



Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

**MAPA DE ROCAS
Y
MINERALES INDUSTRIALES**

ESCALA 1:200.000

HOJA Nº 33 (8-4) LLEIDA

EXPEDIENTE Nº

--	--	--	--

ORGANICA Nº

PROGRAMA Nº

CONCEPTO Nº

--	--	--



SECRETARIA GENERAL DE LA ENERGIA Y RECURSOS MINERALES
MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

11397

INDICE

	<u>Pág</u>
0.- PRESENTACION Y PLAN DE TRABAJO	1
1.- INTRODUCCION	4
1.1.- SITUACION GEOGRAFICA	5
1.2.- ANTECEDENTES	7
2.- SINTESIS GEOLOGICO-MINERA	9
2.1.- SITUACION GEOLOGICA	10
2.2.- ESTRATIGRAFIA	11
2.2.1.- Unidades alóctonas de las Sierras Marginales	11
2.2.1.1.- Mesozoico	11
2.2.1.1.1.- Triásico	11
2.2.1.1.2.- Jurásico	12
2.2.1.1.3.- Cretácico	13
2.2.1.2.- Terciario	14
2.2.1.2.1.- Eoceno marino (Ilerdiense-Cuisiense)	14
2.2.1.2.2.- Terciario continental	14
2.2.2.- Materiales autóctonos de la Cuenca del Ebro	16
2.2.2.1.- Terciario	16
2.2.2.1.1.- Eoceno Superior-Oligoceno Inferior (Priaboniense-Stampiense Medio)	18
2.2.2.1.2.- Oligoceno Inferior-Mioceno Inferior (Stampiense Medio-Ageniense Inferior)	19
2.2.2.1.3.- Mioceno Inferior.Medio (Ageniense Inferior- Aragoniense Superior)	24
2.2.2.1.4.- Mioceno Medio-Superior (Aragoniense Superior- Vallesiense)	26
2.2.2.1.5.- Terciario Superior-Cuaternario Inferior (Plioceno-Pleistoceno)	27
2.2.2.2.- Cuaternario	28
2.3.- ROCAS SUBVOLCANICAS: OFITAS	29
2.4.- ESTRUCTURA	30
2.4.1.- Cuenca del Ebro	30
2.4.2.- Sierras Marginales	30
2.4.3.- Descripción de las principales estructuras	31
2.5.- MINERIA	37
2.5.1.- Oro	37

	<u>Pág</u>
2.5.2.- Manganeso	38
2.5.3.- Lignito	38
2.5.4.- Minerales radiactivos	39
3.- DESCRIPCION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS	40
3.1.- ALABASTRO	43
3.2.- ARCILLAS	52
3.3.- ARENAS	68
3.4.- ARENISCA	73
3.5.- CALIZA	79
3.6.- GRAVAS Y ARENAS	88
3.7.- HALITA	95
3.8.- OFITA	98
3.9.- YESO	101
4.- IMPACTO AMBIENTAL	109
4.1.- INTRODUCCION	110
4.2.- VALORACION DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA HOJA	111
4.2.1.- Area Quinto de Ebro	114
4.2.2.- Area de Gelsa	115
4.2.3.- Area de Lleida suroccidental	116
4.2.4.- Area de Villanueva de Sigena	116
4.3.- LEGISLACION APLICABLE	116
4.4.- ESPACIOS NATURALES	118
5.- VALORACION MINERO-INDUSTRIAL	122
5.1.- INTRODUCCION	123
5.2.- USOS Y DESTINOS DE LA PRODUCCION	125
5.2.1.- Rocas Ornamentales y de Construcción	125
5.2.2.- Aridos naturales y machaqueo	127
5.2.3.- Yesos	128
5.2.4.- Cementos	128
5.2.5.- Cerámica estructural	129
5.2.6.- Agricultura	129
5.2.7.- Industria Química	130
5.2.8.- Minerales decorativos	130
6.- RESUMEN Y CONCLUSIONES	131
6.1.- RESUMEN	132
6.2.- CONCLUSIONES	136
7.- BIBLIOGRAFIA	140
ANEXOS	

Nuestro agradecimiento a la Diputación General de Aragón, que a través de sus Departamentos de Industria, Comercio y Turismo así como de Medio Ambiente, han prestado su directa colaboración en la realización del presente trabajo.

Igualmente nuestro reconocimiento al Instituto Tecnológico y GeoMinero de España (I.T.G.E.) que junto a la Diputación General de Aragón (D.G.A.) han sido el soporte económico del proyecto.

Al Servicio de Apoyo Técnico de la Demarcación de Carreteras del Estado en Aragón por los numerosos análisis de muestras aportados.

A la Cámara de Comercio e Industria de Zaragoza, especialmente a los Departamentos de Economía, Industria y Comercio Exterior.

Al Departamento de Ciencias de la Tierra de la Universidad de Zaragoza, así como a todos los empresarios y dueños de explotaciones por la gran cantidad de datos aportados a este trabajo.

La presente Hoja ha sido realizada por la Empresa Nacional ADARO, S.A. bajo la dirección y supervisión del Instituto Tecnológico y GeoMinero de España, habiendo intervenido en su ejecución:

- Dirección y Supervisión (ITGE) y (D.G.A.)

Servicio de Investigación Minera - Departamento de Industria, Comercio y Turismo. Diputación General de Aragón.

Sección de Rocas y Minerales Industriales - Dirección de Recursos Minerales. Instituto Tecnológico y GeoMinero de España.

- Equipo de trabajo

. **Unidad de Rocas y Minerales Industriales de la E.N. ADARO, S.A.**

- .. Javier Fernández-Pello García - Licenciado en Ciencias Geológicas
- .. Joaquín Osborne Tosar - Ingeniero de Minas
- .. Diego García Magaña - Ingeniero Técnico de Minas.

. **Universidad de Zaragoza**

- .. Mateo Gutiérrez Elorza - Dr. en Ciencias Geológicas
- .. Andrés Pocovi Juan - Dr. en Ciencias Geológicas

. **Laboratorios**

- .. E.N. ADARO, S.A.
- .. INIA
- .. LOEMCO

0.- PRESENTACION Y PLAN DE TRABAJO

El sector de las rocas y minerales industriales ha experimentado en los últimos años, a nivel nacional, un extraordinario desarrollo, no sólo en el campo de los áridos de construcción y obras públicas, sino en casi todos los otros subsectores industriales en los que se utilizan como materia prima rocas y minerales industriales y, especialmente, en el campo de las rocas ornamentales para su uso en construcción, en el que el desarrollo ha sido espectacular.

Esta evolución ha traído como consecuencia el cierre por obsolescencia de numerosas explotaciones antiguas, y ha obligado asimismo a la puesta al día y mecanización de las que continúan en activo en un intento de ser competitivas en un mercado cada vez más abierto.

Esta continua evolución del Sector implica un cambio casi constante de los métodos de explotación, calidad de los productos obtenidos, apertura de nuevos mercados, etc., lo que trae como consecuencia un rápido desfase de documentos infraestructurales tales como los Mapas de Rocas Industriales, lo que obliga al ITGE como responsable de los mismos, a una permanente actualización de estos inventarios de explotaciones.

Es por esto por lo que el ITGE ha iniciado en 1988, una revisión de los Mapas de Rocas Industriales a E. 1:200.000, con unas nuevas directrices recogidas en el "Manual de metodología para la realización de los Mapas de Rocas y Minerales Industriales E. 1:200.000".

Siguiendo estas directrices, en la elaboración de la presente memoria se ha desarrollado el plan de trabajo siguiente:

- Recopilación y análisis de la bibliografía y documentación existentes.
- Estudio previo de la Hoja mediante fotografía aérea.

- Consulta en los Servicios Provinciales de Industria, Comercio y Turismo -Sección de Minas de la Diputación General de Aragón y Generalitat de Cataluña de los Planes de Labores anuales de las provincias de Lleida, Zaragoza, Huesca y Teruel.
- Consulta a las Jefaturas Regionales de Carretera.
- Visita e inventario de explotaciones activas, inactivas e indicios de potencial interés. Confección de las fichas-inventario.
- Toma de muestras y realización de los correspondientes análisis y ensayos de laboratorio.
- Redacción de la memoria y confección del mapa a escala 1:200.000.

1.- INTRODUCCION

1.1.- SITUACION GEOGRAFICA

La Hoja nº 33 (8-4) LLEIDA, del Mapa Topográfico Nacional a escala 1:200.000, está situada al nordeste de la península, quedando limitada por las coordenadas 0°31'10".5 y 0°48'49".5 de Longitud E (meridiano de Greenwich), y 41°00'04".3 de Latitud N.

