las formaciones carboníferas están constituidas por rocas esencialmente detríticas. En lugares donde la serie está más completa, se compone de 11 unidades litológicas bien diferenciadas.

Nivel I.— Conglomerado, muy heterogéneo y con muy mala clasificación, aunque en los horizontes superiores, están mejor clasificados.

El conjunto tiene un color rosáceo.

El área madre de estos conglomerados parece ser las formaciones cámbrico—ordovícicas, que afloran en la proximidad, ya que la composición de los cantos de este conglomerado es semejante a la de los materiales cámbrico—ordovícicos.

Nivel II.— En la base, areniscas groseras mal estratificadas alternando, de forma irregular, con conglomerados. Hacia el techo la estratificación se hace más neta, constituyendo una clara alternancia arenisco—esquistosa.

Los espesores de cada secuencia elemental, son frecuentemente de 1 m a 15 cm.

Nivel III.— Conglomerados, con cantos de menor tamaño que el nivel conglomerático precedente.

Según las zonas, las características de este conglomerado varían.

Hacia el E. Están mal clasificados y distribuidos en lentejones, mientras que hacia el W están mejor clasificados y estratificados.

Nivel IV.— Alternancia de areniscas y esquistos, color rosáceo, que desaparecen hacia el techo. Se pueden observar numerosos fragmentos de tallos.

En Alarcia este nivel contiene cuatro capas de carbón.

Nivel V.— Constituido por conglomerados, formando así el tercer nivel conglomerático. Cantos de forma redondeada.

Nivel VI.— Alternancia de areniscas—esquistos. El espesor de los niveles varía entre 6 cm y 1 m.

Contienen gran cantidad de fragmentos de plantas flotantes.

Nivel VII.— Areniscas microconglomeráticas, en bancos de más de 1 m de espesor separados por lechos arenisco—arcilloso.

Nivel VIII.— Alternancias de espesor variable según la zona, en Fresneda (70 m) y en Valmala (150 m).

Esta alternancia está regularmente estratificada según una secuencia con dos términos. Los términos superiores están siempre presentes y con notable espesor; por el contrario, los términos inferiores tienen más espesores en el E. que en el O.

Existe una presencia constante de carbonatos, aunque en mayor proporción en Fresneda que en Valmala.

Nivel IX.— Areniscas de microconglomerados, con cantos poligénicos, con diámetros que no sobrepasan los 2 mm, cuya composición es cuarcítica. Cemento arcilloso—filítico.

Nivel X.— Constituido por lentejones y nódulos dolomíticos, interestratificados en los esquistos y areniscas.

Los lentejones dolomíticos tienen un espesor variable, desde algunos centímetros a 1 m, de color castaño y gris azulado, dispuestos en lechos irregulares paralelos a la estratificación.

Nivel XI.— Este nivel sólo es visible en Fresneda.

Está constituido por esquistos de color gris azulado, finamente estratificados, que contienen nódulos, de forma irregular, rodeados de una película gris—negra de óxido de hierro. Estos nódulos están compuestos de cuarzo y micas, envueltos en un cemento carbonatado.

### 2.3.3.— TRIASICO

Hay que distinguir el Trías que aflora en el Mesozoico del borde meridional de la Cordillera Cantábrica (a) y el Trías que aflora en la Sierra de la Demanda (b).

- a) En esta zona, el Trías solo está representado por el Keuper, que aflora mediante diapiros de distintas características. Unos son chimeneas diapíricas, mientras que otros son murallas relacionadas con fracturas longitudinales.

La composición de los materiales es: arcillas de colores abigarrados, yesos y sal común.

- b) En la Sierra de la Demanda, el Trías está representado por sedimentos pertenecientes al Buntsandstein y el Keuper.

El Buntsandstein tiene una potencia aproximada de 100 m y está constituido por conglomerados, de cantos de cuarcita, procedentes del Cámbrico o del Carbonífero. Además de estos conglomerados, existen areniscas abigarradas alternando con pequeños bancos de arcillas.

El Keuper está formado por margas y arcillas de colores abigarrados, que contienen jacintos de Compostela.

### 2.3.4.— JURASICO

- a) Liásico—Dogger

El Jurásico marino es uno de los sistemas mejor estudiados, debido sobre todo al gran número de fósiles que contiene.

Según MORILLO—VELARDE, M. J. y MELENDEZ HEVIA, F., (1972) dentro de la serie se pueden hacer cinco grandes divisiones, en las que se pueden localizar los distintos pisos del Lias—Dogger.

El primer tramo de la serie, corresponde a las "carniolas", situadas en la base del Jurásico, totalmente azoico, pero que de acuerdo con los criterios generales que se utilizan, se sitúan en el Hetangiense. Tienen una potencia de 150 m.

El segundo tramo es predominantemente calcáreo, en el que empieza a aparecer fauna abundante, pudiéndose datar como Sinemuriense.

El tramo tercero está compuesto por calizas grises, sublitográficas, arcillosas, en

bancos de un metro, y por calizas lumaquéticas, arenosas y margosas, alternando con abundantes capas de margas, de color ocre o gris. Contiene fauna muy abundante, en la que aparecen los primeros Ammonites, que permiten datarlo como Pliensbachiense. Litológicamente, en este tramo se puede distinguir una parte inferior, calco—margosa, y otra superior biodetrítica. Su potencia es de 53 m.

El cuarto tramo está constituido por una serie rítmica calcomargosa, en bancos de 30 cm, de color pardo claro. Es un nivel extraordinariamente rico en restos de fósiles, que han permitido datar este tramo como Toarciense: Tiene 27 m de potencia.

Por último, el quinto tramo corresponde al Dogger, pudiéndose diferenciar el Bajociense del Bathoniense. El primero está compuesto por una serie rítmica de calizas margosas y margas de aspecto noduloso, con 8 m de potencia, seguido de un tramo de 6 m de caliza lumaquética; a continuación se encuentra una serie rítmica calco—margosa de 13 m de potencia, y por último, 12 m de caliza gris, compacta, tableada, oolítica, en bancos de 30 cm.

El Bathoniense se caracteriza por su carácter calcáreo aunque en el techo de la serie se hace más arenoso, para dar paso finalmente a las arenas amarillas claras de facies Purbeck.

#### b) "Purberck" — "Weald"

Las calizas arenosas del Bathoniense superior dan paso de forma progresiva, a una serie predominante clástica, muy variada, de facies "Purbeck" "Weald", que ha sido detalladamente estudiada por BEUTHER y TISCHER (1965), quienes dividen a la serie en cinco grupos que son: "Tera", "Oncala", "Urbién", "Enciso" y "Olivan", cuyo desarrollo espacial es muy variado indicando unas condiciones paleogeográficas muy complejas. En la zona estudiada sólo existen dos grupos, el "Tera" y el "Urbién".

El grupo "Tera", está constituido por una serie de unos 230 m compuesta por areniscas, arcillas, conglomerados, margas y calizas de facies salobre—continental. Las areniscas, poco compactas, son de color amarillento, con cemento calcáreo y grano de medio a grueso. Las arcillas, de color rojo, son muy abundantes. Las margas, de color grisáceo, constituyen un tránsito a las calizas, que son cristalinas, muy compactas, de color blanco a gris. El tránsito desde las calizas del Bathoniense es gradual, lo que parece indicar que puede corresponder al Malm.

Bruscamente, y separada por una ligera discordancia, se desarrolla una nueva serie, también detrítica, constituida casi exclusivamente por conglomerados y areniscas, que forman el grupo "Urbién"; la existencia de esta pequeña discordancia, así como la falta del grupo "Oncala", demuestra la existencia de movimientos intermedios.

KEUPER (1965) sitúa la mayor parte de estas series continentales en el Malm, pese a la escasez de fósiles existentes; MORILLO—VELARDE, M.J. y MELENDEZ HEVIA, F. (1972), consideran que es posible que el grupo "Urbién" corresponda al Cretácico Inferior, teniendo en cuenta la posición estratigráfica, ya elevada, y la discordancia neocimérica basal.

### 2.3.5.— CRETACICO

#### 2.3.5.1.— CRETACICO INFERIOR

Formación "Arenas de Utrillas", compuesta por arenas gruesas, feldespáticas, predominantemente blancas, con delgados niveles arcillosos. Son frecuentes los cantos de cuarcita, que se suelen acumular constituyendo lentejones de escasa continuidad. Es frecuente la estratificación cruzada. Tiene una potencia de 90 m. Su edad es difícil de determinar, ya que carece de fósiles, sin embargo, como en las capas superiores la primera fauna que aparece es Cenomaniense, se puede pensar que corresponde al Albiense.

#### 2.3.5.2.— CRETACICO SUPERIOR

La siguiente unidad está formada por margas y calizas margosas de color ocre grisáceo, con fauna muy abundante. Su potencia total es de 70 m.

La edad de esta formación margosa abarca según la fauna de Ammonites, desde el Cenomaniense al Turoniense inferior.

Sobre las margas anteriores se desarrollan unas calizas muy compactas, a veces dolomíticas, de color gris claro o gris oscuro, fosilíferas, aunque no tanto como el tramo margoso inferior. Su potencia es de 390 m. Están bien estratificadas. Su edad, basada en la fauna de Ammonites, abarcaría desde el Turoniense superior al Coniaciense y quizás Santoniense.

El tramo más alto que aparece en esta zona es el de las "carniolas" del Cretácico superior, que está separado del anterior por unos 30 m de margas blancas a ocre. Está compuesto por calizas brechoideas, a veces dolomíticas, de color gris rojizo. Presentan mala estratificación con aspecto general masivo. Su potencia es de 80 m. Carecen de fósiles por lo que la edad resulta incierta. Según WIEDMANN (1964), corresponden al Santoniense—Maestrichtiense.

### 2.3.6.— OLIGOCENO

Sobre los materiales plegados se produce una sedimentación rápida de materiales oligocenos en régimen continental y lagunar. Debido al tipo de ambiente sedimentario existen cambios laterales de facies, que hacen que las características litológicas de los materiales varíen de unas zonas a otras.

En la parte norte aflora una banda de areniscas y margas que hacia el techo, pasan a margas, margas arenosas y calizas margo—arenosas.

En el borde occidental de la Sierra de la Demanda, se ha observado que existe una formación de brechas de cantos calcáneos y matriz arcilloso—arenosa, de color rojizo, con un buzamiento de 5° a 15°. Esta formación está en contacto discordante con las calizas senoniense.



### 2.3.7.— MIOCENO

En tiempos post—oligocenos se produce una elevación de los bordes de la cuenca. Este movimiento va acompañado de una fuerte erosión; los materiales producidos por ella se depositan en la cuenca, colmatándola en parte. Posteriormente se produce el endorreísmo de dicha cuenca.

#### 2.3.7.1.— FACIES MARGINALES

Bajo esta denominación, se pueden distinguir diferentes facies según el borde del área madre.

##### FACIES VEGA DE RIACOS—ALAR DEL REY

Se compone de niveles de arcillas muy rojas, arcillo—arenosas, que alternan con conglomerados de cuarzo de gran espesor (hasta 10 m), con matriz arcillosa.

Es una facies marginal del Vindoboniense Inferior, que está en contacto sobre el conglomerado oligoceno o directamente sobre el Cretácico.

##### FACIES POZA DE LA SAL

Está compuesta por conglomerados y areniscas, que pasan lateralmente a facies de Bureba.

##### FACIES BUREBA

Constituye una facies marginal, con alternancia de conglomerados y arcillas. Hacia el S. los conglomerados desaparecen, y las arcillas pasan a margas blancas. Esta facies se apoya transgresivamente sobre el Oligoceno.

##### FACIES COVARRUBIAS

Son conglomerados calcáreo—silíceos, con cantos redondeados de muy diversos tamaños, con una matriz arcillo—arenosa. Están directamente apoyadas sobre el Paleógeno o sobre el Cretácico Superior.

Esta facies ha sido datada como Mioceno inferior en facies de borde, pero este hecho no está totalmente demostrado.

#### 2.3.7.2.— FACIES CENTRALES

Dentro de las facies centrales cabe distinguir, localizadas en diversas áreas y con pequeñas diferencias litológicas, tres facies:

##### FACIES TIERRA DE CAMPOS

Está localizada en la comarca con este nombre. Litológicamente está compuesta por

arcillas ocre amarillentas, algo arenosas.

Es una de las más características del Mioceno de la Cuenca del Duero.

#### FACIES GRIJALBA-VILLADIEGO

Es muy parecida a la facies anterior. Litológicamente se caracteriza por estar compuesta por arcillas rojas, arenosas, con niveles de pudingas, conglomerados y areniscas de hasta 5 m de potencia, con cemento calcáreo.

#### FACIES SANTA MARIA DEL CAMPO

Compuesta por arcillas rojas y ocre, con intercalaciones de arenas y areniscas blancas, con un tamaño de grano variable.

#### 2.3.7.3.— FACIES MARGOSO CALIZA DEL TRAMO INTERMEDIO

Esta facies se distribuye alrededor de las facies de margas yesíferas, siendo el paso de una a otra gradual.

#### FACIES MARGOSO-YESIFERA DEL TRAMO INTERMEDIO

Está localizada en el cuadrante S-W de la Hoja, litológicamente está constituida por margas blancas, margas con yesos, margas calcáreas y algunos niveles de caliza margosa, con una potencia total de 90-150 m. Constituye la "cuesta" de los páramos.

#### FACIES ARCILLOSA

Se localiza en el cuadrante N-W de la Hoja: está compuesta por arcillas rojas con algunos niveles de margas blancas y hasta calizas margosas.

#### 2.3.7.4.— CALIZAS DEL PARAMO

Formando la superficie de los páramos existe un banco de calizas cuyo espesor oscila entre 1 y 30 m son de color blanco o gris claro, cavernosas y frecuentemente presentan geodas de calcita.

#### 2.3.8.— PLIOCENO

Existen unos depósitos constituidos por cantos de cuarcita redondeados, con arcillas rojizas y arenosas, con una potencia variable, haciéndose mayor en los bordes (20-30 m). A estos depósitos se les denomina "raña".

Se apoya indistintamente sobre las facies y tramos miocenos inferiores.

### **2.3.9.- CUATERNARIO**

Se incluye bajo esta notación y como tal se encuentran cartografiadas las terrazas de los ríos y el aluvial reciente de los mismos. Los materiales que componen estos depósitos son gravas de naturaleza variada, dependiendo del área madre, aunque generalmente suelen ser de cuarcita. Tienen matriz arenosa.

### **3.— YACIMIENTOS NO EXPLOTADOS**

En la presente Hoja existe un elevado número de yacimientos prospectados, a cuyo estudio se dedica básicamente el capítulo que se inicia.

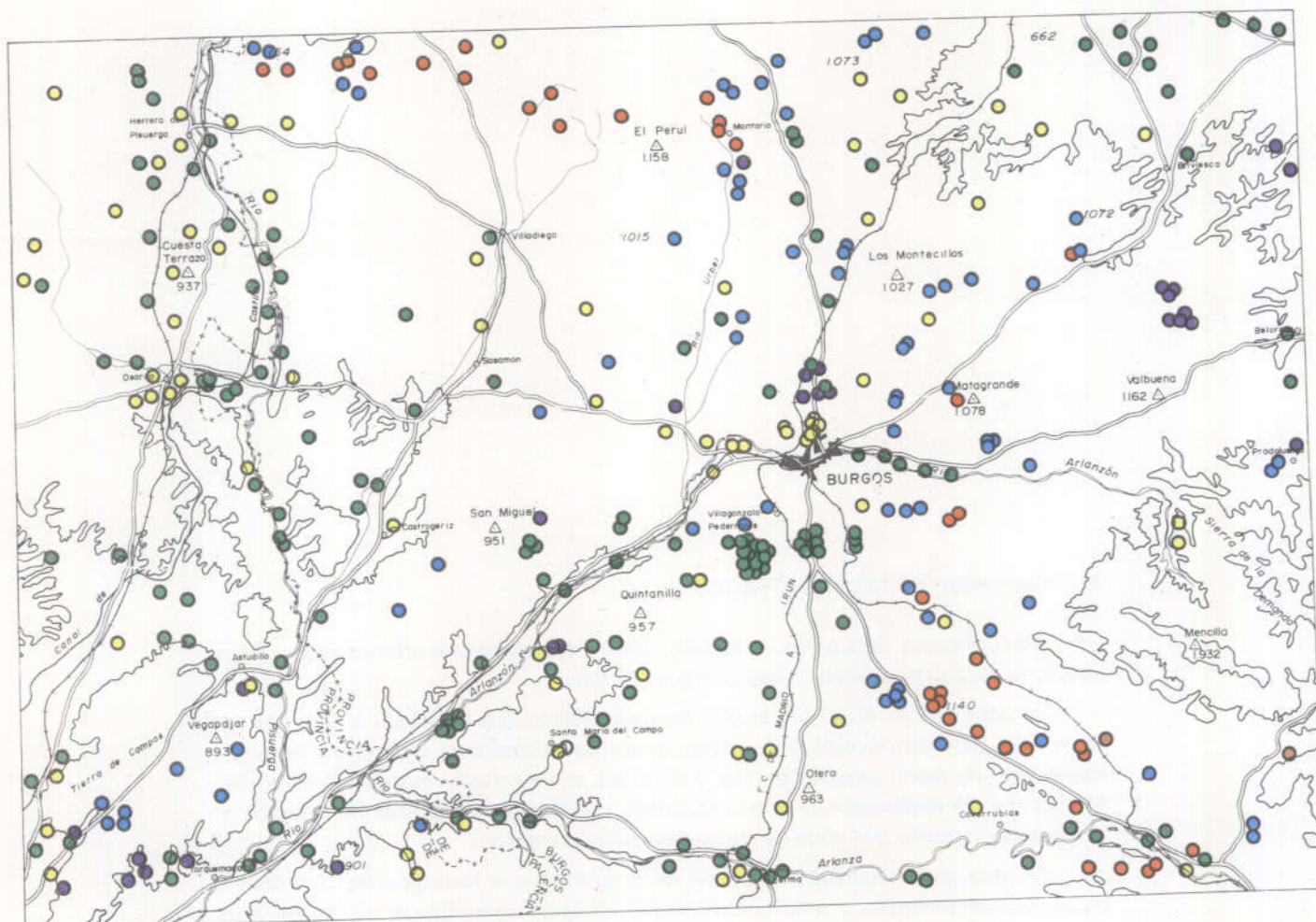
Se describen en él los principales de estos yacimientos, indicando la roca que los constituye, las características de la misma, su posible utilización y el conjunto de condiciones que, de modo general, facilitan o dificultan su explotación tales como situación, condiciones de recubrimiento, comunicaciones, proximidad de centros de consumo y condiciones naturales que aconsejan la preservación del entorno.

Por otra parte conviene indicar que como quiera que la homogeneidad de determinadas rocas en extensión y profundidad hace difícil la determinación de los límites de su yacimiento, ha sido obligado delimitar áreas o zonas explotables dentro del afloramiento local completo que, con frecuencia, ocupa ámbitos demasiado extensos en los que inevitablemente se perdería el verdadero concepto de explotabilidad potencial. Ello significa que a menudo, las reservas calculadas para un yacimiento constituyen, en realidad, un volumen inicial y referido exclusivamente al punto que se haya considerado como yacimiento.

#### **3.1.— ARCILLAS**

En el dominio de la Hoja estudiada existen abundantes afloramientos de arcillas que se distribuyen principalmente en las cuatro facies del Mioceno existentes en el área de estudio: Bureba, Tierra de Campos, Santa María del Campo y Grijalba—Villadiego. Apare-

## ESQUEMA DE SITUACION DE YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES



cen también arcillas en el Keuper y en los materiales de las facies de Utrillas, pero debido a la lejanía de los centros de consumo y a las pocas reservas que tienen, no se ha mencionado ningún yacimiento perteneciente a estas facies.

La facies Grijalba—Villadiego, ocupa el cuadrante Noroeste de la Hoja de Burgos. Litológicamente está constituida por arcillas rojas, algo arenosas, con algunos niveles intercalados de conglomerados y areniscas, de poco espesor. Se han inventariado 15 yacimientos que se encuentran situados en las Hojas de Herrera de Pisuergra (7, 10, 11, 15, 18, 19, 21, 23, 25), Villadiego (39) y Osorio (87, 89, 94, 108, 109), que reúnen un volumen de reservas muy elevado, pero siguiendo el criterio puntual de yacimientos, indicado en la introducción de este capítulo, y a la vista de los materiales aflorantes, las reservas estimadas son de 3.000.000 de metros cúbicos, como mínimo.

Los niveles arcillosos de la facies de Bureba se localizan en el cuadrante Noreste de la región estudiada. Son arcillas rojas y ocre alternando con conglomerados que van desapareciendo hacia el Sur. Se han inventariado un total de 4 yacimientos que corresponden a las estaciones 46, 48, 58 y 66 (Montorio) con un volumen aproximado de reservas de 640.000 m<sup>3</sup>.

Las facies Tierra de Campos se extiende por toda la comarca conocida con este nombre, al Sur—Oeste de la Hoja. Está constituida por arcillas amarillas y ocre algo arenosas, con lentejones de arenas intercalados. Esta última característica hace que los barreros de esta zona no siempre se puedan explotar, ya que en la mayoría de los casos abundan más las arenas que las arcillas.

Por último la facies de Santa María del Campo ocupa una gran extensión dentro del área de estudio, localizándose en el centro y sur. Está constituida por arcillas rojas y ocre, con numerosas intercalaciones de yesos y pequeños niveles calcáreos y margosos, lo que hace que, en muchos casos, no se puedan fabricar productos cerámicos de buena calidad, y que además el costo de los productos se eleve considerablemente, ya que la arcilla tiene que ser sometida a molienda. Se han inventariado dos yacimientos que corresponden a las estaciones 382 (Villagonzalo—Pedernales) y 338 (Lerma).

Los análisis realizados en dos muestras de arcillas recogidas en las estaciones 10 (Herrera de Pisuergra), y 66 (Montorio) han dado los siguientes resultados:

#### 1) Análisis mineralógico

Estación	Minerales principales	Minerales secundarios
10	Clorita 46 por ciento	Mica 30 por ciento Caolinita 25 <sup>o</sup> /o
66	Mica 85 por ciento	Caolinita 15 por ciento

#### 2) Análisis químico

Mtra	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	P.p.c.
10	59,91	13,21	4,30	0,16	6,34	1,39	3,07	0,32	11,28
66	46,91	8,48	3,00	0,10	18,30	0,81	2,43	0,27	19,69

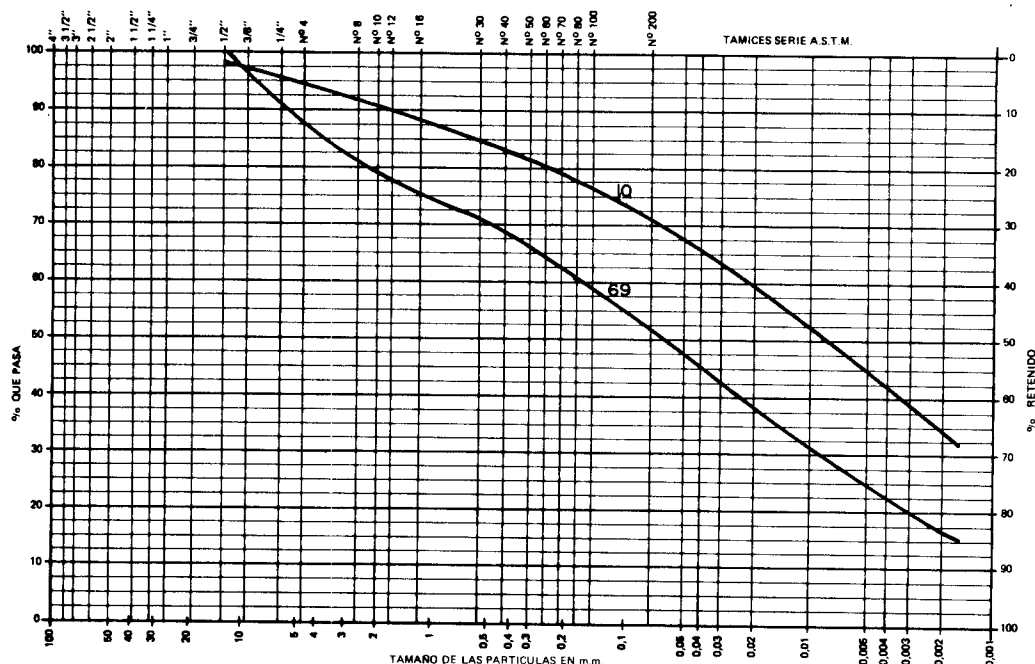


Fig. 1.— Análisis granulométrico por sedimentación de arcillas. Estaciones números 10 y 66.

### 3.2.— GRAVAS Y ARENAS

Son materiales muy abundantes en la Hoja estudiada, existiendo gran número de yacimientos no explotados. Estratigráficamente responden a diferentes edades: Cretácico, Mioceno, Plioceno y Cuaternario.

Los depósitos de gravas y arenas de edad cretácica ocupan áreas relativamente restringidas si se compara con las grandes extensiones de arenas miocenas y gravas cuaternarias. Estos sedimentos cretácicos, constituidos principalmente por arenas, en lugares muy localizados, tienen lentejones de gravas de mayor o menor importancia.

No se ha inventariado ningún yacimiento de grava del cretácico, ya que los niveles de este material son, generalmente muy escasos, teniendo mucha mayor entidad las arenas.

Los depósitos miocenos están constituidos preferentemente por arcillas, pero existen en ciertas zonas depósitos de arenas de gran importancia, como ocurre en los alrededores de Arcos y Serracín (Villagonzalo—Pedernales). Las facies Tierra de Campos y Santa María del Campo, son preferentemente arenosas, aunque, como ya se ha dicho en el apartado anterior, también tienen mucha arcilla. Dentro de los sedimentos pertenecientes a estas dos facies, se han inventariado 8 yacimientos de arena, que corresponden a las siguientes estaciones: 189, 190, 192, 194, 196, (Astudillo) 379, 224 (Castrojeriz) 262 (Villagonzalo—Pedernales). Como se puede apreciar, la zona donde se han inventariado más cantidad de yacimientos no explotados es en la Hoja de Astudillo. en el ámbito de



esta Hoja los materiales arenosos son muy abundantes, y se puede afirmar que prácticamente no han sido explotados en absoluto debido principalmente a que se encuentran lejos de los centros de consumo (Burgos y Palencia), y al bajo precio de la arena. Dar una cifra del volumen de las reservas en este caso es difícil, debido a las características sedimentológicas de las arenas: es decir: a causa de la forma de lentejones que adopta este material es difícil saber "a priori" si un yacimiento tiene o no continuidad, ya que en zonas tan ricas en arenas como puede ser la de Arcos, se han tenido que abandonar explotaciones al mes de empezar las tareas de extracción, debido a que el lentejón de arena se interrumpía bruscamente empezando a aparecer arcillas. Siguiendo un criterio conservador, las reservas calculadas de arena en estas dos facies es superior a un millón seiscientos mil metros cúbicos. (1.600.000 m<sup>3</sup>).

En las facies de Bureba, se ha inventariado un yacimiento de arena 72 (Briviesca). La zona que ocupa esta facies es también rica en arenas pero suelen presentarse con numerosos niveles de conglomerados y margas, que dificultarían la explotación y, en consecuencia, se encarecería el producto.

Los sedimentos granulares del Plioceno están constituidos por los depósitos denominados "rañas". Su interés como roca industrial es muy limitado en la actualidad, debido principalmente a que se encuentran en zonas de difícil acceso, si se compara con las graveras de los ríos, y por otra parte, a la poca potencia que suele presentar la raña. Debido a estas causas y a la abundancia de gravas cuaternarias, no se ha inventariado ningún yacimiento de raña.

Los yacimientos granulares de origen netamente fluvial se distribuyen principalmente a lo largo de los ríos Pisuegra, Arlanza y Arlanzón.

En el río Pisuegra y sus afluentes, se han inventariado diez yacimientos no explotados, en las estaciones 22 (Herrera de Pisuegra), 88, 90, 91, 95, 96, 98, 112 (Osorno), 186 (Astudillo) y 307 (Torquemada). Estas gravas están constituidas por cantos de cuarcita y caliza, incluidos dentro de una matriz arenoso-arcillosa. El espesor de estos depósitos oscila entre 1 y 2,5 metros. El volumen total de reservas reunido por estos yacimientos es superior a 400.000 metros cúbicos.

En el río Arlanzón, aunque existen numerosos yacimientos de gravas, la explotación de los mismos ha sido y es muy intensa, especialmente en las proximidades de Burgos. Esta es la razón por la que no ha sido posible determinar puntos concretos que se puedan considerar yacimientos no explotados. En numerosos casos, existentes graveras abandonadas, que poseen importantes reservas de este material; como ejemplo pueden citarse las estaciones 297, 213 y 211.

El río Arlanza es también muy pródigo en yacimientos de gravas, de las cuales se han extraído cantidades importantes, aunque mucho menos que del río Arlanzón. Se han inventariado cuatro yacimientos que corresponden a las estaciones 323, 326, (Santa María del Campo) 346 y 353 (Lerma). (Foto 1).

El volumen total de reservas reunido por estos yacimientos es superior a 160.000 metros cúbicos. La accesibilidad y demás características de explotabilidad son favorables en general.

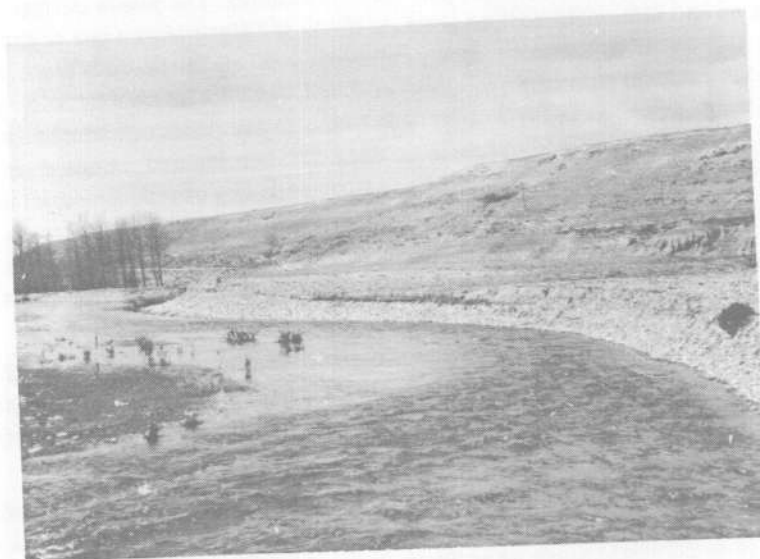


Foto 1.— Yacimiento de grava en el cauce del río Arlanzón. Estación 326.

### 3.3.— ARENAS SILICEAS Y CAOLIN

Las arenas caoliníferas se encuentran localizadas principalmente en dos grandes franjas, una al Norte de la Hoja estudiada, con una dirección general E-W., y la otra en el ángulo S-E, con una dirección SE-NW.

Estas arenas forman parte de la facies continental del Cretácico inferior, las denominadas capas de Utrillas. Son fácilmente reconocibles, ya que se componen de arcillas y arenas de vivos colores, y además constituyen casi siempre las laderas de las montañas, bajo los cantiles calizos del Cretácico superior.

Los sedimentos que componen las capas de Utrillas son de carácter predominantemente clástico: arenas y arcillas como los elementos constituyentes principales.

Las arenas son claras, blancuzcas, amarillentas, parduzcas o rojizas, y sólo ocasionalmente se presentan las de colores pardos, rojos y violetas. El tamaño de las gravas varía mucho existiendo todos los tránsitos desde las gravas y arenas gruesas y bastas, hasta las finas y muy finas. El cemento es calizo la mayor parte de las veces, raramente silíceo. Las arenas aparecen consolidadas en formas muy diferentes e irregulares: arenas sueltas, arenas cementadas, pasan tanto en sentido vertical como horizontal, a areniscas duras. Las arenas se componen fundamentalmente de cuarzo; sin embargo, se encuentran una cierta proporción de feldespato meteorizado que en muchas ocasiones llega a enriquecer el cemento, hasta constituir arenas caoliníferas susceptibles de laboreo. Incluidas en estas arenas, y de forma ocasional, se pueden presentar finas alternancias de hiladas, del grosor de milímetros, de arcillas grises con arenas pardo-amarillentas. A veces las arcillas y limos son portadores de yesos y de concreciones arcillo-ferruginosas, que pueden llegar a explotarse como bauxitas, siendo este el caso de Verich, (Teruel).

Como se puede deducir de todo lo anteriormente dicho, la importancia de estas

arenas como roca industrial es grande, ya sea por la casi constante presencia del caolín en la matriz de las arenas, ya sea por las características composicionales y granulométricas de las mismas, que permite que puedan ser utilizadas en amplios sectores industriales.

A la hora de explotar un yacimiento de arenas del "Utrillas" se pueden encontrar problemas, debido principalmente al ambiente sedimentario donde se han generado. Este factor provoca intensos cambios laterales y verticales en las características de las arenas, de tal forma que al considerar un yacimiento es imprescindible realizar un estudio detallado de todas las partes del mismo, para evitar el error debido a la falta de representatividad de las muestras.

Por otra parte, hay que destacar el importantísimo papel que juegan, en la explotación de estos yacimientos las instalaciones de clasificación y preparación de la arena y del caolín, consecuencia lógica de la cada vez mayor especialización que experimenta la industria. En la actualidad existen pocas explotaciones que estén provistas de la necesaria técnica, obteniéndose rendimientos francamente bajos; se puede afirmar que en la Hoja 5-3 (Burgos), un 80 por ciento de la producción de arenas caoliníferas se explota para ser utilizada como árido natural, siendo así que si fueran sometidas a la debida clasificación, se podrían utilizar como abrasivos, arenas de moldeo, fabricación de vidrios, en los insecticidas, etc., aparte de poder obtener el caolín que aún tiene mayor importancia industrial que las arenas.

La opinión más generalizada es que el caolín solo aparece en las arenas de las facies Utrillas, sin embargo, durante la campaña de campo realizada para la elaboración del presente proyecto, se ha podido comprobar que en áreas al Norte de la zona estudiada, cartografiadas como areniscas, conglomerados y margas del Cretácico inferior en facies Weald, aparecen niveles de arenas similares a las del Utrillas, que tienen una matriz caolinífera. Las posibilidades caoliníferas y de arenas silíceas en los materiales en facies Weald son tal vez muy amplias, pero el verdadero significado de estas posibilidades no quedará definido hasta realizar estudios de mayor detalle.



Foto 2.— Explotación abandonada de arenas en facies "Utrillas", que constituye un interesante yacimiento. Estación 335.

Se han inventariado los siguientes yacimientos: estaciones 5 (Herrera de Pisuegra), 29, 30, 33, 36 (Montorio), 169 (Belorado), 333, 337, 356 (Lerma), 364, 374 (Covarrubias). Un gran número de yacimientos se estudian en el apartado 4.3., debido a que en alguna ocasión han sido objeto de pequeñas explotaciones, extrayéndose arena para su utilización como árido natural. Su interés, sin embargo, radica en la calidad y cantidad de sus reservas. (Foto núm. 2).

### 3.4.— CALIZAS

El dominio calizo en la Hoja de Burgos es muy extenso, existiendo niveles calcáreos en la mayor parte de las formaciones que integran la columna general. De aquí se deduce la importancia que tienen estos materiales en el contexto general de las Rocas Industriales de la Hoja 5—3.

Las calizas más abundantes, y con mejores características para ser explotadas son las de edad cretácica, por varias razones, entre ellas la fácil accesibilidad a los yacimientos y la proximidad de dichos yacimientos a los centros de consumo.

Las calizas de páramo también son muy abundantes, pero presentan a la hora de explotarlas los problemas de su reducida potencia y las variaciones laterales y en profundidad de la composición de dichas calizas.