La división de la misma en hojas 1:50.000 del Mapa Topográfico Nacional es la siguiente:

H - 33 - LLEIDA

324 GRANEN (29-13)	325 PERALTA DE ALCOFEA (30-13)	326 MONZON (31-13)	327 OS DE BALAGUER (32-13)
356 LANAJA (29-14)	357 SARIÑENA (30-14)	358 ALMACELLAS (31-14)	359 BALAGUER (32-14)
385 CASTEJON DE MONEGROS (29-15)	386 PEÑALBA (30-15)	387 FRAGA (31-15)	388 LLEIDA (32-15)
413 GELSA (29-16)	414 BUJARALUZ (30-16)	415 MEQUINENZA (31-16)	416 MAYALS (32-16)

Administrativamente, están representadas la Comunidad Autónoma de Aragón, que ocupa más del 75% de la Hoja, en su mayor parte perteneciente a la provincia de Huesca, teniendo una menor extensión la provincia de Zaragoza, mientras que el asomo de la provincia de Teruel, en el borde sur-occidental,

es muy pequeño, y la Generalidad de Cataluña, que ocupa el sector oriental de la Hoja, estando enclavado en la provincia de Lleida.

Los principales núcleos urbanos ubicados en ella son: Lleida, Balaguer, Almacellas, Alfarrás, Alcarraz y Mayals, en la provincia de Lleida; Monzón, Binefar, Grañen, Sariñena, Fraga y Castejón de Monegros, en la provincia de Huesca, y Mequinenza, Gelsa, Quinto de Ebro y Bujaraloz, en la provincia de Zaragoza.

En el centro-este de la Hoja se ubica la ciudad de Lleida, lugar de confluencia de las principales arterias de la red de carreteras y ferrocarriles de la Hoja, definidas por las líneas siguientes:

- **Eje Cataluña-Madrid**, a través de la autopista del Ebro (A-2), que comunica Lleida con Barcelona por un lado, y con Zaragoza y Madrid por otro. Estos enlaces se ven apoyados asimismo por ferrocarril, aunque éste con un trazado más sinuoso.
- **Eje Valle de Arán-Tortosa**, que atraviesa la Hoja de Norte a Sur, se asienta sobre la carretera N-230.
- **Eje Tarragona-Pamplona-San Sebastián**, que cruza la Hoja de SE a NO, por la carretera N-240, teniendo el apoyo del ferrocarril, el cual se pretende potenciar creándose una salida a Francia a través de Somport (Huesca).

Existen otras carreteras de segundo orden, como la C-1310, que con dirección NO-SE va de Huesca a Fraga; la C-129 que comunica Zaragoza con Sariñena; la C-230 que enlaza Bujaraloz con Sariñena, así como otras carreteras de menor rango.

La principal arteria hidrográfica la constituye el río Ebro, que pasa por el borde meridional de la Hoja, recibiendo las aguas del río Segre en Mequinenza, el cual aporta las aguas de los ríos Noguera Ribagorzana y Cinca, que desembocan en él dentro del ámbito de la Hoja nº 33, Lleida.

Morfoestructuralmente se diferencian dos áreas bien definidas:

- a) Sierras Sudpirenáticas o "Marginales" de Os de Balaguer, con cotas que superan los 1.000 m de altitud, teniendo una topografía abrupta, ubicada en el cuadrante nororiental.
- b) Cuenca del Ebro, en la que se diferencian, por una parte, los llanos de los Monegros y Lleida, que raramente sobrepasan los 300 m de altitud estando surcados por las grandes arterias fluviales de la Hoja (ríos Ebro, Segre, Cinca, Noguera Ribagorzana y Alcanadre). Se encuentra en su borde N el piedemonte o somontano de Huesca, que se caracteriza por un modelado suave sobre los materiales terciarios subhorizontales y cuaternarios, y por otro las típicas plataformas estructurales "muelas" que forman las Sierras de Mequinzenza y Grana-della, en el cuadrante SE de la Hoja, en donde la incisión de la red fluvial produce escarpes estructurales, y la Sierra de Alcubierre, al O y NO de la Hoja, coronada por calizas miocenas que forman relieves elevados (812 m en San Caprasio) respecto a los terrenos circundantes.

El clima es continental templado, con tendencia semiárida, con importantes oscilaciones térmicas anuales, con una media anual de 15°C. Las precipitaciones son de tipo torrencial, escasas y de carácter estacional, teniendo medias anuales inferiores a los 400 mm por metro cuadrado. En invierno son frecuentes las nieblas y heladas, mientras que en verano las temperaturas son elevadas. La oscilación anual térmica es elevada (21°C).

1.2.- ANTECEDENTES

Desde el año 1970, en el que el Ministerio de Industria y Energía inicia el Plan Nacional de Investigación Minera (PNIM), el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) -hoy denominado Instituto Tecnológico GeoMinero de España (ITGE)- inicia una serie de actividades encaminadas a la promoción de determinadas sustancias minerales. Dentro del sector de las Rocas Industriales, en la zona de estudio -Hoja nº 33 (Lleida)- hay que resaltar los siguientes trabajos:

- Mapa de Rocas Industriales. Escala 1:200.000 (IGME, 1974).
- Inventario Nacional de Rocas y Minerales Industriales (IGME, 1975).
- Mapa Metalogenético. Escala 1:200.000 (IGME, 1975).

Así como diferentes estudios sectoriales sobre yesos (IGME, 1975), arcillas (IGME, 1975 e IGME 1980), sales sódicas (IGME, 1978) y diversos estudios sobre alabastros (IGME, 1985 e IGME, 1989).

Para la realización del Mapa de Recursos se ha confeccionado un Mapa Geológico de la Hoja nº 33 (Lleida) a escala 1:200.000, en base a la información existente, tanto de trabajos publicados, tesis de licenciatura y/o doctorales, como de cartografías geológicas que actualmente están en realización por el ITGE.

2.- SINTESIS GEOLOGICO-MINERA

2.1.- SITUACION GEOLOGICA

La hoja nº 33 (8-4) "Lleida" se sitúa en la zona central de la Cuenca del Ebro, salvo el ángulo NE en donde aflora el reborde meridional de las Sierras Exteriores, Sudpirenaicas o "Marginales", también conocido con el nombre de zona de "Las Nogueras", formadas por materiales mesozóicos y paleógenos que cabalgan al Terciario continental, según un sistema de rampas oblicuas (I.T.G.E., en realización - c).

Dentro de la hoja se diferencian dos dominios, con características litológicas y estratigráficas muy diferentes:

A) Unidades Autóctonas de la Cuenca del Ebro

Constituida por depósitos Terciarios continentales y materiales cuaternarios que afloran en el área de influencia de los cursos de los ríos, estando representado por una gran variedad de depósitos y morfologías.

Dentro del Terciario se puede diferenciar:

- a) Anticlinal de Barbastro con núcleo yesífero muy replegado.
- b) Zona Miocena de Monegros, con relieves tabulares de calizas (Bujaraloz-Fraga) y yesos al O de Bujaraloz, con el complejo escalonado de glaciares - terrazas al S de la Sierra de Alcubierre.

B) Unidades Alóctonas de las Sierras Marginales

En este dominio se puede diferenciar:

- a) Mesozóico, representado por Triásico, Jurásico y Cretácico y base de "Facies Garum".

- b) Terciario, que abarca parte de los depósitos atribuidos al "Garum", así como sedimentos de plataforma del Eoceno inferior y medio, así como diversos depósitos detríticos atribuidos al Oligoceno y Mioceno.

2.2.- ESTRATIGRAFIA

En esta hoja afloran materiales del Mesozóico, Terciario y Cuaternario, así como rocas subvolcánicas (ofitas).

2.2.1.- Unidades alóctonas de las Sierras Marginales

Se encuentran en el sector NE de la hoja, encontrándose fuertemente tectonizadas.

Actualmente diversos autores diferencian materiales alóctonos propiamente dichos, que corresponderían a los terrenos mesozóicos y Eoceno inferior y "aloctono relativo" que incluiría a la Formación Barbastro (10), Formación Salinar (10) y aquellos materiales terciarios ubicados al N de éstos, tales como la Formación Sariñena, sita en el sinclinal de Azanuy, así como retazos detríticos del Oligoceno.

2.2.1.1.- Mesozóico

Aflora en el ángulo nororiental de la hoja, en las Sierras Marginales, y está constituido por materiales pertenecientes al Triásico, Jurásico y Cretácico, existiendo una importante laguna estratigráfica del Jurásico, Cretácico inferior y parte del Cretácico superior, en el área occidental (IGME, en realización -c).

2.2.1.1.1.- Triásico

Presenta las formaciones clásicas del Triás germánico medio (facies Muschelkalk) y superior (facies Keuper). El conjunto de éstas facies equivalen a la "Formación Pont de Suert", definida por Mey et al, (1968).

- Facies Muschelkalk (2)

Queda constituido por calizas y dolomías muy negras, estratificadas en capas muy finas, con buzamientos fuertes y repartidas de forma caótica en las margas yesíferas del Keuper, el afloramiento más representativo se ubica en las inmediaciones de Estopiñán.

- Facies Keuper (3)

Aflora con carácter diapírico en las zonas de Estopiñán, Camporrells y Avellanes. Está constituido por lutitas versicolores con delgadas intercalaciones de yesos rojizos y margas, presentando en ocasiones bancos de caliza margosa y estando frecuentemente asociado con asomos de ofitas.

2.2.1.1.2.- Jurásico

- Lías (4)

El Lías Inferior lo forman carniolas muy oquerosas, calizas tableadas grises, en ocasiones brechoides, calizas oolíticas de color claro, y margas amarillentas. En el núcleo anticlinal que hay al N de Moderes, hay unos 40 m de yesos blancos, que son atribuidos al Retiense (IGME, 1960) que más al E de la zona de estudio, en San Jordi y Montroig, llegan a alcanzar 400 m de potencia, teniendo intercalaciones calcáreo-dolomíticas (Pocoví A., 1978).

El Lías Medio y Superior es fundamentalmente margoso y fosilífero, presentándose en afloramientos aislados y de pequeña extensión.

- Dogger (5)

Se atribuyen a este piso unas calizas oscuras, dolomíticas y azóicas, que afloran por encima de las margas liásicas, en pequeños apuntamientos, como en Santa Liña.

2.2.1.1.3.- Cretácico

- Cretácico Inferior

Está integrado por calizas rojizas con algún tramo margoso, siendo dudosa su datación. Aflora en el flanco Sur del sinclinal de Os de Balaguer y en el anticlinal de Canelles. Sus afloramientos son tan pequeños, que no han sido cartografiados a escala 1:50.000 (IGME, 1960).

- Cretácico Superior

Turonense - Senoniense Inferior (6)

Comienza en el Turonense con un nivel de areniscas, que en algunos casos son arenas blancas, rojas o amarillentas, que fueron beneficiadas como arenas silíceas. Gradualmente pasan a areniscas margosas del Santoniense, que hacia techo presentan calizas arenosas y margas (IGME, 1960). La potencia de ésta serie detrítica, es de unos 200 m en Canelles y de unos 100 m al N de Castillonroy.

Al muro de esta serie, y más al E de la Hoja nº 33 "Lleida", en Forradella, se encuentran depósitos lateríticos (bauxita), con importantes intercalaciones de gravas y arenas.

Senoniense Marino (7)

Abarca una serie esencialmente caliza de tonos grises, blancas, pardas y rojizas que en Canelles alcanza 350 m de espesor (IGME, 1960), apoyándose concordantemente sobre la serie anterior. Sin embargo más al O, se apoya discordantemente sobre el Keuper, teniendo una potencia de unos 110 m, predominando las calizas bioclásticas "grainstones" que alternan con calizas limosas. Se interpretan como depósitos bioclásticos de plataforma conteniendo numerosos fragmentos de rudistas, briozoos y foraminíferos (ITGE, en realización -c). Estas calizas se han beneficiado para áridos.

- Cretácico Superior - Terciario Inferior (Senoniense Superior - Paleoceno)

Facies Garumniense (8)

Bajo esta denominación se incluyen los materiales continentales que se sitúan entre el Cretácico y el Eoceno marinos. Están constituidos por calizas blanquecinas con niveles de nódulos de sílex en su base, lutitas y margas versicolores, yesos y carniolas en su tramo medio, y calizas micríticas a techo. Aflora al N y NE de la hoja, con una potencia de 200-250 m al SO del Picot, mientras que al N de Castillonroy y NE de Camporrells su espesor es de unos 120 m. La mayor potencia de éstas series corresponden a las lutitas y margas versicolores, teniendo a veces intercalaciones de arenisca (IGME, 1960), así como algunos niveles de caliza bio-construida (travertínica).

2.2.1.2.- Terciario

Presenta en su base un Eoceno marino concordante con la Facies Garum, siendo el resto del Terciario de origen continental.

2.2.1.2.1.- Eoceno marino (Ilerdiense - Cuisiense) (9)

En contacto normal y sobre la Facies Garum, se depositan calizas con alveolinas de tonalidades grises, rosadas y rojas que hacia techo alternan con tramos margosos y arenosos, ricos en nummulites, con un espesor de 150-200 m. (IGME, 1960). Esta serie debe corresponder, en el sector más nor-oriental, al Grupo de Ager (Luterbacher, H.P., 1969), que forman verdaderas barras bioclásticas (Costa J.M. y Maestro E., 1989), en las secuencias de techo, llegando a rebasar los 400 m de espesor. En la zona de Font de Rivera presentan calizas arenosas, margas grises y calizas bioclásticas que caracterizan una facies de plataforma, teniendo una asociación faunística del Eoceno Inferior-Medio (I.T.G.E. en realización g).

2.2.1.2.2.- Terciario continental

En el dominio de las "Sierras Marginales" (materiales alóctonos), el Terciario continental presenta numerosas dificultades, debido a que los aflo-

ramientos se presentan aislados u ocultos parcialmente por recubrimientos tectónicos y/o Cuaternarios.

Oligoceno

Correspondería al "alóctono relativo" y se ubica en las "Sierras Marginales" al NE de la hoja.

- Facies conglomerática (12)

Constituyen pequeños retazos que afloran al N de Os de Balaguer y al S de Villanueva de Avellanes.

Se trata de conglomerados poco rodados, que provienen de materiales muy cercanos a donde yacen, predominando los cantos de calizas que a veces contienen alveolinas. En general están plegados y discordantes con las formaciones, sobre las que se apoyan.

- Facies arenoso-lutíticas (13)

Aflora entre Tragó de Noguera y Tartareu; en la Sierra del Convento y entre Baldellou - NE de Ibars de Noguera, teniendo una disposición alargada según la dirección E-O, y con frecuencia son cabalgados por materiales del Keuper.

En conjunto forma una serie de color anaranjado, representada por areniscas, conglomerados y arcillas. Localmente pueden encontrarse niveles de caliza y yesos abigarrados, como sucede al SE de Boix (IGME, 1960).

En la Hoja nº 359 (Balaguer), se observan unos afloramientos discontinuos de conglomerados calcáreos de tonos rojizos, con matriz arenosa, que se presenta en contacto mecánico con la unidad evaporítica (autóctona) y con la unidad triásica, al que se le atribuye una edad Eoceno superior - Oligoceno inferior (ITGE, en realización -g), que no son cartografiables a escala 1:200.000.

2.2.2.- Materiales autóctonos de la Cuenca del Ebro

Dado que hay unidades y/o formaciones con una litología similar que se encuentran tanto en el "alóctono relativo" como en el autóctono, se describen dentro de éste dominio, haciendo referencia cuando se trata de un caso u otro.

2.2.2.1.- Terciario

En la Hoja nº 33, "Lleida", los materiales terciarios, ocupan más de las tres cuartas partes del territorio estudiado, siendo en su mayor parte de edad oligocena y miocena.

Dentro del Terciario se observa una evolución continua y gradual en la distribución de los sedimentos, desde el NE, SE y el SSO, hacia el centro de la hoja, debido a la procedencia pirenaica, ibérica o catalánide de los abanicos aluviales, cuyos depósitos más distales se interdigitan con los sedimentos de origen lacustre-palustre.