En cuanto a las calizas del Jurásico, aunque también son relativamente abundantes, afloran en lugares alejados de los centros de consumo, y en general de difícil acceso, razones éstas por las que no se ha considerado ningún yacimiento de calizas de esta edad.

Sintetizando las características generales de las calizas aflorantes en la Hoja estudiada, una primera consideración a hacer es que ninguna de las probetas realizadas ha dado resultados positivos. En todos los casos presentan recristalización, fracturas o impurezas que impiden que estas calizas puedan ser utilizadas como roca ornamental.

En general, los materiales extraídos se utilizan como árido de trituración. En cada caso se harán unas consideraciones sobre la utilización óptima de ciertos yacimientos activos o abandonados, que por las características de la caliza que contienen podrían ser empleados en otros sectores industriales distintos de los que actualmente consumen la producción de caliza.

Como ejemplo, puede citarse el caso de la explotación abandonada de la estación 121, en que las propiedades químicas de la caliza señalarían una utilización óptima en la industria de la fabricación de cemento. El análisis químico de una muestra ha dado los siguientes resultados; expresados en tantos por ciento.

<u>SiO<sub>2</sub></u>	<u>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>TiO<sub>2</sub></u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>K<sub>2</sub>O</u>	<u>Na<sub>2</sub>O</u>	<u>SO<sub>3</sub></u>	<u>P.p.c.</u>
2,02	0,30	1,21	—	53,07	0,56	0,11	0,09	0,23	23,4

Se han inventariado 15 yacimientos no explotados de los cuales 8 corresponden a calizas terciarias (del Páramo), y el resto son de edad cretácica con las siguientes estaciones: 1,2 (Herrera de Pisuegra), 26 (Villadiego, 44, 61, 67 (Montorio), 123, 129, 132 (Burgos), 209, 214 (Castrojeriz), 238 (Villagonzalo—pedernales), 282, 283 y 287 (Torquemada).

El dar una cifra de las reservas representa un problema, ya que en todos los casos, aunque se han dado yacimientos atendiendo a puntos concretos, esta roca suele formar verdaderas alineaciones montañosas en las de edad cretácica, o representan la parte superior de extensas parameras, en el caso de las calizas terciarias; siguiendo siempre un criterio conservador el volumen de reservas calculado es superior a 2.000.000 de metros cúbicos.

Los yacimientos 132, 209, 214, 238, 282, 283 y 287 son de edad terciaria. Por término medio la potencia de las formaciones calcáreas de esta edad oscila entre los dos y cinco metros, pero su extensión es grande, con lo que las reservas son importantes. Existen el problema de que para extraer una cantidad relativamente pequeña de material, es necesario explotar grandes extensiones de superficie de páramo. La utilización óptima de estas calizas es posiblemente la fabricación de cemento, pero en la actualidad se emplea como árido de trituración y como correctivo en las fábricas de azúcar. El acceso a todos los yacimientos anteriormente citados es, por regla general, fácil.

Las estaciones 1, 2, 26, 44, 61, 123 y 129 corresponden a yacimientos de edad cretácica, sus reservas son sensiblemente mayores que las que existen en las calizas del Páramo. La potencia de las series calcáreas del Cretácico, es muy superior a las del terciario. Por el contrario, la accesibilidad a los yacimientos suele ser más difícil.

Los análisis químicos realizados en muestra de calizas del Cretácico, han dado resultados negativos en cuanto a su utilización en la fabricación de cementos, ya que el tanto por ciento en  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  y  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  es inferior al admitido, mientras que el porcentaje en  $\text{CaO}$  es superior. Esta roca se utiliza en la mayoría de los casos en el sector de la construcción como árido de trituración, pero por características también podría ser empleada como aditivo en distintas ramas de la industria.

### 3.5.— MARGAS

Las márgas, en el área estudiada, aparecen en zonas de tres edades diferentes: en el Keuper, en el Cretácico y por último en el Mioceno.

Tanto las márgas del Keuper como las del Cretácico ocupan áreas restringidas, con potencias de poca importancia. Por esta razón, no se ha inventariado ningún yacimiento en ninguno de estos niveles estratigráficos.

Las márgas terciarias son las más importantes, ya que ocupan áreas relativamente extensas, aunque, en la mayoría de los casos, estén alternando con calizas, lo cual dificultaría la posible explotación.

En el ámbito de la Hoja de Briviesca se localizan la mayor parte de los yacimientos explotables de este material. Las márgas que aquí aparecen suelen ser arcillosas, de color gris claro.

Se han inventariado cuatro yacimientos, en las estaciones 79, 80, 85 (Briviesca) y 135 (Burgos). En general, la accesibilidad es buena, y las reservas grandes.

Un análisis químico efectuado a la muestra de la estación 79 (Briviesca), ha dado los siguientes resultados en tanto por ciento.

<u>SiO<sub>2</sub></u>	<u>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>TiO</u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>K<sub>2</sub>O</u>	<u>Na<sub>2</sub>O</u>	<u>SO<sub>3</sub></u>	<u>P.p.c.</u>
33,16	2,61	1,41	Indicios	32,12	2,52	0,31	0,15	—	27,61

A la vista de los datos obtenidos se puede afirmar que este tipo de margas difícilmente se podría utilizar en la fabricación de cementos tipo "Portland", ya que el porcentaje de SiO<sub>2</sub> es elevadísimo, mientras que por el contrario el CaO es demasiado bajo. Por otra parte, el tanto por ciento de MgO, es también más del que se admite en la fabricación de "Portland". Se podrían utilizar, sin embargo, en la fabricación de productos cerámicos bastos. De todo ello se deduce que el interés como roca industrial de las margas estudiadas es muy limitado.

### 3.6.— YESO

En la Hoja 5—3 de Burgos, las facies margo—yesíferas se localizan en el cuadrante Sur—Occidental y en la región de Briviesca, al Sur de esta ciudad.

En el cuadrante Sur—Occidental alcanza gran extensión y constituye la "cuesta" de los páramos.

Litológicamente está constituida por un espesor que oscila entre 90 y 150 metros en el que se presentan margas blancas, margas con yesos, margas calcáreas y algunos niveles de calizas margosas e incluso algún pequeño nivel de arcillas.

Todas estas características hacen que sea difícil la localización exacta de yacimientos explotables de yeso, siendo ésta una de las razones por la que no se ha inventariado ningún yacimiento de yesos en esta zona. Otra razón es que como consecuencia de la potencia de calizas y margas que existe por encima de los niveles yesíferos, la explotación de los yacimientos es necesario hacerla con la ayuda de galerías, forma ésta poco rentable de explotación (Foto núm. 3); si, por otra parte, se pretendiera explotar el yeso a cielo abierto, el desmonte que se tendría que realizar elevaría tanto el precio del producto que haría inviable la explotación.



Foto 3.— Explotaciones subterráneas de yesos en la zona de Torquemada.

En la zona de Briviesca y Belorado estas facies yesíferas alcanzan gran desarrollo y potencia; aquí los yesos tienen mayor importancia, porque apenas si existe el recubrimiento calcáreo que tenían en la zona de Torquemada, por otro lado, la cantidad de marga es menor, haciéndose más visibles los yacimientos. La explotación se puede realizar a cielo abierto, siendo ésta una forma más rentable. Se ha señalado un yacimiento de yeso en la Hoja de Briviesca, que corresponde a la estación 83, evaluándose sus reservas en 500.000 m<sup>3</sup> como mínimo. Litológicamente está constituido por yesos microcristalinos en la base, con margas yesíferas de techo, culminando en margas poco potentes. La accesibilidad a este yacimiento es excelente y a lo largo de la carretera se pueden observar perfectamente todos los niveles de yeso microcristalino, que tienen una potencia aproximada de 25 metros.

En la región de Burgos, existen numerosas zonas que están cartografiadas como facies yesíferas, pero debido a la abundancia de margas ha sido imposible determinar puntos concretos, donde se pueda garantizar la existencia de un yacimiento, ya que las margas enmascaran la visión de los yesos.



#### **4.— YACIMIENTOS EN EXPLOTACION O EXPLOTADOS**

Se incluyen en este capítulo todos los yacimientos que han sido o son objeto de explotación con fines industriales. Es necesario destacar que, mientras que el concepto de yacimiento es constante y va ligado a las características intrínsecas de la roca, la explotación es mucho más dependiente de factores económicos, en general sometidos a gran variación. Por otra parte, el hecho de que una cantera haya sido o sea explotada en la actualidad suele suministrar datos valiosos respecto a la calidad y volumen de reservas, y a la incidencia económica de sus productos en los mercados nacionales o locales. Por tales razones se ha optado por la separación entre yacimientos no beneficiados y explotaciones.

##### **4.1.— ARCILLAS**

En el dominio de la presente Hoja, existen 47 yacimientos de arcillas, que son o han sido explotados para la fabricación de productos cerámicos. De ellos, solo 12 están activos en la actualidad.

Las formaciones arcillosas muestran una amplia distribución, especialmente en el sector occidental.

Desde el punto de vista geológico, el tramo, en el que se encuentran los yacimientos explotables es únicamente el Mioceno.

Las arcillas terciarias, representan colores ocres—amarillentos y rojizos, dependiendo de la facies donde se localicen. En cuanto a las características granulométricas, varían

notablemente de unas facies a otras, e incluso dentro de una misma facies se encuentran diferencias importantes, causadas por cambios laterales y los lentejones de arenas, que aparecen intercalados dentro de las arcillas.

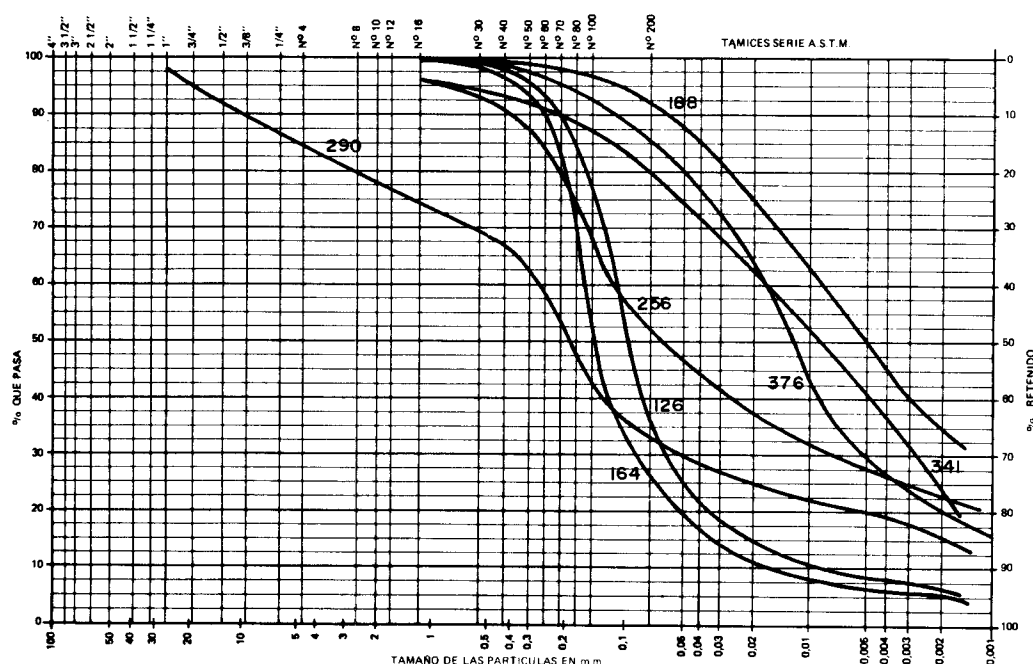


Fig. 2.—Análisis granulométricos de arcillas correspondientes a explotaciones activas o inactivas, en la facies de Santa María del Campo.

Las explotaciones de arcillas artesanales y familiares han desaparecido, y con ellas la fabricación de tejas. Actualmente tanto la extracción, como la transformación de esta materia prima, se efectúa de una forma mecanizada, en la que la mano de obra se ha reducido mucho, aumentando la producción. Esta ha sido quizás, la causa más importante de la desaparición de las pequeñas industrias. En la fabricación de tejas es necesario tener una maquinaria especializada, así como mucha mano de obra, lo que ha producido la desaparición de las tejas; por otra parte, la demanda de este material de construcción ha descendido notablemente.

Los principales centros de consumo son Burgos y Palencia. Las reservas son grandes y la explotabilidad y accesibilidad son excelentes en la mayoría de los casos.

Se darán a continuación algunos datos particulares sobre los distintos yacimientos explotados o inactivos, por hojas del mapa nacional 1:50.000.

En la Hoja de Briviesca, existe un solo yacimiento, que se esté explotando en la actualidad. Corresponde a la estación 81 y supone una producción de 30.000 T/año.

Se trata de una arcilla gris-verdosa, de características muy grasas; tiene un alto porcentaje de carbonatos (37 por ciento de calcita y 9 por ciento de dolomita), lo que hace que la calidad de los productos no sea muy buena.

La arcilla extraída en esta estación, es "apodrecida" dejándola reposar a la intemper-

rie, en el barrero, durante un año. Este proceso influye muchísimo en la calidad del moldeo y sobre todo evita un desordenado esfuerzo del conjunto de la maquinaria.

En la actualidad, solo se fabrica ladrillo de hueco doble, en cantidad aproximada de 8 millones de unidades/año. Está prevista la fabricación de ladrillo cara—vista y macizo, a finales del año 1975.

En la Hoja 17—10 (Osorno), existen 4 yacimientos de arcilla, de los cuales 3 están activos y uno es de explotación intermitente. Corresponden a las estaciones 99, 100, 107 y 110, con una producción total de 74.000 Tons./año.

Las arcillas tienen unas características muy grasas, aunque aparecen frecuentemente lentejones de arcillas arenosas y arenas, que se mezclan con las primeras para mejorar sus propiedades de cocción y también para evitar las importantes cantidades de estéril que suponen las arenas de cobertera.

Hace ya algunos años que se ha dejado definitivamente la fabricación de tejas, por la poca rentabilidad que proporcionaba este producto; actualmente toda la producción es de ladrillos.

En la Hoja de Burgos se encuentran 15 yacimientos de los cuales solo se explotan actualmente 4, con una producción de 48.800 Tons./año. La desaparición del resto de las explotaciones se debe fundamentalmente a tres causas: el descenso de la demanda, la mala calidad de las arcillas en esta zona y, por último, la industrialización de este sector, que ha obligado a las pequeñas industrias a cesar la fabricación por no poder competir con las grandes fábricas ni en calidad, ni en precio, ni en volumen de producción.

En la Hoja de Astudillo se sitúan 2 yacimientos de arcillas, de los cuales se explota 1 en la actualidad. Corresponde a la estación 195, y tiene una producción de 30.000 Tons./año. Se trata de una arcilla grasa que tiene intercalada lentejones de arena, que se mezclan con la arcilla para facilitar el moldeo y la cocción. La fábrica que explota el barrero de la estación 195, trabaja únicamente el ladrillo “cara vista” y ladrillo especial (de encargo). Estos ladrillos especiales se fabrican mezclando a la arcilla del barrero otra de color amarillo, que se importa de China.

En las Hojas de Castrojeriz, Villagonzalo—Pedernales y Santa María del Campo hay un total de 14 yacimientos, todos ellos abandonados, por tratarse de barreros de antiguas tejas. En la mayoría de los casos, son arcillas muy magras, y con alto contenido en carbonatos, por lo que son de mala calidad.

En la Hoja 17—12 (Torquemada) existen 3 yacimientos, de los cuales uno se explota actualmente, con una producción de 15.000 Tons./año. Se trata de la estación 186 (Foto núm. 4). Toda la materia prima extraída, se emplea en la fabricación de ladrillos (cara vista, hueco doble, hueco sencillo, rasilla, etc). Las arcillas son de colores ocre y grises de excelente calidad. La producción se destina íntegramente a abastecer las industrias de la construcción de Palencia.

Por último en la Hoja de Lerma se localizan 4 yacimientos explotándose solamente 1, que corresponde a la estación 341. La empresa explotadora del barrero es la última de las pequeñas empresas en régimen familiar que quedan en toda la zona estudiada, siendo también la única que hace tejas, aunque ha disminuído mucho la producción, dedicándose prácticamente toda la arcilla extraída a la fabricación de ladrillos de hueco doble, hueco sencillo, macizo y rasilla. Tiene una producción anual de 1.200 toneladas. La arcilla de este barrero es de color rojizo y características moderadamente grasa, por lo que no

necesita ser mezclada con arcillas magras o arenosas.



Foto 4.— Explotación de arcillas miocenas en la Hoja de Torquemada. Estación 200

Se ofrecen a continuación unos cuadros en los que se pueden observar las características granulométricas, composición química y mineralógica de las arcillas de la Hoja.

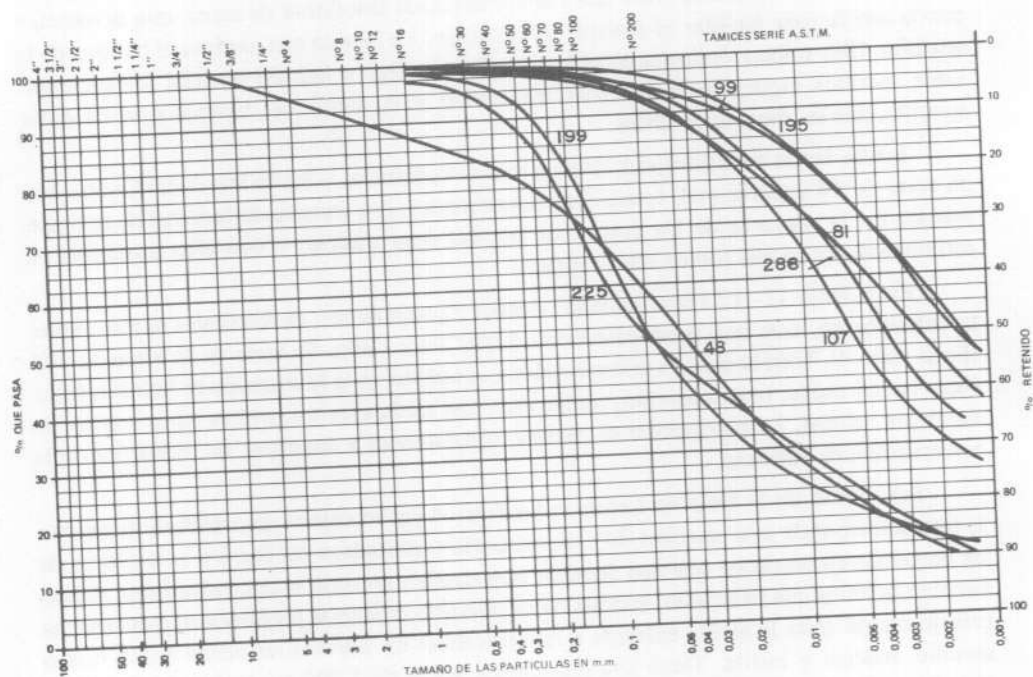


Fig. 3.—Curvas granulométricas de muestras de arcillas correspondientes a las facies Grijalba—Villadiego, Bureba y Tierra de Campos.