Quirantes J. (1969), agrupó los sedimentos terciarios de la Hoja nº 33, "Lleida", en seis formaciones denominadas: Fm. Sariñena, Fm. Caspe y Fm. Peraltilla, que abarcan todos los materiales predominantemente detríticos (areniscas y arcillas) al N, NE y SO de la hoja; Fm. Zaragoza que engloba los depósitos fundamentalmente evaporíticos que se desarrollan en el área de Los Monegros, la Fm. Alcubierre representada por depósitos detríticos-carbonatados y yesíferos de la Sierra del mismo nombre y que constituyen el relleno final del ciclo Terciario al O de la hoja, mientras que al SSE se localiza la Fm. Mequinenza, en donde las calizas son los materiales dominantes, pero con ellas alternan margas, areniscas, yesos y lignitos. Todas estas formaciones delimitadas en superficie se indentan entre sí.

Villena, J., et al. (1987), Pérez, A., et al. (1988), han establecido las unidades tectosedimentarias (U.T.S.) del Neógeno y Paleógeno de las cubetas marginales ibéricas y del sector central del borde ibérico, respectivamente, estableciendo la correlación entre ambas áreas, dentro de un esquema coherente y que ha sido confirmado por las dataciones paleontológicas.

Los estudios estratigráficos, sedimentológicos, tectónicos y geomorfológicos, que actualmente realiza el I.T.G.E., en el proyecto "MAGNA EBRO", han puesto de manifiesto que los materiales terciarios se ordenan verticalmente de forma cíclica, diferenciando en la parte central de la cuenca del Ebro, un total de veinte unidades genético-sedimentarias, compuestas por una sucesión de estratos, genéticamente relacionados entre sí y cuyos límites, a techo y muro, son discordancias o concordancias.

Teniendo en cuenta que el objetivo de éste estudio es caracterizar materiales homogéneos susceptibles de ser beneficiados con fines industriales, se ha realizado una síntesis litoestratigráfica dentro del Terciario, diferenciándose cronoestratigráficamente, los siguientes tramos:

Por una parte el **Aragoniense Superior - Mioceno Superior (20)** que equivaldría, a grandes rasgos a la Fm. Alcubierre de Quirantes J., (1969) y unidades tectosedimentarias N3 y N4 de Pérez, A., et al. (1988), y por otra el **Aquitaniense - Aragoniense (17, 18 y 19)**, que en sentido amplio equivaldría a las Fms. Sariñena y Zaragoza de Quirantes J., (1969) y U.T.S. N1-N2 de Pérez, A., et al. (1988).

Las facies evaporíticas de la U. Galocha-Ontiñena (ITGE en realización) y techo de la U.T.S. T4 de Pérez, A., et al. (1988), corresponden al tramo de transición **Oligoceno - Mioceno (Ageniense) (16)**, en donde los niveles calcáreos (16t) equivaldrían probablemente al Mb. Sástago, de la Fm. Alcubierre de Quirantes J., (1969).

En el **Stampiense Medio - Ageniense**, se incluyen la Fm. Peraltilla (13), base de la Fms. Alcubierre y Sariñena de Quirantes (1969), y las unidades Alfes, Fayón - Fraga, Mequinenza-Ballobar, Torrente de Cinca - Alcolea de Cinca y Castellldans (ITGE, en realización), así como gran parte de la U.T.S. T4 de Pérez A., et al. (1988).

Por último entre el **Priaboniense (Eoceno Superior) y Stampiense Medio (Oligoceno Inferior)** se incluyen las Fms. Peralta, Salinar (10) y Barbastro (11) (Crusafont M., et al., 1966).

2.2.2.1.1.- Eoceno Superior - Oligoceno Inferior (Priaboniense - Stampiense Medio)

Tal como se ha indicado en el apartado 2.2.1., las Formaciones Peralta, Salinar y Barbastro que a continuación se describen, pueden ser incluidas dentro del "alóctono relativo".

- Facies detrítico-evaporítica. Fms. Peralta y Salinar (10)

La Fm. Peralta aflora al NNO, entre Peralta de la Sal y Zurita, estando afectada por pliegues cuyos ejes tienen una dirección NNE-SSO. La potencia real de esta serie, al N del anticlinal de Peralta de la Sal, llega a alcanzar los 500 m.

Litológicamente, a muro está constituido por lutitas rojas y areniscas, y sobre ellas progradan cartográficamente hacia el NO las brechas y conglomerados calcáreos, cuyos cantos subangulosos y heterométricos, suelen ser menores de 20 cm de diámetro (Fm. Peralta). Esta formación se indenta con la parte superior de la Fm. Barbastro y se puede interpretar como un sistema de abanicos aluviales de reducidas dimensiones y alto gradiente, procedente de las "Sierras Marginales" (ITGE en realización -c).

La Fm. Salinar aflora únicamente en el anticlinal de Peralta de la Sal, (la serie más completa se halla en el flanco S), verticalizada o invertida con más de 1000 m de espesor, constituidos por lutitas y areniscas con intercalaciones de yesos, margas y calizas, que por sus características sedimentológicas se interpreta como las facies distales de un abanico fluvio-aluvial de procedencia pirenaica.

- Facies evaporítica. Fm. Barbastro (11)

La Fm. Barbastro (Crusafont M., et al, 1966; Quirantes J., 1969) aflora al NE de la hoja a lo largo de una corrida de unos 70 km, según la dirección NNO-SSO, entre Balaguer (Lleida) y Fornillos (Huesca), teniendo una anchura entre 1 y 5 km. Litológicamente predominan los yesos con intercalaciones de lutitas y margas de color gris-verdoso, hacia techo los yesos blanquecinos se

intercalan gradualmente con calizas y margocalizas en capas decimétricas, hasta dominar éstas, presentando localmente niveles de arenisca fina, yeso alabastrino y sílex.

Al tratarse de depósitos evaporíticos afectados por el plegamiento, se encuentran muy distorsionados, lo que dificulta el reconocimiento de su espesor, no obstante en base a los sondeos petrolíferos realizados en la zona catalana, se estima que su potencia es de 400 m a 750 m, como mínimo.

Se han reconocido importantes espesores de halita en el sondeo Monzón-1 y en numerosos sondeos mecánicos y eléctricos efectuados por la Empresa Sales Monzón, S.A. entre Azanuy y Castejón del Puente, definiéndose espesores de sal del orden de los 200-250 m., que se están beneficiando para la obtención de salmueras.

La Fm. Barbastro se interpreta en conjunto como depósitos de lago salino efímero, asociado a las partes distales de abanicos aluviales (Fms. Salinar y Peralta), (ITGE, en realización c y g).

2.2.2.1.2.- Oligoceno - Mioceno Inferior (Stampiense Medio - Ageniense Inferior)

Ocupa gran parte de la mitad oriental, franja más meridional y esquina suroccidental de la hoja nº 33, "Lleida".

En base a la variación lateral de los tipos de depósito, se diferencian desde el borde hacia el centro de la cuenca, las siguientes facies:

- Facies conglomerática (12)

Constituyen un pequeño afloramiento de unos 5 km², al O de Peralta de la Sal, al N de la hoja, constituido por una serie de conglomerados calcáreos, areniscas y lutitas de origen aluvial, con predominio de los paleocanales de conglomerados y areniscas, teniendo el conjunto un espesor máximo de 600 m.

- Facies arenoso-lutíticas (13)

Afloran fundamentalmente en la mitad oriental de la hoja, pudiéndose distinguir dos áreas, en base a la procedencia de los aportes y de su situación geográfica.

a) Area septentrional. Se extiende al N de Albalate de Cinca, Gimenells, Llérida y Bell-Lloch, en el cuadrante nororiental de la hoja. Está representada por una sucesión de paleocanales de areniscas y conglomerados silíceos intercalados entre lutitas rojizas o pardas, con niveles de paleosuelos. Esta unidad forma parte de la Formación Peraltilla, definida por Crusafont M, et al., (1966), teniendo un espesor de unos 950 m, en el flanco S del anticlinal de Barbastro (ITGE, en realización -c). El conjunto se interpreta como un abanico terminal, de grandes dimensiones y predominio de transporte fluvial (Macías et al, 1986-1987), cuya área fuente se sitúa en el Pirineo Axial.

Más hacia el S, en las hojas nºs 358 y 359 de Almacellas y Balaguer, aparecen unos depósitos constituidos por areniscas carbonatadas, margas, calizas en niveles centi y decimétricos, así como niveles de sílex. Los depósitos carbonatados corresponden a un ambiente lacustre somero, que representa facies distales de abanicos aluviales de procedencia pirenaica.

b) Area suroriental. Se ubica entre Mayals, Granadella, Sarroca de Lleida y Castellldáns. Está constituido por sucesiones de cuerpos lenticulares de conglomerados con predominio calcáreo de potencia métrica a decamétrica, con cantos entre 2 y 15 cm, cementados por carbonato cálcico y matriz arenosa; paleocanales de areniscas gruesas en la base y más finas a techo, que llegan a sobrepasar los 3 m de espesor, estando intercalados entre lutitas de aspecto versicolor, predominantemente rojizas, gris, violeta, verde y amarillo. La potencia de esta serie es muy variable, llegando a rebasar los 300 m.