**TABLA A**

**Análisis granulométrico por sedimentación de muestras de arcillas de las facies Grijalba—Villadiego, Bureba y Tierra de Campos, expresados en tantos por ciento.**

Estación	Arena G	Arena F	Limo G	Limo F	Arcilla
99	3	4	13	20	60
107	4	3	21	35	37
81	2	6	15	27	50
195	3	3	10	24	60
199	9	39	25	12	15

**Facies Santa María del Campo. Intervalo de variación de los análisis granulométricos, en tantos por ciento.**

Arena G	Arena F	Limo G	Limo F	Arcilla
6—42	6—69	9—34	5—30	5—40

**TABLA B**

**Análisis mineralógico, en tantos por ciento, de la fracción arcilla**

1.— Facies Grijalba—Villadiego, Bureba y Tierra de Campos.

Estación	Montmorillonita	Mica	Clorita	Caolinita	Calcita	Int.
107	—	26%	15%	7%	—	—
81	2%	31%	—	4%	2%	—
195	—	53%	—	7%	—	—
198	—	18%	7%	4%	—	—

2.— Facies de Santa María del Campo.

Estación	Montmorillonita	Mica	Clorita	Caolinita	Calcita	Int.
126	—	8%	8%	2%	—	—
164	—	6%	—	1%	—	6%
168	—	38%	14%	10%	—	—
256	—	29%	—	9%	—	—
316	—	11%	3%	3%	—	11%
341	—	17%	—	6%	—	8%

**Int** = Interestratificado del Illita—Montmorillonita

**TABLA C**  
Análisis químicos de la muestra global, en tantos por ciento.

Est.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	P.p.c.
10	59,91	13,21	4,30	0,16	6,34	1,39	3,07	0,32	—	11,28
48	42,12	4,51	1,25	0,09	25,78	1,23	1,25	0,39	—	23,38
66	46,91	8,48	3,00	0,10	18,30	0,81	2,43	0,27	—	19,69
81	38,96	8,37	3,80	0,21	21,76	2,32	1,47	0,50	0,06	22,55
99	57,06	19,63	7,13	0,31	1,21	1,28	3,64	0,56	—	9,08
107	50,79	19,66	4,60	0,22	8,82	0,78	2,81	0,86	—	11,65
126	81,76	10,06	3,01	0,40	1,12	0,22	0,03	0,16	—	3,24
164	89,68	4,31	1,11	—	0,48	0,20	0,41	0,25	—	3,56
168	62,80	12,04	4,93	0,44	4,96	1,86	2,71	0,30	—	9,96
195	57,18	19,74	1,04	0,46	5,28	1,30	3,26	0,60	0,39	10,74
199	69,86	11,30	2,68	0,34	5,15	0,80	1,48	0,26	0,38	7,75
205	56,81	14,37	6,97	0,52	5,18	1,32	3,45	0,58	—	10,70
229	76,67	8,69	2,68	0,13	3,86	0,64	0,68	0,26	—	6,39
286	26,72	6,22	2,20	0,08	28,44	6,66	0,61	0,26	—	28,81
316	54,26	18,36	2,57	0,48	6,52	1,19	2,24	0,38	—	14,00
341	50,74	10,79	3,17	0,35	15,16	0,34	2,83	0,31	—	16,31

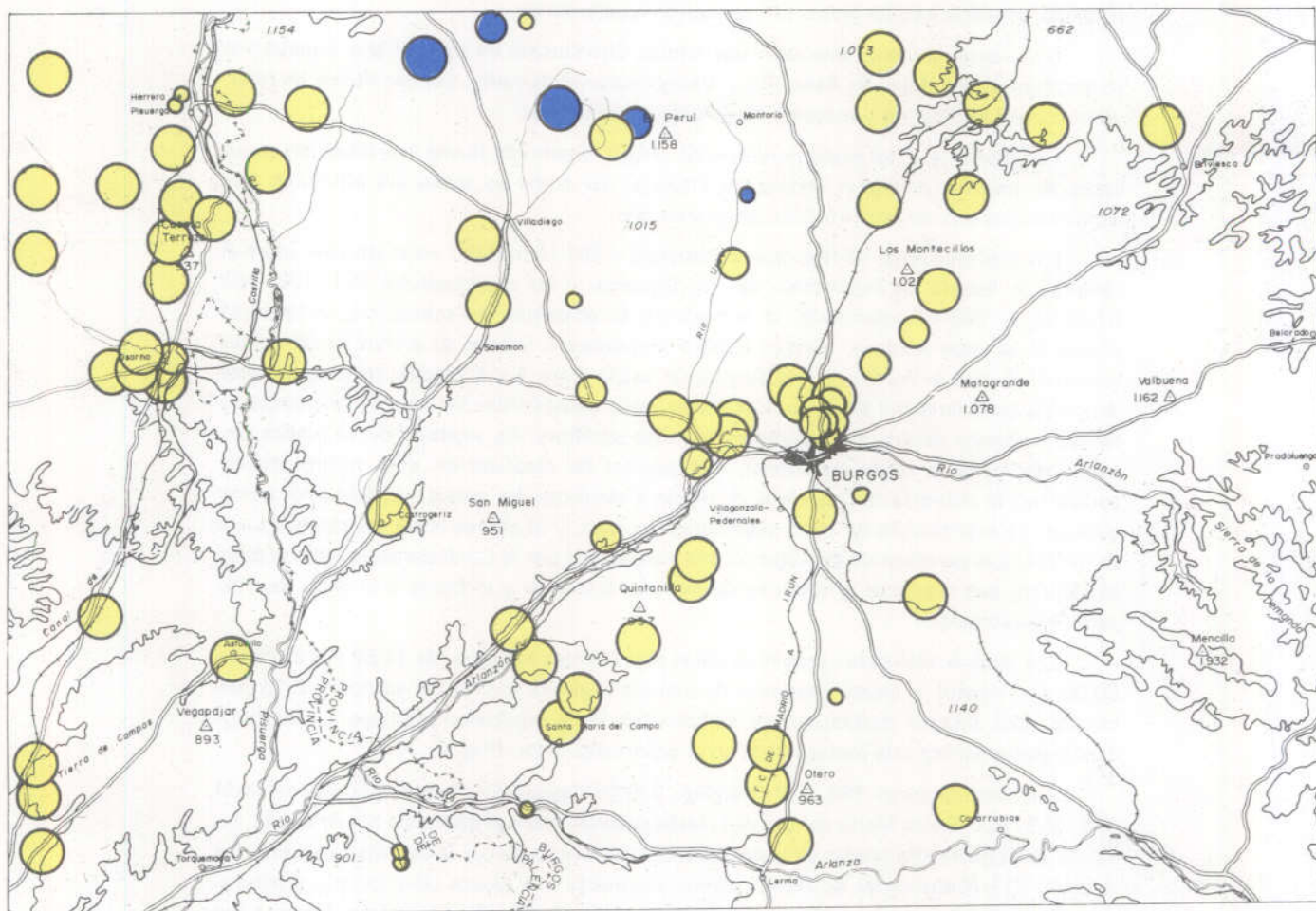
Como se ve en los datos de los cuadros y en las curvas granulométricas presentadas, en general, las arcillas de las facies Grijalba—Villadiego, de Bureba y de Tierra de Campos, son arcillas limosas, con un elemento arenoso de poca importancia, excepto en la estación 198. A partir de 0,0625 mm los gradientes de las curvas son constantes y en general tienen una cantidad importante de partículas menores de 0,001 ml. En la facies Santa María del Campo, los análisis granulométricos efectuados nos dan unas proporciones elevadas de elementos arenosos, frente a bajos tantos por ciento de limo y arcilla. En general se puede observar una diferencia notable entre esta facies y las anteriores.

En cuanto a la composición mineralógica, es destacable la ausencia casi total de montmorillonita; en general existen altos porcentajes de mica. La arcilla de la estación 168, tiene unas buenas características, debido a su alto contenido en caolinita (10 por ciento) y su bajo tanto por ciento en elementos arenosos (7 por ciento). Por el contrario, en la arcilla de la estación 256, el alto contenido en caolinita (9 por ciento) queda paliado por la gran abundancia de arena.

Por último, de los análisis químicos se deduce que su contenido en SiO<sub>2</sub> es elevado en general, especialmente en las estaciones 126 y 164, la proporción de CaO varía mucho de unos yacimientos a otros: mientras que en la estación 286, el contenido en CaO es de 28,44 por ciento, en la estación 164 es de 0,48 por ciento, existiendo todos los porcentajes intermedios. El MgO se presenta en baja proporción en la casi totalidad de las muestras analizadas.

# PRODUCTOS CERAMICOS

ESQUEMA DE YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES SEGUN SU UTILIZACION OPTIMA Y RESERVAS



## UTILIZACION



Ladrilleria



Ceramica

## RESERVAS

○ < 10.000 m<sup>3</sup>

○ 10.000 - 100.000 m<sup>3</sup>

○ > 100.000 m<sup>3</sup>

#### 4.2.— ARENAS Y GRAVAS

Estos yacimientos se encuentran extendidos por toda la Hoja, habiéndose inventariado 137, de los cuales 26 están en producción y 111 abandonados.

Estratigráficamente responden a tres edades diferentes. Las arenas son de edad miocena, mientras que las gravas son cretácica y cuaternarias.

Las arenas miocenas muestran una amplia distribución en todo el área aunque son destacables en las Hojas de Astudillo y Villagonzalo—Pedernales, por ser donde las reservas son más importantes y mayores las cantidades extraídas.

Las gravas de edad cuaternaria son de origen netamente fluvial y se localizan en los valles de los ríos Arlanzón, Arlanza y Pisuerga, así como en todos sus afluentes. Los depósitos aluviales de estos ríos son poco arenosos.

Las explotaciones 16 (Herrera de Pisuerga) y 201 (Astudillo) están situadas sobre el cauce o la llanura de inundación del río Pisuerga, y las explotaciones 101, 102, 103 (Osorno), y 285 (Torquemada) se encuentran en afluentes del mismo río; el material aluvionar es poco arenoso, aunque existen lentejones o hiladas de arenas de diferentes tamaños; el espesor medio de esta formación oscila entre 1 y 4 metros, reposando sobre depósitos granulares del terciario. Las gravas están constituídas por cantos de cuarcita y caliza, incluidos dentro de una matriz arenosa—arcillosa. La explotación se realiza por medio de palas o retroexcavadoras, con plantas de clasificación muy rudimentarias, aunque en la mayoría de los casos ni siquiera clasifican las gravas, vendiéndolas como zahorra. La explotación de estos yacimientos es baja, y el acceso hasta los mismos suele ser difícil. Los permisos de explotación son concedidos por la Confederación Hidrográfica del Duero, que establece el volumen de material a extraer y el frente a lo largo del río, para su explotación.

Los análisis realizados presentan bajos equivalentes en arena (de 16,57 por ciento — 50,00 por ciento) y escasa presencia de materia orgánica (0,045 por ciento — 0,15 por ciento). Los ensayos cualitativos de sulfatos han dado resultados positivos. La distribución granulométrica está representada en el cuadro siguiente. (Fig. 4).

Las explotaciones 166, 167 (Burgos), 228 (Villagonzalo—Pedernales), (foto núm 5), 314, 315, 322 (Santa María del campo), están situadas sobre el cauce del río Arlanzón. Se extrae principalmente gravas de todas ellas, siendo mucho menor la cantidad de arena. La estación 211 (Castrojeriz) no tiene cantera, solamente una planta clasificatoria y trituradora, comprando grava a estas explotaciones para clasificarla y venderla luego a los centros consumidores. Esto se debe a que las explotaciones existentes en esta zona, a excepción de las estaciones 166 y 167 (Burgos), no tienen instalación de trituración y no pueden utilizar los cantos grandes.

Las estaciones más importantes, son las 166 y 167 (Burgos), con una producción de 125.000 m<sup>3</sup>/año. En estas explotaciones no existe un frente definido, pues se extrae el material con palas del cauce, en diversos puntos según el caudal que lleve el río. Tienen una importante instalación de clasificación y trituración, pues se aprovechan también los tamaños grandes triturados. La mayor parte de la producción se destina a fabricación de hormigones.

Interesa destacar la general intermitencia de extracción de árido, conducción impuesta por el régimen hidráulico (crecida—sequía) de los ríos. Ejemplo típico de este



condicionamiento se observan en la estación 322 (Santa María del Campo), que en invierno explota las gravas de la terraza y en verano las del valle aluvial.

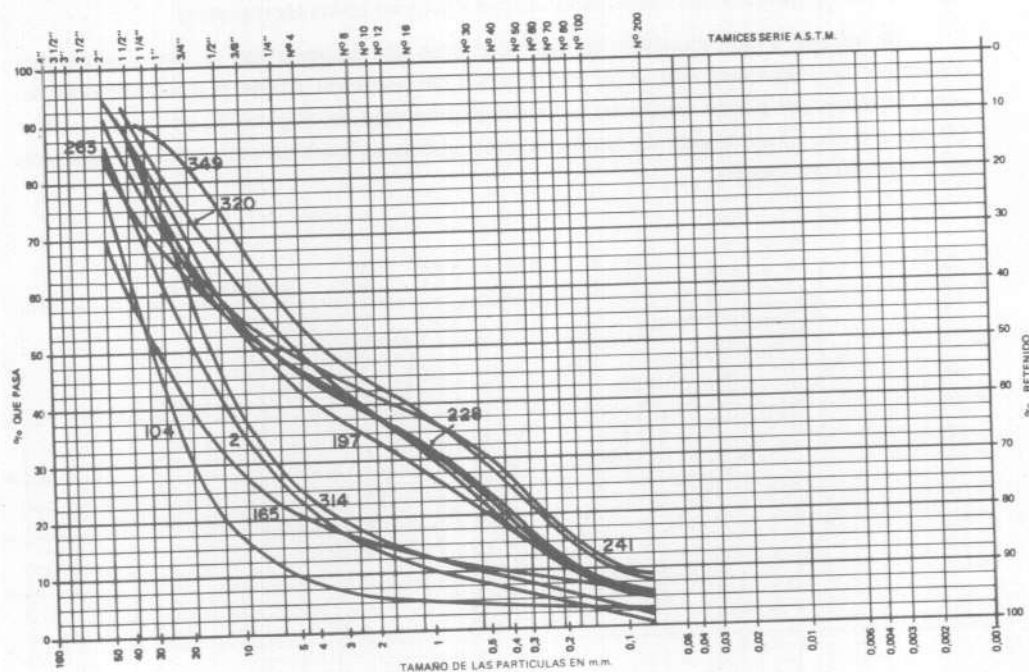


Fig. 4.—Curvas granulométricas de gravas de los cauces de las ríos Pisuegra, Arlanza y Arlanzón.



Foto 5.— Explotación de gravas en el cauce actual del río Arlanzón. Estación 228

Las muestras analizadas presentan un escaso contenido en materia orgánica (0,070–0,010 por ciento) y bajo equivalente en arena (23–57 por ciento). Los ensayos cualitativos de sulfatos han dado resultados positivos en todas las muestras.

Se ofrece a continuación las distribuciones granulométricas de los yacimientos muestreados (estaciones 235–274) en las gravas del cretácico. Como se puede observar en ellas, el tanto por ciento en arenas es relativamente bajo, no superando en ningún caso el 50 por ciento. El contenido en arcilla de estas gravas, es también muy bajo, oscilando de un 2 a un 10 por ciento.

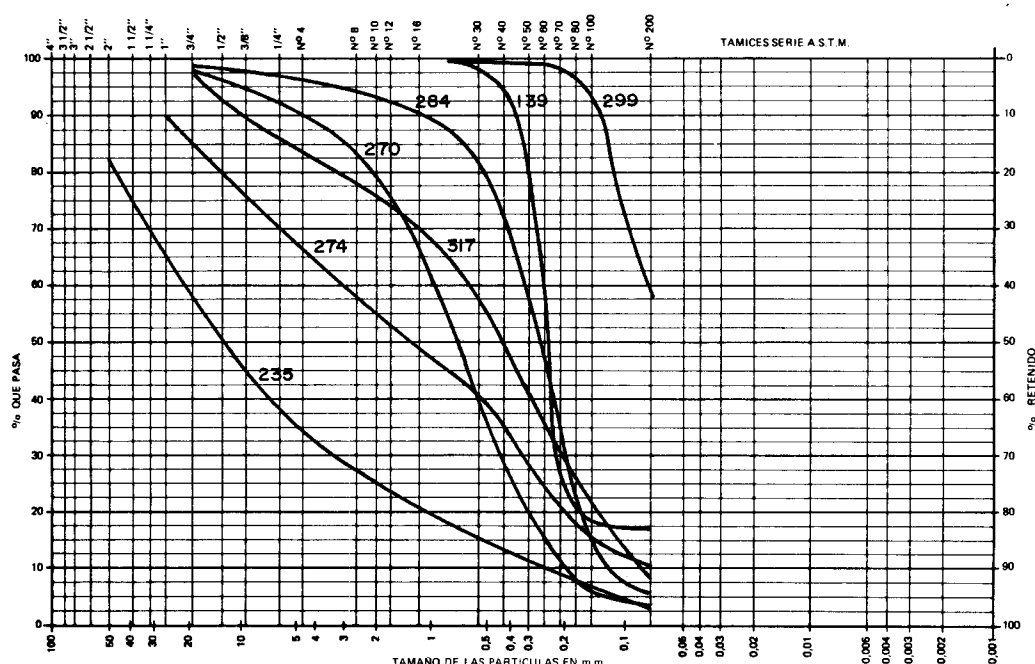


Fig. 5.—Curva granulométrica de gravas del Cretácico y de las arenas miocenas.

Por último, sobre el cauce del Arlanza, se han inventariado 6 explotaciones activas, con los núms. 322 (Santa María del Campo), 349–350 (Lerma) y 372, 365, 366 (Covarrubias). En general no existen instalaciones importantes de clasificación y trituración de áridos, vendiéndose la grava extraída como zahorra. La explotación es muy irregular, dependiendo de la demanda.

Los análisis realizados en las estaciones 320 y 349, dan 50,90 y 34,17 por ciento de equivalente en arena, con valores en tanto por ciento de materia orgánica de 0,030 y 0,040 respectivamente. La distribución granulométrica de los tamaños, puede observarse en la fig. 4.

En toda la zona estudiada, tan solo hay un yacimiento de gravas cretácicas que esté en explotación en la actualidad: se trata de la estación 235 (Villagonzalo–Pedernales).

El material extraído, se utiliza como árido natural y de trituración. La producción anual de esta explotación es de 200.000 m<sup>3</sup>.

En la figura 5 se puede ver la distribución granulométrica de los tamaños. Según los análisis efectuados el equivalente en arena de estas gravas es de 13,79 por ciento y el contenido en la materia orgánica alcanza el 0,100 por ciento. Los ensayos cualitativos de sulfatos han dado resultados positivos.

Los yacimientos de arena activos o abandonados, suman un total de 59, de los cuales 6 están en explotación y el resto abandonados.

Genéticamente responden a dos medios distintos de sedimentación. Unos son de origen netamente fluvial (los yacimientos cuaternarios) y otros son materiales detríticos, depositados en una amplia cuenca de sedimentación (miocena). Las reservas de arenas pueden superar fácilmente los dos millones de metros cúbicos.

Las arenas miocenas tienen una amplia distribución en toda la zona estudiada, especialmente en las facies de Bureba, Santa María del Campo y Tierra de Campos.

Son materiales irregulares y mal clasificados. Generalmente se trata de gravas, arenas y arcillas, intercaladas en niveles discontinuos y lentejones. Esta característica de los yacimientos hace que la rentabilidad del producto descienda, ya que normalmente tanto la grava como la arcilla se desechan y sólo se utiliza la arena, porque las instalaciones extractivas no tienen plantas de clasificación o, cuando las tienen, son de poca importancia. La estación 245 (Villagonzalo—Pedernales) es la única cantera de arena que tiene una planta de clasificación y trituración de cierta entidad. (Foto núm. 6).



Foto 6.— Planta de clasificación y trituración de arenas correspondiente a la explotación de la estación 245, (Villagonzalo—Pedernales)

Las explotaciones más importantes de este material están situadas en dos zonas muy reducidas: una es la que se encuentra en el km 230 de la Nacional I (Madrid—Irún) y la otra está situada en los alrededores de Arcos. Ambas están dentro de la Hoja de Villagonzalo—Pedernales, al sur de Burgos.

Las explotaciones de estas arenas son prácticamente artesanales y familiares. El material se extrae con palas excavadoras y, en la mayoría de los casos, se carga en los camiones directamente con las palas, sin que la arena sufra ningún tipo de clasificación (foto núm. 7). La producción anual en metros cúbicos es de 58.500 y se utiliza únicamente como áridos naturales en el sector de la construcción.



Foto 7.— Explotación de arenas miocenas en las cercanías de Arcos. Hoja de Villagonzalo—Pedernales. Estación 252.

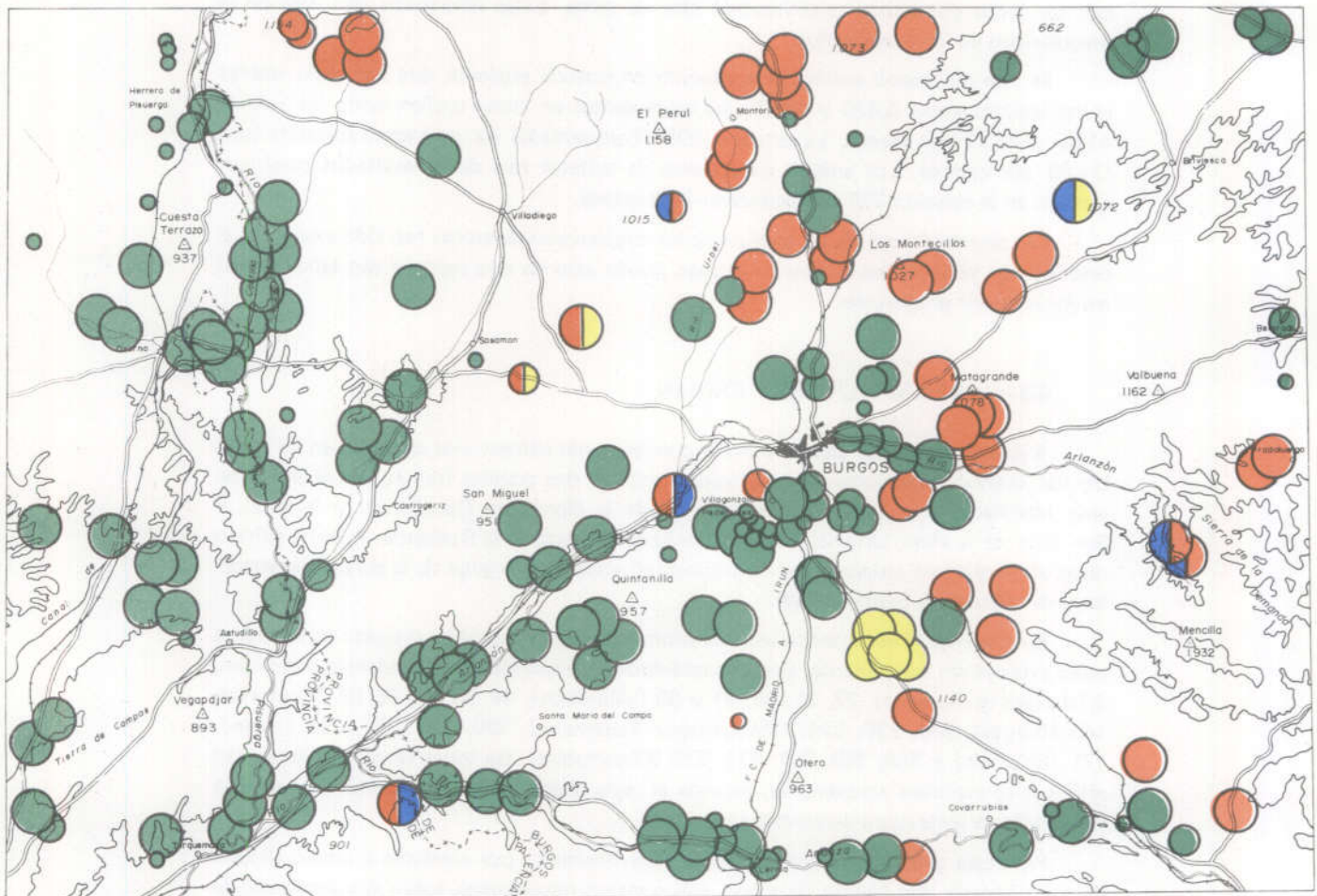
En la tabla están representados cinco análisis granulométricos correspondientes a las estaciones 139 (Burgos), 270 (Villagonzalo—Pedernales), 284, 299 (Torquemada), y 317 (Santa María del Campo), expresados en tantos por ciento.

TABLA D

Estación	Arena G	Arena M	Arena F	Limo y Arcilla
139	3	75	6	16
270	65	20	11	4
284	20	34	40	6
299	46	20	26	8
317	0	0	48	68

# ARIDOS Y ROCAS DE CONSTRUCCION

ESQUEMA DE YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES SEGUN SU UTILIZACION OPTIMA Y RESERVAS



## UTILIZACION



Aridos naturales



Aridos de trituración



Piedras de construcción



Rocas ornamentales

## RESERVAS



< 20.000 m<sup>3</sup>



20.000— 100.000 m<sup>3</sup>



> 100.000 m<sup>3</sup>



Como se puede apreciar, la distribución granulométrica puede variar enormemente de una estación a otra, e incluso dentro de un mismo yacimiento, debido a los cambios bruscos de material, causados por la intercalación de lentejones de gravas y arcillas, mencionados ya anteriormente. La muestra recogida en la estación 317, más que una arena se podría llamar "arcilla arenosa" y por el contrario la muestra 270, es una grava con un tanto por ciento relativamente alto de arena. Estas diferencias dan idea de la irregularidad de los yacimientos.

Se han efectuado análisis de contenido en materia orgánica, que han dado valores comprendidos entre 0,020 y 0,070; los equivalentes en arena oscilan entre los valores 41,60 y 79,71 por ciento. La estación 299 (Torquemada) da en arena realmente bajo (11,83 por ciento). Los análisis cualitativos de sulfatos han dado resultados positivos, excepto en la estación 270 (Villagonzalo—Pedernales).

Las características de las explotaciones cuaternarias de arenas han sido expuestas al describir los yacimientos en que se extraen gravas, con las que siempre van asociadas en mayor o menor proporción.

#### 4.3.— ARENAS SILICEAS Y CAOLIN

A grandes rasgos se puede afirmar que las arenas silíceas, que aparecen en las facies Utrillas, se encuentran localizadas principalmente en dos grandes franjas, una al Norte del área estudiada, formando la vertiente sur de la Cordillera Cantábrica, y la otra, al Sur—Este de la Hoja, constituyendo al borde de la Sierra de la Demanda. Además existen otros afloramientos aislados, que se encuentran situados a lo largo de la alineación estructural de la Sierra de Santa Casilda.

En esta Hoja se han inventariado 25 yacimientos en los que se ha extraído material o se están explotando actualmente. Estos yacimientos corresponden a las siguientes estaciones; 6 (Herrera de Pisuerga), 27, 31, 35, 37 y 38 (Villadiego), 49, 53, 54, 55, 65 (Montorio), 146 (Burgos), 234, 235, 274, (Villagonzalo—Pedernales), 329, 330, 331, 335, (Ierma), 171 (Belorado) y 358, 359, 361, 371, 375 (Covarrubias). De todas estas estaciones, tan sólo seis se explotan actualmente, estando el resto abandonadas, o explotándose de una forma intermitente, para necesidades locales.

Por regla general, estos yacimientos están formados por areniscas y arenas silíceas de color blanco, con bancos de gravas, más o menos importantes, según el yacimiento; de ahí que en muchas de las explotaciones se extraiga indistintamente arena y grava.

La producción se utiliza casi exclusivamente como árido natural, despreciándose en muchas ocasiones el caolín que forma la matriz de las arenas. Esto se debe a que ninguna explotación dispone de las suficientes instalaciones para poder separar, de una forma eficaz y rentable, la arena del caolín. Además, y por la misma razón, la arena no es sometida a una buena clasificación, impidiendo ésto que sea utilizada en sectores industriales tan especializados como el del vidrio, siderometalúrgico, etc.

En las Hojas de Herrera de Pisuerga, Villadiego y Montorio, se han inventariado 11 explotaciones de arenas caoliníferas, todas ellas abandonadas. La estación 53 (Montorio) presenta gravas envueltas en una matriz arenosa blanca o amarilla. Los cantos son de cuarcita. Se usa como árido natural, pues por los tamaños que se extraen no es necesario triturar. En esta explotación se acumula el material extraído en las canteras de las

estaciones 53, 54 y 55, todas ellas cercanas a Montorio.

La planta clasificadora común a estas tres explotaciones se encuentra en la estación 54. La extracción se lleva a cabo de forma irregular, por cuya causa no se han podido obtener datos de producción.

El análisis químico realizado en una muestra tomada en la estación núm. 37 (Montorio), ha dado los siguientes resultados:

<u>SiO<sub>2</sub></u>	<u>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>TiO<sub>2</sub></u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>K<sub>2</sub>O</u>	<u>Na<sub>2</sub>O</u>	<u>SO<sub>3</sub></u>	<u>P.p.c.</u>
83,58	8,92	1,28	0,26	0,09	0,03	2,41	0,20	—	3,23

En la Hoja de Burgos se ha indicado una sola cantera de arenas caoliníferas, con el número 146, de la cual se está extrayendo material actualmente. En ella se explotan las arenas.

Al pie de la explotación, existe una instalación de preparación (clasificadora y trituradora de gravas), pero esta instalación no es suficiente para el óptimo aprovechamiento de la arena extraída, razón por la cual se utiliza únicamente en el Sector de la Construcción como arido natural y de trituración. La producción es de 12.000 T/año.

A la Hoja de Villagonzalo—Pedernales), corresponden tres estaciones (234, 235 y 274), de arenas cretácicas, que se están explotando en la actualidad. De las estaciones 235 y 274, se extrae principalmente grava, por esta razón han sido inventariados como yacimientos de gravas y no de arenas. La estación 234, es un yacimiento constituido casi exclusivamente por arenas de color blanco—amarillento, que se explota en la actualidad, con una producción de 15.000 m<sup>3</sup>/año y que se utiliza como árido natural, en el Sector de la Construcción.

En las Hojas de Lerma y Covarrubias se han inventariado nueve yacimientos de arenas caoliníferas, de los cuales tan solo dos están activos en la actualidad. De la explotación situada en la estación 331, se están extrayendo arenas rojizas, arcillosas con lentejones de gravas que se utilizan como áridos naturales. La producción es de 3.600 m<sup>3</sup> /año. En la estación 371 (Covarrubias) se extrae la arena con palas mecánicas, y se vende sin ser sometida a ningún tipo de preparación. El material extraído se emplea como árido natural. La producción de esta cantera es de 3.000 T/año.

Se ha realizado un análisis químico en la estación 371 (Covarrubias) con el siguiente resultado expresado en tantos por ciento.

<u>SiO<sub>2</sub></u>	<u>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>TiO<sub>2</sub></u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>K<sub>2</sub>O</u>	<u>Na<sub>2</sub>O</u>	<u>SO<sub>3</sub></u>	<u>P.p.c.</u>
88,61	4,02	1,78	—	0,23	0,09	2,61	0,13	—	2,53

En la figura siguiente se representan dos análisis granulométricos, correspondientes a las estaciones 331 (Lerma) y 371 (Covarrubias).

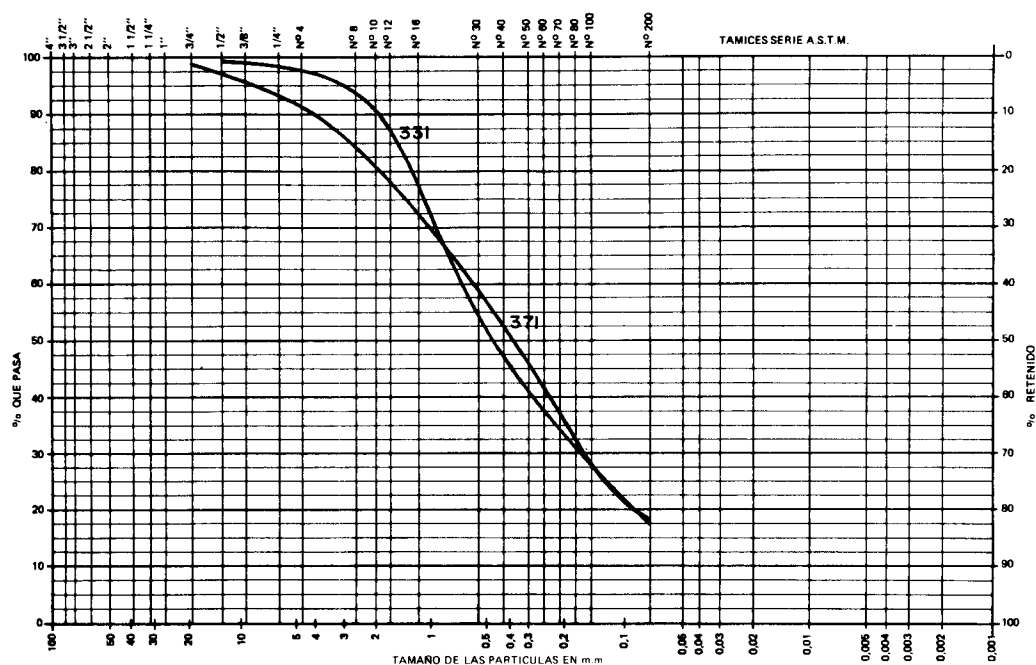


Fig. 6.—Curvas granulométricas de arenas caoliníferas.

Los resultados de otros análisis realizados se muestran en la tabla siguiente:

TABLA E

Muestra	% Materia Orgánica	Equivalente de arena %	Presencia Sulfato
235	0,100	13,79	si
274	0,065	22,96	si
331	—	31,39	—
371	—	31,51	—

#### 4.4.— CALIZAS Y DOLOMIAS

En la Hoja que nos ocupa, existen 53 explotaciones de calizas y dolomías, que se encuentran distribuídas por toda el área, de una forma irregular.

Básicamente las formaciones a las que pertenecen las calizas y dolomías explotadas son el Triásico, Jurásico, Cretácico y Terciario, siendo las calizas de edad cretácica las que más han sido objeto de actividad extractiva.

La utilización de los materiales explotados oscila entre las industrias de Rocas de construcción, Aridos y Diversas, (aditivos para fabricación de azúcar y piensos compuestos, etc).