Los materiales que constituyen esta unidad, están representados por sedimentos aluviales, procedentes de la Cordillera Costero-Catalana, formando parte de diversas unidades litoestratigráficas, tales como la "Formación

conglomerados y lutitas de Margalef" definida por Colombo, F., (1980); "Formación lutitas y areniscas de Fraga y lutitas y calizas de la Granja d'Escarp", definidas por Cabrera L. (1983).

- Facies detrítico-carbonatadas (14)

Consisten en una alternancia de areniscas y lutitas de color pardo-rojizas, entre las cuales se intercalan, ocasionalmente niveles de yeso nodular y de caliza.

Corresponden a facies distales de abanicos aluviales, que se indentan o están coronadas por depósitos calcáreos de origen lacustre-palustre. En base a su procedencia y distribución geográfica dentro de la hoja, se diferencian las siguientes áreas:

- a) Procedencia pirenaica. Corresponderían a los depósitos ubicados en las inmediaciones de Sariñena y Alcolea de Cinca, en el sector N de los Monegros.
- b) Procedencia catalánide. Aflora en el altiplano que se extiende entre las localidades de Granadella, Mayals y Llardecans, estando representadas predominantemente por arcillas rojas, con intercalaciones de areniscas y calizas, que aumentan de potencia hacia el O (Formación calizas de Mequinenza), que se interpretan como depósitos lacustres someros, que frecuentemente están sometidos a influencias terrígenas.
- c) Procedencia pirenaica-catalánide. Corresponden a los materiales que afloran entre Bell-Lloch, Lleida, Alcarraz y Artesa de Lleida, en donde no se puede diferenciar, si el área fuente es pirenaica o catalánide.
- d) Procedencia ibérica. Aflora en una estrecha banda al SO de la hoja, al E de Alborge (Zaragoza), se trata de una serie arcillosa con intercalaciones de areniscas yesíferas y algún nivel carbonatado. El ambiente sedimentario de estos materiales se interpreta como de tipo fluvial meandriforme, en partes medio-distales de un abanico aluvial de procedencia meridional, con desarrollo de episodios esporádicos de encharcamiento dentro de la llanura de inundación (ITGE, en realización -1).

- Facies carbonatadas (14-0)

Litológicamente están representadas por calizas, calizas arenosas de tonos beige, calizas margosas, margas y lignitos. La E.N. ADARO (1975-76), diferencia 7 paquetes de lignito que estratigráficamente se concentran en los niveles superiores de la unidad Fayón-Fraga (ITGE, en realización, n).

Los materiales calcáreos suelen localizarse al techo de las unidades sedimentarias definidas por el ITGE (en realización), en el proyecto "MAGNA-EBRO", teniendo cada nivel un espesor menor de 20 m, pero dada su disposición tabular y dureza, hace que adquieran una gran extensión cartográfica.

En base a las características de los sedimentos, se cree que éstos materiales se han producido en un ambiente lacustre con episodios palustres.

- Facies carbonato-evaporíticas

Cronoestratigráficamente, se diferencian dos unidades la inferior que correspondería a la unidad genético-sedimentaria Mequinenza-Ballobar (15) de edad Oligoceno y la unidad Galocha-Ontiñena (16), que estaría en el tránsito Oligoceno-Mioceno (Ageniense) y en donde se diferencian aquellos afloramientos calcáreos de amplia representación cartográfica (16 t).

A) Dentro del tramo de techo del Oligoceno (15), se pueden diferenciar dos sectores en base a sus características litológicas y posición geográfica:

- a) Sector suroccidental. Se extiende entre Gelsa y Cinco Olivas. Está constituido por una sucesión de naturaleza lutítica de tonos ocre y naranjas, con delgados niveles de areniscas yesíferas de grano medio y fino en bancos de hasta 1,5 m de potencia que presenta una intercalación de 20 m de calizas de tonos beige y crema, porosa, que puede presentar algún nivel con nódulos de sílex, con un espesor de unos 60 m.

A lo largo de toda la serie, se suelen presentar niveles de arcillas rojizas y verdosas con abundantes nódulos de yeso alabastrino y yeso fibroso, y escasos niveles de hasta 10 cm de espesor de yesos laminares

y de yesiarenitas de grano fino. Los bolos alabastrinos suelen llegar a alcanzar 1,80 m de diámetro, siendo objeto de una importante actividad minera en los términos municipales de Azaila y La Zaida dentro de la unidad genético-sedimentario Mequinenza-Ballobar.

- b) Sector central. Se ubica entre las poblaciones de Zaidin, Gimenells y Fraga, así como en la margen derecha del río Cinca entre Velilla de Cinca y Torrente de Cinca. Litológicamente están constituidas de muro a techo, por areniscas pardo amarillentas y rojizas de grano medio a grueso en bancos de hasta 3 m de potencia inmersos en una masa arcillosa y limolítica de tonalidades rojizas, con yeso nodular y fibroso; niveles carbonatados en tramos de hasta 15 ó 20 m de potencia como máximo y por último tramos de arcillas rojas con niveles de yeso nodular de hasta 0,5 m de potencia y de yeso masivo blanquecino (ITGE, en realización j). Esta serie llega a sobrepasar en algunos puntos los 100 m de potencia.

- B) Tramo de transición Oligoceno-Mioceno (16): aflora al SSO de la hoja, en las hojas nºs 413 y 414 de Gelsa y Bujaraloz respectivamente. Está representado por arcillas rojas con niveles de arenisca y nódulos de yeso alabastrino y yeso fibroso, que a veces están afectados por procesos de disolución con relleno posterior de las cavidades por arcillas y carbonatos, margas grises con niveles de yesos tabulares-nodulares, calizas tableadas de tonos beige con intercalaciones de arcillas anaranjadas y rosadas, con niveles de yeso. La potencia total del tramo es del orden de 65 m.

En el sector suroccidental, entre Gelsa y Cinco Olivas, se benefician alabastros. Dentro de esta serie, son más dispersas las explotaciones de arcilla común.

Las características sedimentológicas de estos materiales permiten atribuir las facies detríticas a partes distales de abanicos aluviales de procedencia pirenaica, los materiales carbonatados a un medio lacustre-palustre, mientras que los materiales arcillosos con yeso corresponderían a un margen de lago salino.

C) Tramo predominantemente calcáreo (16t): está representado por calizas a veces con un cierto contenido en materia orgánica, calizas arenosas y margas grises, teniendo esporádicamente arcillas rojas entre las cuales se intercalan niveles de yeso nodular y micronodular, de espesor variable.

Estas calizas, que suelen ser tableadas, dan lugar a resaltes y líneas de capa dura, con afloramientos extensos a pesar de que su espesor real no suele superar los 20 m.

2.2.2.1.3.- Mioceno Inferior-Medio (Ageniense Inferior - Aragoniense Superior)

Aflora en gran parte de la mitad occidental de la hoja y en el sector NNO de las "Sierras Marginales".

- Facies conglomerática (17)

Consiste en un conjunto de brechas, que puede incluir bloques métricos de calizas cretácicas y terciarias, ofitas y lutitas con yesos del keuper que se pueden interpretar como depósitos de ladera; y paleocanales de arenisca y conglomerados entre lutitas rojas. Este conjunto predominantemente calcáreo, llega a alcanzar 240 m de espesor y constituye la Formación Baells (ITGE en realización, c). Aflora al N de dicha localidad. Más al E afloran retazos en las proximidades de Os de Balaguer, Gerp e Ibars de Noguera, estando discordantes sobre el sustrato y dentro del dominio de las unidades alóctonas.

- Facies arenoso-lutíticas (18)

Se extiende por el cuadrante noroccidental y en el centro de la hoja, corresponde a gran parte de la Formación Sariñena descrita por Quirantes J., (1969) y a los tramos detríticos de las unidades genético sedimentarias descritas por el ITGE (en realización). En base a la relación que tiene con los dominios tectónicos, se puede diferenciar dos áreas:

a) Area alóctona, se ubica entre Azanuy y la presa de Piñana, a lo largo de una corrida de unos 30 km, al NNE de la hoja. Está representado por paleo-

canales de areniscas y conglomerados silíceos entre lutitas rojas, llegando a rebasar los 1.000 m de potencia en el sinclinal de Azanuy.

- b) Area autóctona, aflora en las hojas nºs 324, 325, 326, 356, 357 y 386 de Grañen, Peralta de Alcofea, Monzón, Lanaja, Sariñena y Peñalba respectivamente.

Al N de la hoja de Peralta de Alcofea llega a alcanzar un espesor de 1.300 m, individualizándose tramos de hasta 200 m en los que predominan lutitas rojas y gris-azuladas con limos o areniscas finas en capas de escala centimétrica o decimétrica con canales de espesor decimétrico o métrico. Entre estos tramos se encuentran otros con gran densidad de paleocanales de areniscas. El conjunto se interpreta como la parte media de un abanico fluvial, de procedencia pirenaica, denominado "Sistema de Huesca" por Hirst, J.P.P. (1983), que tiene un radio de unos 60 km.

Hacia el S y E disminuye la potencia de la serie, predominando la alternancia de margas y areniscas de colores pardo-amarillentas y ocre, presentando intercalaciones de calizas y ocasionalmente niveles con nódulos de yeso. Las areniscas tabulares corresponden a facies de llanura de inundación, mientras que las calizas probablemente fueron depositadas en momentos de expansión lacustre-palustre (ITGE, en realización, d).

- Facies evaporítica-carbonatada (19 y 19 m)

Aflora en el sector OSO de la hoja, constituyendo el sector más oriental de la Formación Zaragoza (Mb. Retuerta) y base de la Formación Alcubierre, definidas por Quirantes J., (1969). Equivale a las facies carbonato-evaporíticas de las unidades genético sedimentarias de Bujaraloz-Sariñena, Remolinos-Lanaja y Sierra de Pallaruelo-Monte de la Sora, definidas por el ITGE (en realización).

Litológicamente esta representado por margas rojizas en las que se intercalan nódulos de yeso, ya individualizados, ya formando niveles; capas de arenisca en bancos que oscilan entre 0,5 m y 6 m, y calizas beigeas tableadas con intercalaciones de silex. La potencia máxima aflorante de ésta serie exce-

de de los 100 m, aunque los sondeos mineros han cortado varios cientos de metros (Orti, F., Salvany J.M., 1990).

Dentro de ésta serie (19), se localizan importantes explotaciones de yeso en la unidad genético sedimentaria de Bujaraloz-Sariñena, así como niveles de alabastro, dispersos a lo largo de toda la serie.

En general, se observa un decrecimiento del tamaño de los nódulos de alabastro, de origen diagenético, de borde a centro de la cuenca (Utrilla R., et al., 1991).

Los niveles de caliza, suelen tener gran extensión cartográfica (19 m), al ser más resistentes que los materiales que están en contacto con ellas, dando lugar a superficies estructurales. Su potencia no suele sobrepasar los 40 m y se presentan tableadas en capas de 0,05 a 1,5 m, alternando con niveles de margas grises, con arcillas e intercalaciones de arenisca, así como con algún nivel de yeso alabastrino.

Las características sedimentológicas, hace pensar que las facies evaporíticas corresponderían a un margen de cuenca evaporítica con precipitación de sales de baja concentración (carbonatos y yesos) y fijación de la sílice que queda retenida sin llegar a precipitar en el centro de la cuenca.

2.2.2.1.4.- Mioceno Medio-Superior (Aragoniense Superior - Vallesiense) (20)

Constituyen las cotas de mayor altitud de la Sierra de Alcubierre al 0 de la hoja. Tiene un espesor de unos 130 m. Está constituida en su base por arcillas rojas y margas que contienen intercalaciones areniscosas grises de grano fino a medio de hasta 4,5 m de potencia. Hacia techo alternan con calizas que hacia techo se hacen más abundantes. Las calizas están muy recristalizadas, con abundante contenido organógeno y una porosidad muy desarrollada (ITGE, en realización, d).

Según las características sedimentológicas, los bancos de arenisca representan depósitos de barra de meandro; las areniscas tabulares y arcillas

corresponderían a facies de llanura de inundación, mientras que las calizas se pueden interpretar como depositadas en un ambiente lacustre-palustre.

2.2.2.1.5.-- Terciario Superior - Cuaternario Inferior (Plioceno - Pleistoceno)

Se incluyen dos tipos de depósitos, en donde no se han encontrado fósiles y que afloran en áreas interfluviales desconectados de la red hidrográfica actual, apoyándose discordantemente sobre el resto de las formaciones.

- Bloques y gravas con matriz arenosa, y/o lutítica (21)

Las lutitas dan al conjunto una coloración parda. Al N de Alfarrás y al S de Ibars, al NE de la hoja, predominan los bancos de arenas compactas y arcillas (IGME, 1960). Se presentan en afloramientos aislados, por lo general sobre la Fm. Barbastro, al NE de la hoja.

- Carbonatos y costras calcáreas. Conglomerados con encostramientos carbonáticos cementados (21 c)

Los carbonatos y costras calcáreas afloran en manchas aisladas, que generalmente se asocian a las superficies estructurales de las calizas, observándose costras pulverulentas y nodulosas que engloban pequeños cantos calcáreos corroídos, así como facies brechoides con cantos calcáreos.

Los conglomerados corresponden a las terrazas más altas de los depósitos fluviales, estando a más de 160 m de altura sobre el cauce actual (ríos Guatizalema y Alcanadre), teniendo un espesor de 3 a 10 m, con cantos menores de 30 cm y una media que oscila entre los 5 y 10 cm y de composición muy variada (cuarzo, esquistos, areniscas rojas, calizas mesozóicas y terciarias, ofitas, etc.). Estos cantos suelen estar muy cementados y a techo se presenta una costra carbonatada de 2-3 m de potencia, que actúa de nivel endurecido y condiciona el modelado formando pequeñas mesetas de escarpados bordes (hoja 325, Peralta de Alcofea).

2.2.2.2.- Cuaternario

Los depósitos cuaternarios de esta hoja se emplean fundamentalmente para la construcción, obras públicas y plantas de hormigonado, y se han agrupado en cuatro tipos diferentes:

- Glacis, coluviones y derrubios (22)
- Terrazas (23)
- Llanuras de inundación y valles de fondo plano (24)
- Zonas endorréicas y áreas húmedas (25)

- Glacis, coluviones y derrubios (22)

Se trata de depósitos terrígenos poligénicos de gran variabilidad de potencia, componentes y estructuras, que forman superficies de enlace entre las vertientes de las Sierras y las acumulaciones aluviales de valles y depresiones, ocupando grandes extensiones.

Por su litología se pueden diferenciar dos tipos de glacis, unos formados esencialmente por cantos de caliza y arenisca, bastante homométricos, subredondeados, englobados en una matriz arenosa poco coherente. Otros, compuestos en su totalidad por arcillas y limos procedentes de las vertientes modeladas en los materiales terciarios.

- Terrazas (23)

Se desarrollan en las márgenes de los ríos Alcanadre, Cinca, Segre, Noguera Ribagorzana y Ebro, disponiéndose escalonadamente a partir del cauce. La secuencia completa de terrazas no se mantiene homogénea en todos los valles y el número de niveles diferenciables oscila entre tres y siete (Mensúa, S., Ibañez, J.M. 1977), (ITGE, en realización).

Están compuestas por conglomerados con cantos de cuarcitas, calizas y otros bastante alterados de granito con tamaños que en ocasiones superan los 0,40 m. La matriz es arenosa y limosa. En los cursos altos están formadas por gravas con cantos muy heterométricos, subredondeados y redondeados, con lente-

jones de limos y arenas, y a veces con costras calcáreas (caliche), que se desarrollan sobre las superficies encajadas de glacis y terrazas, principalmente en la cuenca baja del río Cinca (Sancho C.; Meléndez A., 1992), en donde se pueden diferenciar caliche pulverulento, acintado y noduloso.

- Llanuras de inundación y valles de fondo plano (24)

Rellenan, a veces, el fondo de antiguos valles, variando su composición en función del sustrato. En general, están constituidos por limos, generalmente yesíferos, gravas y arenas poligénicas, con cantos subredondeados a subangulosos.

Se incluyen dentro de estos depósitos cuaternarios recientes, la terraza de 10 m, llanuras de inundación, barras y fondos aluviales.