ESQUEMA DE YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES SEGUN SU UTILIZACION OPTIMA Y RESERVAS



### Aditivos

## Vidrios

### Arenas de moldeo

## Abrasivos

☐  $< 20.000 \text{ m}^3$   
☐  $20.000 - 100.000 \text{ m}^3$   
☒  $> 100.000 \text{ m}^3$

En la Hoja 1:50.000 de Villadiego existen dos yacimientos de calizas explotados. Se trata de calizas cristalinas, de color blanco y duras, que se han utilizado como áridos de trituración. La estación 32 está abandonada y la 34 es intermitente, explotándose según la demanda.

Los análisis realizados en una muestra de la estación 32, han dado un peso específico aparente de 2,659 g/cm<sup>3</sup>, un peso real de 2,758 g/cm<sup>3</sup>, coeficiente de absorción 1,351, estabilidad media frente al SO<sub>4</sub>Mg 1,812, coeficiente de desgaste "Los Angeles" (A) de 23,72; adhesividad media al betún en tanto por ciento de superficie cubierta: 99,40.

El análisis químico realizado a una muestra de la misma estación, ha dado los siguientes resultados expresados en tantos por ciento:

<u>SiO<sub>2</sub></u>	<u>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>TiO<sub>2</sub></u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>K<sub>2</sub>O</u>	<u>Na<sub>2</sub>O</u>	<u>SO<sub>3</sub></u>	<u>P.p.c.</u>
1,98	0,03	0,22	—	54,22	0,38	0,11	0,09	—	43,97

Las reservas conjuntas de estos yacimientos son grandes, pudiendo superar los 400.000 m<sup>3</sup>.

En la Hoja de Montorio, se han inventariado 8 explotaciones de caliza, todas ellas abandonadas. Corresponden a las estaciones 42, 43, 45, 47, 50, 51, 52 y 62. Todas las canteras son de poca importancia, y se explotaron para áridos de trituración en la construcción de la carretera nacional de Burgos a Santander. En esta zona no ha existido una explotación racional ni continuada, ya que se han extraído tan solo cantidades muy pequeñas de material a lo largo de dicha carretera.

Por su parte la Hoja de Briviesca contiene un yacimiento de caliza que se explota en la actualidad, y que corresponde a la estación 86. De este yacimiento, se obtiene piedra de muy buena calidad, pero la difícil extracción sin la maquinaria adecuada. La producción es intermitente y de poco volumen, (1.300 t/año), y es posible que la explotación sea abandonada en un futuro no muy lejano. El material extraído se emplea como Roca de Construcción, abasteciendo a un área de consumo local.

En la Hoja 1:50.000 de Sasamón existe un yacimiento de calizas del Mioceno superior en facies "Páramo", que corresponde a la estación 121. Se trata de niveles alternados de calizas y margas. La explotación de este yacimiento es intermitente y la producción muy pequeña. La cantera pertenece al Ayuntamiento, que cede derechos a particulares. El sistema de explotación parece ser el de extraer una cierta cantidad de piedra, con maquinaria traída para tal fin, y acumularla en la misma cantera para luego ir consumiéndola poco a poco. Aproximadamente el 30 por ciento de la producción se utiliza como árido de trituración, y el resto como Roca de Construcción, siendo el área de consumo el mismo municipio donde se encuentra el yacimiento (Citores del Páramo). Los valores de los ensayos efectuados en una muestra recogida en la estación 121, son los siguientes: peso específico aparente: 2,632 g/cm<sup>3</sup>; peso específico real: 2,728 g/cm<sup>3</sup>; absorción: 1,338 por ciento; estabilidad frente al SO<sub>4</sub>Mg: 1,968; coeficiente de desgaste "Los Angeles" (A): 21,00 y adhesividad al betún en tanto por ciento de superficie de piedra cubierta: 99,80.

En cuanto a los análisis químicos, los resultados han sido los siguientes expresados en tantos por ciento:

<u>SiO<sub>2</sub></u>	<u>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>TiO<sub>2</sub></u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>K<sub>2</sub>O</u>	<u>Na<sub>2</sub>O</u>	<u>SO<sub>3</sub></u>	<u>P.p.c.</u>
2,02	0,30	1,21	—	53,07	0,56	0,11	0,09	0,23	23,41

Los yacimientos calcáreos inventariados dentro de la Hoja 1:50.000 de Burgos, se integran en las formaciones de edad cretácica y terciaria. Se han inventariado seis yacimientos en explotación o explotados. Las canteras más importantes son las estaciones 127 y 145, que explotan calizas cristalinas de colores claros, muy duras, de edad cretácica, y se utilizan como áridos de trituración. Las producciones son muy elevadas siendo en la estación 127, de 200.000 T/año., y de 250.000 T/año, en la estación 145. El área de destino de esta producción es tanto regional como nacional. Tanto la estación 127 como la 145, poseen importantes instalaciones de trituración y clasificación de rocas. En la estación 134 se explotan las calizas de páramo, de una forma intermitente y con producción muy baja. Hace unos años se explotaba asiduamente y se utilizaba el material extraído, como aditivo en las fábricas de azúcar y como áridos de trituración; en la actualidad, la producción obtenida se emplea como piedra de construcción. El resto de las estaciones se encuentran abandonadas; por término general, las reservas de estos yacimientos son grandes y con seguridad superiores a los 300.000 m<sup>3</sup>.

A la Hoja de Belorado corresponden cinco estaciones, con los números siguientes 170, 172, 183, 184 y 185. Dichos yacimientos se sitúan en calizas del Cretácico; la estación 170, es la única que está en explotación actualmente (Foto núm 8); en esta cantera afloran dos tipos de calizas distintas, en la parte superior son calizas masivas, que tienen un coeficiente de desgaste de 21, mientras que en la parte inferior las calizas son más tableadas, con un coeficiente de desgaste algo menor. La producción de esta explotación es de 40.000 T/año, y está prevista una inmediata ampliación de las instalaciones que actualmente posee a pie de obra, para aumentarla con destino a suministro de áridos para fabricación de hormigones. Las demás explotaciones fueron abandonadas por diferentes razones, en unos casos se extrajo piedra de una forma eventual, como ocurrió en la estación 184, que fué explotada para la construcción de unas instalaciones militares que hay cerca de la cantera, mientras que en otros casos se abandonaron los yacimientos debido a la mala calidad de los productos.

En la Hoja de Villagonzalo—Pedernales se han inventariado tres yacimientos actualmente en explotación, y diez en los que se han abandonado las labores extractivas. Pertenecen casi en su totalidad a formaciones terciarias y cretácicas a excepción de la estación 273, que pertenece a la formación dolomítica triásica, que está abandonada y se explotó como árido de trituración en las construcciones de algunas carreteras cercanas a la cantera. Las estaciones 230, 231, 232 y 236, pertenecen a la formación calcomargosa terciaria: de todos estos yacimientos solamente de uno se está extrayendo piedra actualmente, (estación 232), la producción obtenida se utiliza en su totalidad como árido de trituración, siendo ésta de 100.000 T/año. Los valores de los ensayos realizados en una muestra de esta estación son: peso específico aparente: 2,604; peso específico real: 2,735; absorción: 1,845 por ciento; coeficiente de desgaste "Los Angeles" (A): 29,60 y adhesividad al betún, en tanto por ciento de superficie de piedra cubierta: 99,50. A continuación se expresan los valores en tantos por ciento de un análisis químico realizado a una muestra del mismo yacimiento:

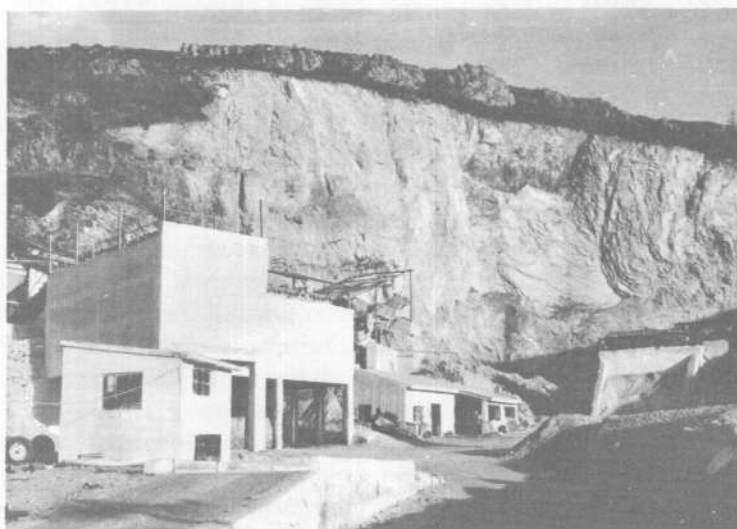


Foto 8.— Explotación activa de caliza cretácica en la Hoja de Belorado. Estación 170

$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{SO}_3$	P.p.c.
1,18	0,04	0,08	—	55,01	0,19	0,05	0,07	—	43,38

Los yacimientos 257, 260, 264, 265, 266, 273, 381 y 328, pertenecen a las formaciones calcáreas del cretácico. La estación 257 es, probablemente, la más importante, dentro del conjunto de los yacimientos de caliza, tanto por las características de la piedra, como por el volumen de la producción y por la avanzada técnica empleada en el tratamiento de dicho material. Se trata de una caliza blanca, de características muy especiales (creta) que abarca, por su utilización, amplios sectores de la industria. Al pie de la cantera, existen instalaciones que aparte de las trituraciones normales, efectúan una molienda especial, con la que se "microniza" la caliza. Esta caliza micronizada se emplea en diferentes industrias, tales como la fabricación de cubiertas de techar, a base de plancha metálica y aglomerado asfáltico, con caliza micronizada. También se utiliza en la fabricación de revestimientos cerámicos. En cuanto a la caliza que sufre moliendas normales, también es empleada en diferentes ramas de la industria, como por ejemplo en la fabricación de pasta para terrazos, en la destilación de alcohol, en la fabricación de piensos, etc. El área de consumo es Burgos y las provincias limítrofes. Existe una gran diferencia entre el precio de la caliza micronizada (800 Pts/Tm), y el de las moliendas normales (300 Pts/Tm). El volumen de la producción es de 20.000 T/año, siendo las reservas superiores a 200.000 m<sup>3</sup>. Los análisis realizados en muestras de esta estación, han dado los siguientes resultados: peso específico aparente: 2,378 g/cm<sup>3</sup>; peso específico real: 2,662 g/cm<sup>3</sup>; absorción: 4,496 por ciento; coeficiente de desgaste "Los Angeles" (A): 45,10 y adhesividad al betún en tanto por ciento de superficie de piedra cubierta: 99,40. Del análisis químico, se han obtenido los resultados que se expresan a continuación:

$\text{SiO}_2$	$\text{Al}_2\text{O}_3$	$\text{Fe}_2\text{O}_3$	$\text{TiO}_2$	$\text{CaO}$	$\text{MgO}$	$\text{K}_2\text{O}$	$\text{Na}_2\text{O}$	$\text{SO}_3$	P.p.c.
0,75	0,02	0,08	—	55,34	0,14	0,03	0,05	—	43,59

Por último, es necesario resaltar la importancia de la estación 265, ya que es la única instalación extractiva de calizas con explotación subterránea. Se extraen bloques de caliza de 2 m<sup>3</sup> aproximadamente, que posteriormente, ya a pie de la cantera, se cuartean y tallan, para ser utilizados como piedra de construcción y ornamental. La producción es de 250 m<sup>3</sup>/año aproximadamente, siendo nacional el destino de esta producción.

En la Hoja de Pradoluengo, debido a lo accidentado del terreno, apenas si existen industrias extractivas. La lejanía de los centros de consumo, y el difícil acceso, hace que no sea rentable la explotación de rocas industriales. Se han localizado en la zona, dos explotaciones de dolomías y una de caliza, estando las tres abandonadas. Se han explotado ocasionalmente para la realización de alguna construcción de las cercanías, quedando inactiva posteriormente la instalación, aunque la piedra fuera de buena calidad, este es el caso de la estación 278, de caliza de gran dureza que podría ser utilizada como árido de trituración, como piedra de construcción o como roca ornamental. Se han efectuado unos análisis en calizas de esta estación, que han dado los siguientes resultados: peso específico aparente: 2,637 g/cm<sup>3</sup>; peso real: 2,684 g/cm<sup>3</sup>; absorción: 0,669 por ciento; estabilidad al SO<sub>4</sub>Mg: 1,476 por ciento; coeficiente de desgaste "Los Angeles" (granulometría A): 24,90; adhesividad al betón en tanto por ciento de superficie de piedra cubierta: 99,60 por ciento.

Se han efectuado unos análisis químicos a muestras recogidas en las estaciones 278 y 384, obteniéndose los siguientes resultados:

Esta.	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	SO <sub>3</sub>	P.p.c.
277	16,34	6,90	1,45	0,04	39,84	0,47	0,72	0,27	0,05	34,62
384	44,46	0,16	0,47	—	52,26	0,72	0,07	0,11	—	41,75

En la Hoja de Torquemada, existe un reducido núcleo de actividad extractiva que se encuentra en los alrededores de Villajimena, en el cual se encuentran cinco explotaciones de calizas del terciario, dos de las cuales han sido abandonadas, (288, 289), y el resto se están explotando actualmente (290, 291 y 292). La producción total de estas tres explotaciones es de 39.500 m<sup>3</sup>/año. El 75 por ciento de la producción se utiliza, después de molida, como aditivo en la fabricación de azúcar. El resto como árido de machaqueo. Las instalaciones de trituración que poseen estas estaciones son de poca importancia.

En las Hojas de Santa María del Campo, Lerma y Covarrubias se han inventariado un total de 8 explotaciones abandonadas, que corresponden a las estaciones 324 (Santa María del Campo), 336, 339, 355 (Lerma) y 357, 363, 368, 369 (Covarrubias). Generalmente, las explotaciones son pequeñas y se utilizaron como piedra de construcción y para arreglo de las carreteras locales de las distintas zonas, donde se encuentran los yacimientos. Los resultados obtenidos del análisis químico realizado a una muestra de la estación 363, han sido los siguientes, expresados en tantos por ciento:

SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub>	SO <sub>3</sub>	P.p.c.
3,45	0,11	0,16	—	53,50	0,31	0,07	0,06	—	42,33

#### 4.5.— PIZARRAS

Se han inventariado dos explotaciones inactivas, situadas en la Hoja de Pradoluengo, que corresponden a las estaciones 279, y 280 (Foto núm. 9).



Foto 9.— Explotación inactiva de pizarras en la Hoja de Pradoluengo. (Estación 279).

El material extraído es una pizarra esquistosa del Ordovícico, que se utilizó como árido de trituración en la construcción del Embalse del Arlanzón, y en la carretera a Pineda de la Sierra; también se utilizó como roca de construcción para cercados y edificios rurales. Las pizarras de esta zona, presentan mala exfoliación y contienen impurezas, lo cual no permite que sean utilizadas como pizarra de techar.

El volumen estimado del total del material extraído no es superior a 2.000 m<sup>3</sup>.

#### 4.6.— YESO

En el área de estudio existen numerosos yacimientos de yeso que, por su frente de explotación y reservas, merecen ser considerados.

Los yesos, en esta zona, pertenecen básicamente a dos formaciones de edad diferente: una del triásico, en la que se presenta en bancos, incluidos en la masa arcillosa del Keuper, y otra de edad terciaria, con tramos yesíferos y margo—yesíferos.

El Keuper ocupa áreas relativamente pequeñas, si las comparamos con la extensión de las formaciones terciarias; por otra parte, la cantidad de yeso de las formaciones triásicas, es inferior a las terciarias; y por último, la accesibilidad a los yacimientos de yeso del Keuper es difícil, mientras que las del terciario, por regla general, están bien comunicados. Todas estas razones hacen que en la zona estudiada solamente se exploten los materiales encontrados en facies miocenas.



Se han inventariado un total de 29 yacimientos explotados, de los que 6 permanecen activos, con una producción anual superior a las 500.000 Tm, cuya utilización más frecuente es la fabricación de yeso y otros aglomerantes usados en el sector industrial de la Construcción.

En la Hoja 1:50.000 de Belorado, existen 8 explotaciones de yeso, de las cuales cinco están activas. Corresponden a las estaciones 173, 174, 177, 178 y 179. Todas ellas se encuentran entre los pueblos de Billanar, Río de Oca y Villalomez. De este área se extrae prácticamente toda la producción de yesos de la Hoja 1:200.000 de Burgos, ya que el volumen de producto es superior a 500.000 t/año.

Se explotan potentes bancos de yesos y margas yesíferas; los niveles de yesos cristalinos, aunque de poca potencia, son de gran calidad. La explotación se realiza a cielo abierto, siendo los frentes de gran extensión y las reservas del material importantes, pues superan los 600.000 m<sup>3</sup>.

Estas cinco explotaciones disponen de grandes instalaciones de preparación del material, elaborando y empaquetando el yeso para la venta posterior. Por esta causa, el precio del transporte no incide de una forma importante en el precio de este material. El área de consumo es por regla general la provincia de Burgos, así como las provincias limítrofes. La producción de la cantera situada en la estación 178, se utiliza íntegramente en la fabricación de cemento, en instalaciones situadas fuera de la provincia.

El resto de los yacimientos se distribuyen de una forma irregular por toda la zona estudiada, correspondiendo las siguientes estaciones: 294, 300, 301, 302, 304, 306, 309, 383 (Torquemada), 140, 141, 147, 150, 151, 152, (Burgos), 202, 216, 217, 380, (Castrojeriz), 59 (Montorio) y 84 (Briviesca). De todas ellas la única que está en explotación actualmente es la estación 300 (Torquemada).

En el cuadrante Suroccidental de la zona estudiada, (Astudillo—Castrojeriz, Torquemada), las formaciones yesíferas alcanzan una gran extensión, formando la "cuesta" de los páramos. Litológicamente, pertenecen a las facies margo—yesífera del tramo intermedio que está constituida por margas blancas, margas con yesos y margas calcáreas. En el techo de esta formación generalmente se encuentran las "calizas del páramo". Esta característica hace que en la mayoría de los casos no sea posible explotar los yacimientos a cielo abierto, sino que se tiene que realizar la explotación en galería. Esta forma de explotación es, por regla general, antieconómica, ya que encarece notablemente el precio del material extraído. Por esta razón se han tenido que abandonar las faenas de explotación en la casi totalidad de los yacimientos. Por otra parte, la industrialización que ha sufrido este sector tanto en la explotación, como en la elaboración del producto extraído ha contribuido de una forma decisiva a la desaparición de las explotaciones artesanales y familiares.

La explotación en la estación 300 (Torquemada) se realiza mediante un complicado y extenso sistema de galerías, con una producción aproximada de 6.000 t/año., que se utilizan íntegramente en la fabricación del yeso comercial normal. El área de destino de esta producción es, de forma casi exclusiva, Palencia. La accesibilidad a esta explotación es mala.

Los análisis químicos realizados en muestras tomadas en las estaciones 147 (Burgos), 179 (Belorado) y 300 (Torquemada), han dado los siguientes resultados:

ESQUEMA DE YACIMIENTOS Y EXPLOTACIONES SEGUN SU UTILIZACION OPTIMA Y RESERVAS





<u>Est.</u>	<u>SiO<sub>2</sub></u>	<u>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub></u>	<u>TiO<sub>2</sub></u>	<u>CaO</u>	<u>MgO</u>	<u>K<sub>2</sub>O</u>	<u>Na<sub>2</sub>O</u>	<u>SO<sub>3</sub></u>	<u>P.p.c.</u>
147	10,57	0,86	0,31	—	31,04	4,01	0,11	0,16	26,84	26,10
179	3,51	0,39	0,88	—	31,25	1,27	0,19	0,09	40,86	21,56
300	5,20	1,53	0,46	—	32,68	2,60	0,08	0,09	32,04	25,32

## **5.— PRODUCCION DE ROCAS INDUSTRIALES**

En general, la producción de rocas industriales en la presente Hoja se halla profundamente condicionada por las vías de comunicación, el emplazamiento de los principales centros de consumo y el escaso desarrollo industrial de la región, aunque la ciudad de Burgos, por su situación en el centro de la Submeseta Norte es una población con un elevado índice de desarrollo y, por tanto, un centro de consumo de relativa importancia.

Los materiales extraídos con destino al sector de la construcción son, por su bajo precio, los que más sufren los condicionantes anteriormente citados; por el contrario, las explotaciones de yesos y de calizas de características especiales, ("creta"), por su aplicabilidad a diversas industrias, precio elevado y elaboración, acusan menos la incidencia del valor añadido que supone el transporte.

Por lo general la calidad del material, o sus condiciones naturales de explotación, no han sido valorados en su justa dimensión para abrir una cantera. También es cierto, en sentido regional, que la demanda es pequeña en calidad y cantidad, lo que lleva consigo que el factor geográfico de ubicación de la posible explotación, presente gran importancia a la hora de elegir su emplazamiento.

A continuación se exponen en forma de cuadros y en los distintos apartados, los datos disponibles sobre la producción local y comarcal de rocas industriales, por sectores de consumo y sustancias, y de manera conjunta para la Hoja 1:200.000.

## 5.1.— INDUSTRIA CERAMICA

### 5.1.1.— ARCILLA

Número de instalaciones extractivas	12
Número total de empleados	13
Volumen total de producción	131.700 m <sup>3</sup> /año
Valor de esta producción	26.900.000 Ptas/año

Los centros productores de arcilla se encuentran situados en las Hojas de Briviesca, Osorno, Astudillo, Burgos, Torquemada y Lerma, correspondiendo la mayor concentración de explotaciones a Burgos y Osorno.

Los mercados y centros de consumo, son generalmente locales aunque en casi todas las fábricas de ladrillos, una parte de la producción es asimilada por Palencia y Burgos. La estación 195 (Astudillo), es la única fábrica de este material de construcción cuyo mercado está fuera del ámbito regional.

El valor añadido del transporte no repercute de manera sensible en los costos de la producción, ya que las fábricas se hallan a pie de barreros, en general. La nota más destacada es quizás la industrialización que ha sufrido este sector en los últimos años, factor que ha determinado la casi desaparición de las pequeñas industrias en régimen familiar. Otra característica importante, es la constancia temporal en la explotación de los barreros ya que, por regla general, la demanda es constante y las reservas de los yacimientos grandes. Solamente en la estación 81 (Briviesca), se extrae material una vez al año, ya que por su carácter muy graso debe ser sometido al proceso de "apodrecimiento", durante todo el año.

Dado el mencionado proceso de industrialización de este sector de producción, la mano de obra es relativamente baja. De todas formas, el número de empleados en las labores de extracción no corresponde a la realidad, ya que un mismo productor alterna, conforme a las circunstancias, las labores de extracción con las de elaboración del producto.

La producción de arcilla en la Hoja asciende a unos 131.700 m<sup>3</sup>/año. El valor bruto del material extraído es aproximadamente de 205 Ptas/m<sup>3</sup>, aunque oscila sensiblemente de un barrero a otro, debido principalmente a que la arcilla sufre un transporte más o menos largo, del yacimiento a la fábrica. El valor total de la producción es pues superior a 26.000.000 de Ptas. Se elaboran con ese material, ladrillos "cara vista", "hueco doble", "hueco sencillo", "rasilla", "ladrillo macizo", etc. La producción de teja se puede decir que ha desaparecido, ya que tan solo la fábrica situada en la estación núm. 341 (Lerma) produce tejas curvas, pero actualmente no supera las 10.000 tejas al año y está previsto abandonar la fabricación de este producto por su poca rentabilidad.

El valor total del producto elaborado (ladrillos de distintos tipos y tejas) puede estimarse en unos 316 millones de pesetas.

En cuanto a las perspectivas de la demanda futura, es previsible que aumente, sobre todo si se tiene en cuenta la gran expansión que están experimentando Burgos y Palencia.

# PRODUCTOS CERAMICOS

## ESQUEMA DE EXPLOTACIONES SEGUN UTILIZACION Y PRODUCCION



### UTILIZACION



Ladrilleria

### PRODUCCION

○ < 500 m<sup>3</sup>

○ 500 - 2.000 m<sup>3</sup>

○ > 2.000 m<sup>3</sup>

## 5.2.— CONSTRUCCION Y ARIDOS

Dentro de este amplio sector industrial, a continuación se expone, separadamente, la producción de materiales granulares (gravas y arenas), y la de materiales rocosos.

### 5.2.1.— GRAVA Y ARENA

Número de instalaciones extractivas	30
Número total de empleados	58
Volumen total de producción	664.000 m <sup>3</sup> /año
Valor de esta producción	83.000.000 Ptas

Los principales centros productores de gravas están situados en los valles de los ríos Pisuerga, Arlanzón y Arlanza.

El material se utiliza como árido natural, explotándose casi exclusivamente la grava. Es característica de estas explotaciones su intermitencia y por lo general, su poca mecanización. Se extrae grava, preferentemente, de los fondos de valles actuales, durante los meses de estiaje, interrumpiéndose las labores de extracción durante la crecida de los ríos, para proseguirlas en las terrazas aluviales.

Las explotaciones de gravas se abandonan con frecuencia, aunque las reservas sean grandes. Esto se debe a que, como el transporte encarece mucho el árido, se suele instalar la planta extractora lo más cerca posible del cliente, llevando de un lugar a otro la maquinaria.

La deficiente mecanización extractiva lleva consigo que el aprovechamiento de este material no sea el idóneo, ya que en la mayoría de los casos se vende como zahorra, y cuando se somete a la grava a una cierta clasificación, los cantos de mayor tamaño se tienen que desechar, puesto que muy pocas explotaciones tienen planta de machaqueo.

La extracción de arenas miocenas, se realiza principalmente en dos zonas muy restringidas, una la situada en las cercanías de Arcos y la otra, en los alrededores de Sarracin, ambas en la Hoja de Villagonzalo—Pedernales, al Sur de Burgos. La arena se utiliza exclusivamente como árido natural, siendo el principal centro consumidor Burgos, que asimila prácticamente toda la producción de este material.

Las plantas extractivas, por regla general, suelen ser de poca importancia, funcionando en la mayoría de los casos en régimen familiar. La extracción se realiza en todos los casos con la ayuda de palas excavadoras, sin que el material sea sometido a ningún tipo de clasificación.

Las arenas cretácicas de la zona, son las que más importancia industrial tienen por la calidad del producto, así como por las grandes reservas que existen. Generalmente se explotan conjuntamente las gravas y arenas que forman un mismo yacimiento. Las explotaciones suelen tener importantes plantas de clasificación y trituración. Por otra parte, el valor de este producto es sensiblemente superior a los anteriormente citados, por lo que

esta industria extractiva no está tan sometida a los factores de acceso, lejanía de los centros de consumo, etc. El aprovechamiento de estos yacimientos aún siendo mejor que los de las gravas cuaternarias y arenas miocenas, no se puede decir que sea óptimo, ya que se utiliza casi exclusivamente como árido natural, siendo así que estas arenas por sus características químicas y granulométricas, pueden ser empleadas en muy diferentes ramas de la industria, tales como la fabricación de arenas de moldeo, fundentes, vidrio, abrasivos, loseta hidráulica, etc.

Las perspectivas futuras, como productos estrechamente ligados con la Industria de la Construcción, parece ser de estabilidad, observándose, sin embargo, un aumento de producción y consumo en Burgos. Es previsible un aumento en la demanda de arenas silíceas con el desarrollo de las industrias metalúrgicas y químicas.

#### 5.2.2.— CALIZAS

Número total de instalaciones extractivas	8
Número total de empleados	30
Volumen total de producción	600.000 T/año
Valor de esta producción	54.000.000 Ptas

Los centros productores de caliza para áridos están distribuidos de una forma irregular por toda la Hoja: Las calizas que son objeto de una mayor actividad extractiva son las de edad cretácica, siendo de menor importancia las "calizas del páramo". Las explotaciones de este material, se encuentran en las siguientes zonas: cercanías de Rubena y de Villaverde—Peñahoradada (Burgos), Quintanavides, (Belorado), alrededores de Cubillo del Campo y Castrillo del Val (Villagonzalo—Pedernales) y Villajimena (Torquemada).

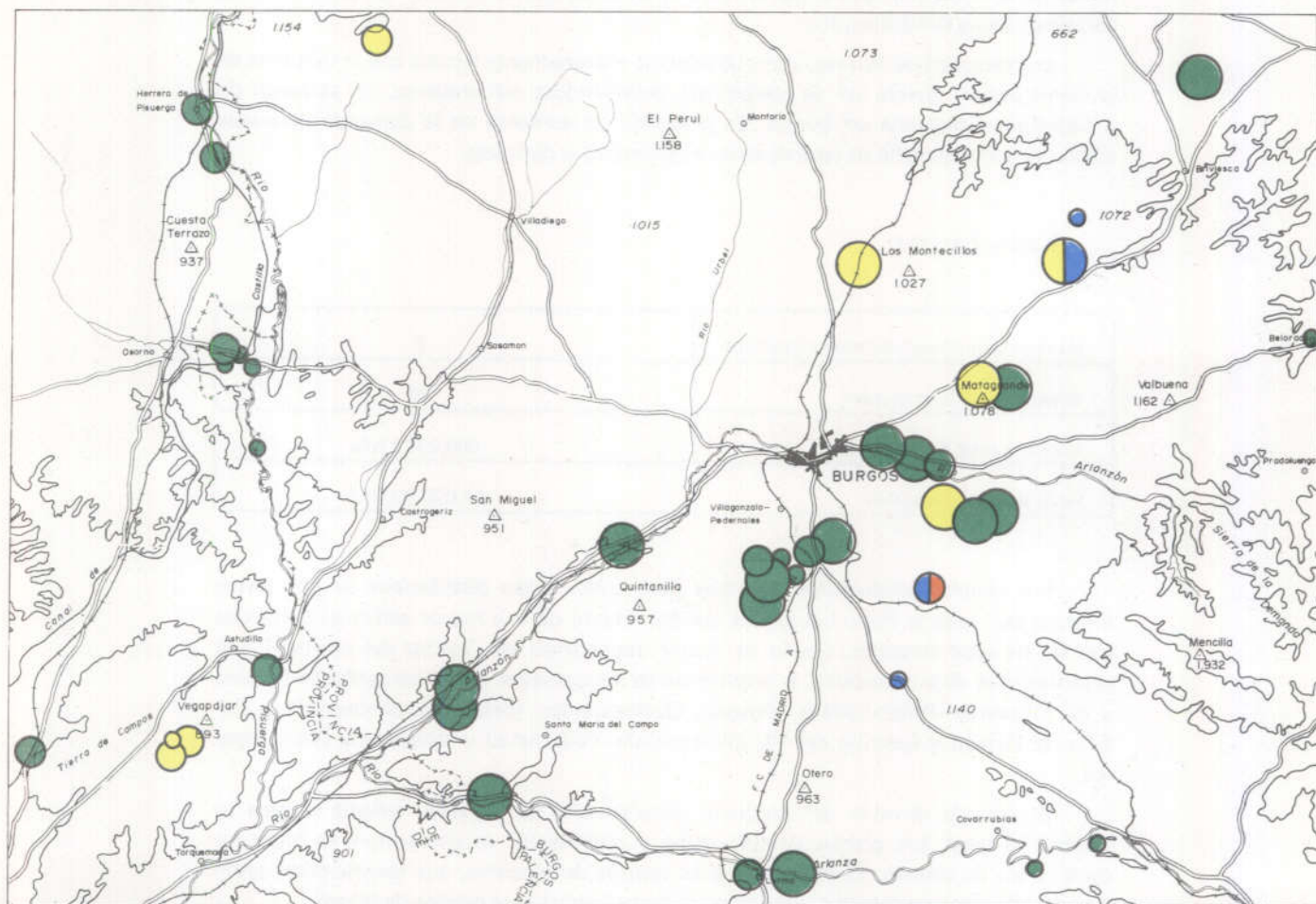
El área de difusión del producto generalmente es, regional, aunque a veces su carácter es local. Las plantas de trituración y clasificación se encuentran, en todos los casos, a pie de cantera. El transporte a los centros de consumo, que generalmente están alejados del centro productor, añaden un coste sustancial a los precios de origen.

La producción anual es de 700.000 Tm aproximadamente, con un valor medio de 120 Ptas/Tm, considerando 2,6 la densidad media de las calizas, el precio de metro cúbico se eleva a 300 Ptas. El valor total de la producción es, pues, del orden de 88.000.000 Ptas.

La demanda de este árido de trituración posiblemente sufrirá un incremento debido a la construcción de la autopista de circunvalación de Burgos.

# ARIDOS Y ROCAS DE CONSTRUCCION

## ESQUEMA DE EXPLOTACIONES SEGUN UTILIZACION Y PRODUCCION



### UTILIZACION

- Arenas naturales
- Arenas de trituración
- Piedras de construcción
- Rocas ornamentales

### PRODUCCION

- < 1.500 m<sup>3</sup>
- 1.500 - 10.000 m<sup>3</sup>
- > 10.000 m<sup>3</sup>

### 5.3.— AGLOMERANTES

#### 5.3.1.— YESOS

Número de instalaciones extractivas	6
Número total de empleados	36
Volumen total de producción	533.000 T/año
Valor de esta producción	56.980.000 Ptas

En el área estudiada existen seis explotaciones activas de yesos. Se pueden distinguir dos zonas de explotación, claramente diferenciadas. Una, la que se encuentra en la Hoja de Belorado, entre los pueblos de Villanasur—Río de Oca y Villalomez; y la otra en la Hoja de Torquemada.

Cinco de las seis instalaciones anteriormente mencionadas corresponden a la zona de Belorado. Las explotaciones son a cielo abierto, de grandes dimensiones y reservas. Tienen un volumen de producción de 527.000 T/año. El material extraído se utiliza en la fabricación de cementos o de yeso. Cuando se utiliza en la fabricación de yeso, la incidencia del transporte en el precio bruto del material extraído, es mínimo, ya que se elabora a pie de cantera; con este fin las canteras de la zona disponen de importantes plantas de tratamiento. Burgos asimila tan sólo una pequeña parte de la producción de este material, siendo los principales centros de consumo, las provincias de Vizcaya, Valladolid y Lugo.

En el área de Torquemada, existe una única instalación extractiva de yeso, que es subterránea, lo cual dificulta la explotación e incide negativamente en la rentabilidad y en el precio. El volumen de la producción es de 6.000 T/año, empleando 4 operarios. Se utiliza en la fabricación de yesos.

En el futuro parece que el nivel de producción se mantendrá estabilizado o experimentará una ligera disminución.