- Zonas endorréicas y áreas húmedas (25)

Se trata de superficies dispersas y de pequeñas dimensiones, constituidas por una gran cantidad de lagunas, charcas y balsas naturales, de poca profundidad. Una gran parte de las depresiones cerradas presentan contenidos más o menos importantes de sales, cuya mineralogía ha sido estudiada por Mingarro, F., et al (1981) que reconocen la presencia de bloedita, thenardita y halita, y en menor proporción yeso, calcita y dolomita.

Sus depósitos tienen escaso espesor de lutitas y limos de tonos pardos, eventualmente con cierto contenido de materia orgánica que les da una coloración más oscura.

2.3.- ROCAS SUBVOLCANICAS: OFITAS (1)

Están representadas por grandes masas de rocas cristalinas básicas intrusivas que afloran aisladas en los alrededores de Camporrells, Estopiñan y Avellanes, en relación con la facies Keuper (3), localizada al NE de la hoja, dentro del dominio alóctono en las "Sierras Marginales".

2.4.- ESTRUCTURA

Dentro de la hoja nº 33, Lleida, desde el punto de vista tectónico hay dos dominios claramente diferenciados, las "Sierras Marginales" en el sector nororiental que constituiría el alóctono y "alóctono relativo" y la Cuenca del Ebro que abarca la mayor parte del territorio ocupado, teniendo una disposición subhorizontal, excepto en las proximidades de las "Sierras Marginales".

2.4.1.- Cuenca del Ebro

La geometría, estructura y relleno sedimentario de la Cuenca del Ebro, está condicionado por la evolución del diastrofismo en las cordilleras circundantes (Puig de Fàbregas, C. et al., 1986). En líneas generales la deformación es más joven, o ha perdurado durante más tiempo, en sentido E a O.

Los mapas del subsuelo de la cuenca permiten observar (Riba O. et al., 1986) la inclinación generalizada de la superficie del sustrato hacia los Pirineos, llegando a sumergirse bajo las unidades deslizadas que constituyen el frente surpirenaico, alcanzando en la parte N de la Cuenca profundidades superiores a los 4.000 m bajo el nivel del mar, mientras que la parte meridional se mantiene siempre a menos de 1.000 m.

Durante el Mioceno y Plioceno tiene lugar una etapa de tectónica extensional, dando lugar a una fracturación y diaclasamiento (Simón, 1989) que ponen de manifiesto la presencia en profundidad de accidentes mayores, principalmente de orientación ibérica.

2.4.2.- Sierras Marginales

Durante el Terciario tiene lugar el deslizamiento hacia el S de varias unidades alóctonas, como consecuencia del fuerte acortamiento en dirección N-S que se produce en el Pirineo axial durante la "fase pirenaica" (Pocoví A., 1978).

De los resultados del análisis estructural realizado en las "Sierras Marginales", Pocoví A., (1978) deduce la existencia de un prolongado proceso

de deformación en el que alternan la formación de pliegues de orientación E-O y NE-SO, no siendo posible la individualización de fases tectónicas bien definidas, sino que tiene lugar una sucesión de pulsaciones más o menos localizadas, que se sitúan en un amplio período de tiempo.

2.4.3.- Descripción de las principales estructuras

Las principales zonas en que se aprecia una cierta uniformidad de estilo de deformación, diferente al de las zonas colindantes, dentro del territorio de "Las Sierras Marginales" que ocupa la hoja nº 33, Lleida, son las siguientes:

- Sinclinal de Azanuy
- Anticlinal Balaguer - Barbastro
- Zona de pliegues Milla - Trago
- Sinclinal de Ager - Villanueva de Meia
- Zona de cabalgamientos de doble vergencia
- Afloramiento Triásico de Avellanes
- Montes de St. Llorenç - Sierra de Santo Tomás

- Sinclinal de Azanuy

Se localiza al NNE de la hoja. Su eje presenta una inmersión hacia el E, dejando hacia el O de Azanuy una zona de culminación donde aflora extensamente la Fm. Barbastro. Esta estructura se la puede considerar parte del dominio "alóctono relativo".

Se trata de un sinclinal laxo cuyo flanco S enlaza con el anticlinal de Barbastro y su flanco N con los anticlinales de Altarriba y Peralta (ITGE en realización c).

El sinclinal queda dibujado como un pliegue de dirección E-O, paralelo por la Fm. Peraltila (11), mientras que la Fm. Sariñena (18) es contemporánea con su desarrollo. El mayor desarrollo de ésta en el flanco meridional del sinclinal le confiere una forma asimétrica, que implica un desplazamiento pro-

gresivo del depocentro (lugar en donde la formación alcanza el máximo espesor) y del eje de la estructura.

- Anticlinal de yeso Balaguer - Barbastro

Se extiende a lo largo de unos 120 km desde las inmediaciones de Azlor y Peraltilla (Huesca) hasta las proximidades de Ponts (Lleida), en donde enlaza con el anticlinal de Sanahuja, excediendo su cartografía, los límites geográficos de la Hoja nº 33, "Lleida". Dentro de ésta se extiende desde el NO de Castejón del Puente hasta el N de Balaguer, con una corrida de unos 65 km por 1 a 5 km de anchura. Este anticlinal no constituiría el alóctono propiamente dicho, sino que formaría parte del "alóctono relativo".

Su estructura es la de un núcleo anticlinal de orientación ONO-ESE, que describe una forma suavemente arqueada, bordeando la zona de cabalgamientos surpirenaicos más meridionales ("Sierras Marginales"). Está recubierto por las formaciones molásicas oligocenas de "Peraltilla" y "Sariñena" (Quirantes J., 1969). La primera presenta un plegamiento concéntrico, mientras que la Formación Sariñena se encuentra en discordancia progresiva (ITGE, en realización -c).

El núcleo del anticlinal está constituido por yesos e intercalaciones margosas (Formación Barbastro) que se presentan muy deformadas con abundantes pliegues, generalmente vergentes al S.

En los flancos se encuentran niveles de arenisca con intercalaciones de limolitas y margas, presentando fuertes buzamientos (60° - 80°) en las inmediaciones del contacto con la masa de yeso del núcleo.

Entre el núcleo del anticlinal de yeso y el frente meridional de las Sierras Marginales, la franja de niveles detríticos constituyen un sinclinal paralelo a aquellos.

Al O del río Noguera-Ribagorzana, el flanco N desaparece casi totalmente bajo el cabalgamiento de la Sierra de Solá y de S. Salvador y los conglomerados miocenos. Entre los ríos Farfaña y Segre, los niveles detríticos del

flanco N quedan ocultos bajo el frente de cabalgamiento de Santo Tomás - Tosal hasta quedar cubierto por las terrazas del río Segre.

En el flanco S los niveles detríticos inferiores, en las proximidades del núcleo de yeso, presentan un fuerte buzamiento que rápidamente se va horizontalizando hacia el S. Entre Tamarite de Litera y la Almunia de San Juan, este flanco está afectado por un sistema de fallas inversas de pequeño salto vergentes hacia el norte.

- Zona de pliegues Milla - Tragó de Noguera

Se sitúa en el sector más nororiental de la hoja nº 33 "Lleida", al S del sinclinal de Ager - Villanueva y entre los afloramientos triásicos de Camporrells y Avellanes sitos al E y O respectivamente. De NE a SO se encuentran las siguientes estructuras, cuyos ejes tienen una dirección NO-SE.

- a) Anticlinal de Milla, es un accidente de destacada importancia morfológica al constituir las calizas y calcarenitas Senonienses (7), los montes de Milla, con los altiplanos de Brujas y de Oliva. Presenta una vergencia SO, ya que en todo el flanco NE (Milla - Fontdepou) los buzamientos son bastante más suaves que en el flanco SO, lindante con el sinclinal de Blancafort.
- b) Sinclinal de Blancafort, se extiende desde la confluencia del río Guard con el Noguera Ribagorzana, hasta las proximidades del extremo N del diapiro triásico de Avellanes, en dirección N 110° E, teniendo en su núcleo sedimentos de facies Garum (8) y del Eoceno marino (9).

La terminación oriental está interrumpida por un conjunto de fracturas de desgarre. En la mitad oriental, este pliegue tiene una vergencia S.