### 5.4.— DIVERSOS

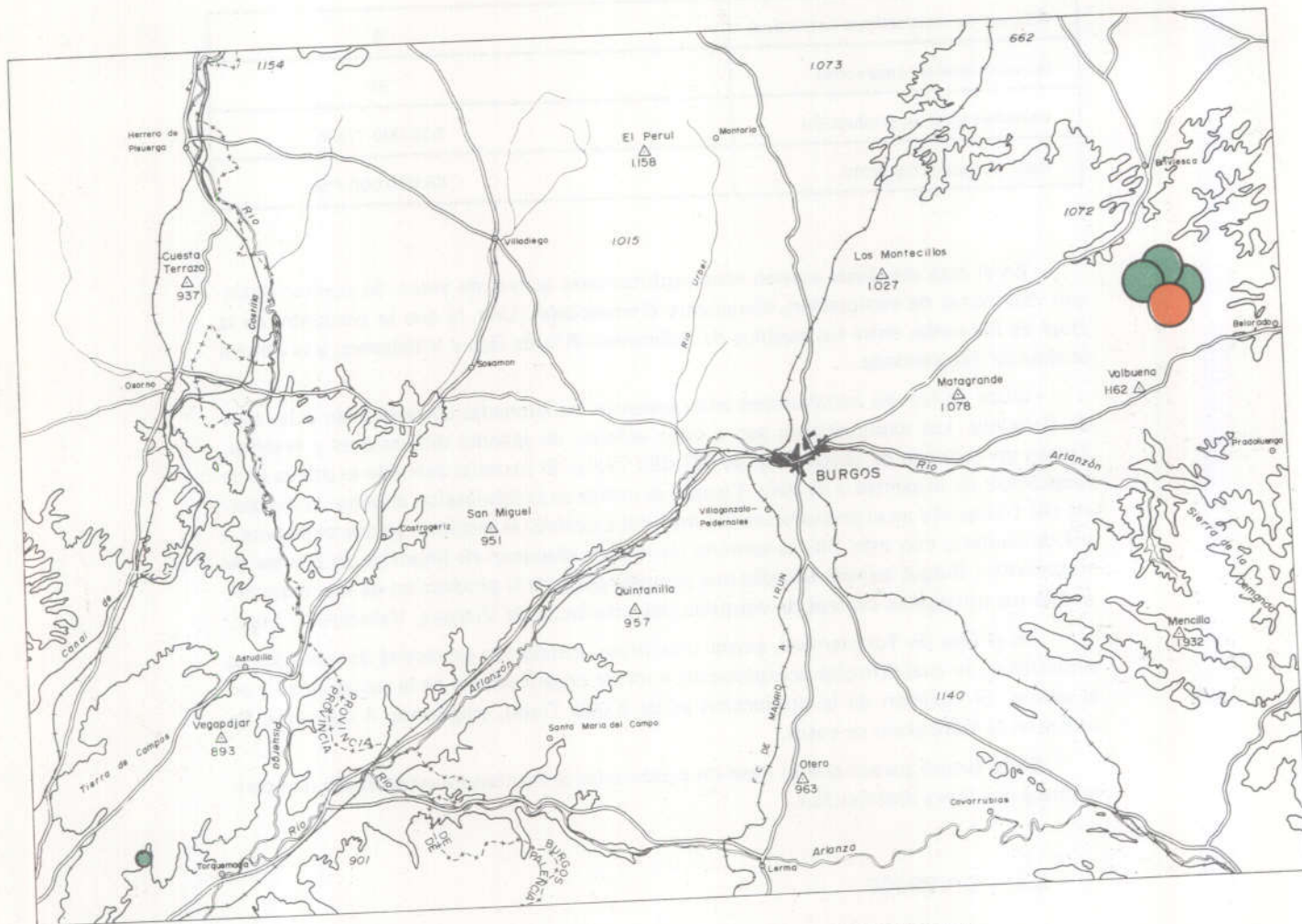
#### 5.4.1.— CALIZA

Número de instalaciones extractivas	4
Número total de empleados	15
Volumen total de producción	39.625 m <sup>3</sup> /año
Valor de esta producción	27.800.000 Ptas



## AGLOMERANTES

ESQUEMA DE EXPLOTACIONES SEGUN UTILIZACION Y PRODUCCION



## UTILIZACION

## PRODUCCION



Yesos



## Cemento

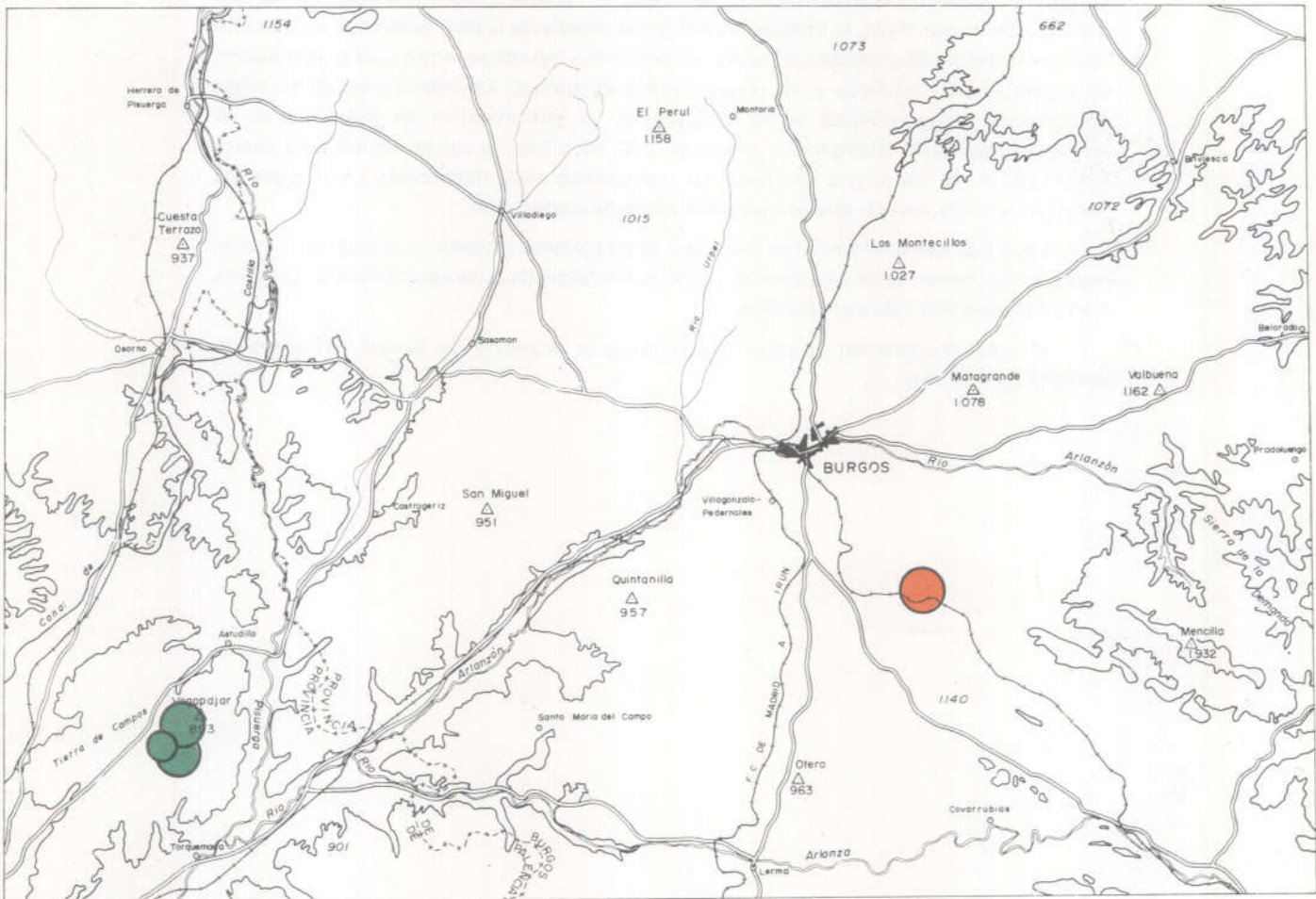

$$< 3.000 \text{ m}^3$$


3.000 - 10.000 m<sup>3</sup>


$$>10.000 \text{ m}^3$$

# DIVERSAS

## ESQUEMA DE EXPLOTACIONES SEGUN UTILIZACION Y PRODUCCION



### UTILIZACION



Aditivos



Correctivos

### PRODUCCION

○ < 1.000 m<sup>3</sup>

○ 1.000 - 5.000 m<sup>3</sup>

○ > 5.000 m<sup>3</sup>

El núcleo más importante de extracción de este material, con fines diversos es el correspondiente a la estación 257 (Villagonzalo—Pedernales) que se encuentra entre los pueblos Los Ausines y Sopeña. La caliza es del tipo denominado "creta" que por sus excelentes características es empleada en muy diferentes sectores de la industria; así, por ejemplo, como aditivo en pinturas, en piensos, como pasta en la fabricación de terrazos; también se utiliza en la industria del vidrio, etc. La característica más importante de esta explotación es, sin duda, la instalación que posee, mediante la cual se efectúa un micronizado de la caliza. El producto se utiliza en diferentes industrias, entre ellas la fabricación de cubiertas para edificios y en revestimientos cerámicos. La importancia de la caliza micronizada queda reflejada en su alto precio, ya que mientras las producciones de moliendas normales, alcanzan un precio de 300 Ptas/Tm, la caliza micronizada cuesta 800 Ptas/Tm. El transporte no incide de una manera muy importante en el coste del material extraído, ya que éste se prepara al pie de la explotación.

Las otras tres explotaciones restantes, se encuentran situadas en la Hoja de Torquemada, en las cercanías de Villajimena. La caliza extraída, de estas explotaciones, se utiliza como aditivo en las fábricas de azúcar.

El área de consumo de estos materiales es la provincia de Burgos, así como las provincias limítrofes.

## 6.— CONCLUSIONES

El estudio realizado ha permitido hacer una estimación del volumen mínimo de reservas explotables de los distintos tipos de rocas industriales, dentro de los límites del trabajo y escala escogida.

También ha permitido estimar el grado actual de aprovechamiento, así como el conocimiento, de forma cualitativa y cuantitativa, de la importancia relativa de los diversos tipos de rocas industriales en explotación y su incidencia dentro del marco de la economía regional. El trabajo de campo también ha permitido valorar la importancia de los yacimientos y su posible explotación.

El nivel medio de empleo, en lo que a explotaciones activas se refiere, es en general bajo. No obstante, las explotaciones de yeso y algunas de caliza, alcanzan un elevado número de obreros por instalación.

En general, el grado de mecanización es escaso; sin embargo en las explotaciones de yesos, como en algunas de caliza, las instalaciones de preparación de rocas son importantes, por lo que en estas explotaciones se obtiene un rendimiento excelente en la producción. La arcilla es otra de las Rocas Industriales que tienen un elevado grado de mecanización, disminuyendo en este caso la mano de obra necesaria. En cuanto a las explotaciones de gravas y arenas, la mayor parte de ellas poseen instalaciones rudimentarias o anticuadas, cuando la explotación no es completamente manual.

Por otra parte, la mayoría de las explotaciones carecen de una dirección técnica adecuada a pie de cantera para una explotación racional de los yacimientos, siendo éste el caso de las explotaciones de arenas caolíníferas, gravas, arenas y arcillas.

CUADRO RESUMEN DE LA PRODUCCION DE ROCAS INDUSTRIALES

Tipo de Roca	Arcillas	Gravas y arenas	Arenas Caoliníferas	Calizas y dolomias	Yeso	TOTAL
Nº de instalaciones extrac- tivas	12	25	5	11	6	59
Nº total de empleados	13	46	16	44	36	155
Volumen total de produc- ción (Tm/año).	263.400	816.000	452.200	717.500	533.000	2.782.100
Valor total de la produc- ción (Pts/año)	26.900.000	59.800.000	33.600.000	88.019.000	56.980.000	265.299.000
Volumen de producción por empleado. (Tm/año)	20.261,5	17.739,1	28.262,5	16.306,8	88.833,3	17.949,03
Valor de la producción por empleado (Pts/año)	2.069.230	1.300.000	2.100.000	2.000.431	1.582.777	1.711.606
Precio medio por Tm	102	73	74	122	107	95,36
% en el volumen total de la producción	9,46	29,33	16,28	25,78	19,15	100,00
% en el valor total de la producción	10,13	22,54	12,66	33,17	21,47	100,00

En el cuadro adjunto se exponen, de manera resumida, los datos relativos al número total de explotaciones, personal empleado en ellas, volúmenes de producción en Tm/año y porcentaje en el volumen total de la producción, así como el valor de la misma y su relación con el total del valor obtenido; por último, se deduce el precio por Tm. de cada una de las rocas explotadas.

El volumen total extraído de rocas Industriales es de 2,7 millones de Tm. anuales, de las cuales el 29,57 por ciento corresponde a gravas y arenas, que se emplean como áridos. En segundo lugar se encuentran las calizas y dolomías con el 25,78 por ciento, empleadas principalmente en el Sector de la Construcción, como áridos de trituración, aunque una parte de la producción se utiliza como aditivo en diferentes industrias (fábricas de azúcar, piensos compuestos, etc). El tercer lugar lo ocupa el yeso, con el 19,15 por ciento de la producción, empleado en la industria de aglomerantes como yeso industrial normal o en la fabricación de cemento. Las arenas silíceas y caoliníferas siguen en orden de importancia a los yesos con el 16,28 por ciento del total de la producción, empleándose casi exclusivamente como árido natural, aunque como se ha dicho, en capítulos anteriores, su espectro de utilización podría ser mucho más amplio, si se realizaran explotaciones racionales, y las arenas fueran sometidas a clasificaciones detalladas. El último lugar, lo ocupan las arcillas con el 9,46 por ciento del total de la producción.

El valor global del material extraído considerado en bruto se eleva a 265 millones de Ptas., correspondiendo el 33,17 por ciento de este valor a las calizas y dolomías, el 22,57 por ciento a las gravas y arenas, el 21,47 por ciento a los yesos, el 12,66 por ciento a las arenas caoliníferas y el 10,13 por ciento a las arcillas. Obsérvese que mientras las gravas y arenas ocupan el 29,33 por ciento de la producción y los yesos el 19,15 por ciento, el tanto por ciento con relación al valor global es muy similar (22,57 en gravas y 21,47 en yesos), de lo que se deduce el mayor costo por tonelada de éstos últimos. Los materiales que producen una mayor rentabilidad, son sin duda y por orden de importancia, las calizas, los yesos y las arcillas. Las arenas caoliníferas podrían ocupar el primer lugar de la lista, pero por las circunstancias anteriormente descritas ocupan el último puesto.

El número de explotaciones abandonadas en la Hoja de Burgos, representa un porcentaje muy superior al de las activas. Las razones de su abandono o paro, obedecen a motivaciones distintas en cada caso. Por ejemplo, hace unos años existían gran cantidad de tejas artesanales y familiares que han desaparecido por no poder competir con instalaciones más mecanizadas. La desaparición de las explotaciones de yeso de la zona de Torquemada, se debe principalmente a la poca rentabilidad que se obtenía, ya que las explotaciones eran subterráneas.

## BIBLIOGRAFIA

- ARRENDO Y VERDU, F. y otros. (1967). – *Los áridos en la construcción*. Editores técnicos Asociados, S.A. Barcelona.
- ARRENDO, F. (1972). – *Estudio de materiales*. Tomos I, II, III y VI. Inst. Eduardo Torroja de la Construcción y del Cemento. C.S.I.C. Madrid.
- BEUTHER, A. (1965). – *Geologische untersuchungen in Wealden und Utrillas-Schichten im westteil der Sierra de los Cameros*. Beith. Geol. Jg, 44, 103–112.
- BULARD, P. (1972). – *Le Jurassique moyen et Supérieur de la chaîne Iberique sur la bordure du bassin de l'Ebre (Espagne)*. Université de Nice.
- CIRY, R. (1940). – *Estude géologique d'une partie des provinces de Burgos, Palencia, León et Santander*. These (1939). Paris et Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, t. 74, 517 p.
- COLCHEN, M. (1963). – *Sobre las formaciones carboníferas del N. de la Sierra de la Demanda*. (Chânes Iberiques–Espagne). Extrait des comp. rendus des reances de l'Acad. des Science. Tomo 258. pp. 2863–2865.
- COLCHEN, M. (1964). – *Sobre la tectónica del borde N. de la Sierra de la Demanda*. (Cadena Ibérica, España). Nots y comuns. Ist. Geol. y Min. de Esp. Nº 73. pp. 217–220.
- COLCHEN, M. (1970). – *Geologie de la Sierra de la Demanda*. (Burgos–Logroño). Espagne. Faculté des Sciences de Paris.

- GALAN, E. BRELL, J.M. y LA IGLESIA, A. (1973).— *Interessi economici per le sabbie caolinifere di un settore della cordigliera Ibérica.*
- HERNANDEZ PACHECO, E. (1915).— *Geología y Paleontología del Mioceno de Palencia. Com. de Inv. Pal. y Prehistoria. Núm. 5, Madrid.*
- I.G.M.E. (1970).— *Síntesis geológica a 1:200.000, Burgos. Madrid.*
- I.G.M.E. (1975).— *Monografías de rocas industriales. Arenas y gravas. Colección Informe, 76 pp.*
- I.N.E. (1970).— *Censo de la Población de España. Tomo I. Presidencia del Gobierno. Madrid.*
- MENSINK, H. (1965).— *Stratigraphie und Palaogeographie des marinen Jura in der nordwestlichen Iberischen Ketten. Beith, Geol. Ib., 44 pp. 55–102.*
- M.O.P. (1964).— *Datos climáticos para carreteras. Dirección General de Carreteras.*
- MOLA DE ESTEBAN, F. (1972).— *La defensa del medio humano. Servicio Central de Publicaciones, Ministerio de la Vivienda. Madrid 398 pp.*
- MORILLO-VELARDE, Ma J.— MELENDEZ HEVIA, F. (1972).— *La falla de San Leonardo: Interpretación paleogeográfica (Cordillera Ibérica, Soria-Burgos). Estudios Geológicos, Vol. XXVIII, pp. 65–76.*
- PRESIDENCIA DEL GOBIERNO. SECRETARIA GENERAL TECNICA. (1970).— *Doce años de planes provinciales 1958–1969. Madrid.*
- RAMINERZ DEL POZO, J. (1969).— *Síntesis estratigráfica y micropaleontológica de las facies Purbeckiense y Wealdiense del Norte de España. Ediciones Cepsa, S.A. Madrid.*
- RAMIREZ DEL POZO, J. y AGUILAR TOMAS M.J.(1972).— *Consideraciones sedimentológicas y paleogeográficas de las facies Purbeck y Weald de la cubeta de Santander-Burgos. Est. Geol. 28, 173–192.*
- ROBUSTE, E. (1963).— *Técnica y práctica de la Industria Ladrillera (Tomos I y II). Ediciones Ceac. Barcelona.*
- SANCHEZ DE LA TORRE, L. y AGUEDA VILLAR, J. (1970).— *Paleogeografía del Triásico en el Sector occidental de la Cordillera Ibérica. Est. Geol. Vol. XXVI, pp. 423–430.*
- SANZ GARCIA, C. (1935).— *Notas para el estudio de las facies Wealdica española. Ass. esp. Progr. Ciencias. p. 59. Madrid.*
- TERAN, M. DE, SOLE SABARIS, L. y Otros. (1968).— *Geografía regional de España. Ediciones Ariel. Barcelona.*
- TISCHER, G. (1966).— *El delta Wealdico de las montañas Ibéricas Occidentales y sus enlaces tectónicos. Not. y Coms. I.G.M.E., 81, 53–78.*