- c) Anticlinal de Canelles, se extiende entre los afloramientos diapíricos triásicos de Camporrells - Estopiñan y el S de Avallanes, según una dirección NNE-SSE con ligeras oscilaciones, destacando topográficamente en los afloramientos del Cretácico Superior. El sector occidental tiene un rumbo N 120° y carácter eyectivo. Se encuentra muy plegado, aflorando en el núcleo yesos y margas del Keuper, el flanco S llega a producir una cobijadura

sobre el sinclinal de Tragó y el flanco N presenta un buzamiento subvertical. La parte central de dirección N 90-110° E con buzamientos inferiores a 30° en el flanco S y algo menores en el flanco N, y la parte oriental de dirección similar a la primera.

- d) Sinclinal de Tragó de Noguera: se encuentra inmediatamente al S del anticlinal de Canelles, con una extensión semejante.

La porción occidental, al O del río Noguera Ribagorzana, presenta una zona de charnela muy amplia, constituyendo un sinclinal muy laxo de dirección N 120° E, cuyo flanco S, se levanta para cabalgar sobre las escamas meridionales. El sector central (Tragó - Auberola) de dirección N 100° E presenta buzamientos más fuertes, quedando el flanco S hacia el E, recubierto tectónicamente por el flanco N del sinclinal de Os de Balaguer. La zona oriental (Auberola - Tartareu) de rumbo N 120° E, tiene el flanco N con inclinaciones suaves (25°), mientras que el flanco S está oculto bajo la serie cabalgante del flanco N del sinclinal de Os de Balaguer.

- Sinclinal de Ager- Vilanova de Meia

Es una franja deprimida ubicada al pie del cabalgamiento del Montsec, con una corrida de unos 40 km y una anchura que oscila entre 3 y 8 km.

Dentro de la hoja, aflora el sector suroccidental de la estructura cuyo flanco S se adosa suavemente al anticlinal de Millá, teniendo el eje una dirección de unos N 100° E. Las grandes fracturas conjugadas NNE-SSE y NO-SE que afectan a este flanco, no modifican sustancialmente la disposición general.

- Zona de cabalgamientos de doble vergencia (Baldellou - Os de Balaguer)

Se localiza al S del sinclinal de Tragó, entre Os de Balaguer y Castellonroy, en base a las diferencias que la estructura presenta en cada una de las márgenes del río Noguera Ribagorzana, se puede dividir la zona en dos partes:

- a) Estructura de la margen derecha, cuyo rasgo más característico lo constituyen las imbricaciones de la serie mesozóico-terciaria despegada, a nivel del Triásico, por planos de cabalgamiento de vergencia meridional.

Dentro de este sector se localizan las escamas de Peña Roja que se extiende desde el afloramiento triásico de Camporrells hasta el curso del río Noguera Ribagorzana, con un frente de cabalgamiento de dirección N 120° E; la escama de Yedra que constituye el flanco S del sinclinal de Baldellou, así como diversas estructuras sinclinales (Volterol, Baldellou, Plá de Mules, S. Salvador, etc.).

- b) Las estructuras correspondientes a la margen izquierda más destacadas son: el sinclinal de Os de Balaguer, el anticlinal de Sisquella y una serie de pequeñas escamas (Santa Ana, Gaspaga, Roca Roja, ...) que constituyen el frente meridional de las Sierras entre Ibars de Noguera y Castelló de Farfà.

El sinclinal de Os de Balaguer es la unidad más extensa de esta zona, con una corrida de unos 10 km desde el N de Boix hasta Os de Balaguer, afectando a la cobertera mesozóico-terciaria, teniendo el eje sinclinal una dirección de unos 110° E.

Por el NO, la estructura queda interrumpida, a causa de la inclinación del eje hacia el SO. En el extremo SE se interrumpe contra una falla inversa de dirección NNO-SSE. Esta estructura lleva los materiales triásicos del afloramiento de los Avellanes a cabalgar ligeramente sobre la serie mesozóico-terciaria del sinclinal.

El flanco N de este sinclinal cabalga ampliamente el flanco S del sinclinal de Tragó, teniendo vergencia N. Las fracturas N-S y NO-SE que afectan a este flanco, facilitan la independización de bloques en el frente de cabalgamiento que tienden a deslizarse gravitacionalmente por la pendiente topográfica.

El flanco S presenta una disposición más regular, con buzamientos suaves

entre 20° y 30°. En su mitad NO constituye a su vez el flanco NE del anticlinal desventrado de Boix - La Sisquella.

- Afloramiento Triásico de Avellanes

Está situado al S de la zona central del sinclinal de Ager, entre los ríos Farfàña y Noguera Ribagorçana. Litológicamente está representado por margas y arcillas versicolores con abundante yeso interestratificado; niveles de carniolas, dolomías y calizas tableadas entre las margas, así como abundantes y a veces extensas masas de rocas cristalinas básicas (ofitas), tratándose por tanto, de un conjunto muy plástico.

La estructura del Triásico del interior de esta zona, presenta dos direcciones de pliegues, una NO-SE sita al NO del afloramiento; y otra NNE-SSE, paralela a la que manifiesta el cabalgamiento que constituye el límite meridional (Villanueva, El Convento).

Prácticamente todo el perímetro del afloramiento Triásico, se compone de fallas inversas, como consecuencia de su comportamiento diapírico.

El trazado del límite septentrional desde Tartareu hasta Santa Liña, es una quebrada constituida por segmentos de dirección N 70° E, alternando con otros de dirección N 140° E, estando afectados por fracturas subverticales según el rumbo N 50° E dando lugar a una disposición de bloques escalonados, entrecortados por fracturas de dirección N 140° E al N de Avellanes y de N 25° E en las inmediaciones de Tartareu.

En el límite meridional, entre las salinas y Vilanova, el Triás tiende a cabalgar sobre la vertiente N de Montroig, teniendo el plano de falla una dirección N 50° E; mientras que al O entre Villanueva de la Sal y Convento de Avellanes, el plano de cabalgamiento, pone en contacto el Triás con los conglomerados oligocenos o la serie mesozóico-terciaria, según un plano de dirección N 70° E. Estas dos zonas están separadas por una fractura subvertical de desgarre con rumbo N 140° E.

- Montes de St. Llorenç - Sierra de Santo Tomás

Son los relieves situados inmediatamente al S del afloramiento Triásico de Avellanes y al N del anticlinal de yeso Balaguer - Barbastro.

La serie sedimentaria esta representada, de muro a techo por, margas y arcillas yesíferas (Keuper), calizas con alveolinas (Cretácico superior), 35 m de arcillas rojas (Formación Garum), y por encima se encuentran 400 m o más de calcarenitas del Eoceno medio. A esta serie se superponen discordantemente los conglomerados del Terciario continental.

Se aprecian pliegues de dirección NE-SO de vergencia al SE, siendo más suaves hacia el NO, mientras que en los alrededores de St. Llorenç, la serie aparece verticalizada y dispuesta en escamas imbricadas vergentes al SE. El contacto meridional es un cabalgamiento de plano tendido (menos de 30°) que llega a superponer esta serie despegada a nivel del Keuper, sobre las areniscas y limolitas del Terciario continental de la Depresión del Ebro, según la dirección E-0.

2.5.- MINERIA

En este apartado se describen las mineralizaciones de metálicos más comunes, así como los energéticos, excluyendo las rocas y minerales industriales que serán tratadas detalladamente en el apartado 3.

2.5.1.- Oro

Existen citas de explotaciones medievales de placeres auríferos en el río Segre. Durante los años 1989 y 1991 se ha llevado una prospección preliminar sobre terrazas fluviales del río Segre que ha confirmado la presencia de concentraciones auríferas significativas, del orden de 300-1.680 partículas/m³, considerando a los depósitos de terrazas como placeres auríferos. Recientemente Escuer, J., et al., (1992) han identificado 9 niveles de terrazas en el río Noguera Ribagorzana y 6 niveles en el río Segre. Los aportes auríferos provienen principalmente del río Noguera Pallaresa, afluente del río Segre y las áreas fuente se situarían en el Pirineo axial, procedentes de precon-

traciones en los esquistos metamórficos, paleoplaceres, filones de arsénico-oro y "skarn" auríferos (Escuer, J., et al, 1992).

2.5.2.- Manganeso

En el ángulo NO de la hoja nº 359, Os de Balaguer, en el sinclinal Tragó-Noguera, en el contacto de las ofitas (1) con las calizas del Cretácico superior (7), aparecen mineralizaciones discontinuas de manganeso.

A unos 500 m al NO de Estopiñán se encuentran las minas "Teresa" y "Pilar" que fueron beneficiadas antaño por el "Consejo Ordenador de Minerales Especiales de Interés Militar". Las galerías de los pisos tienen longitudes superiores a 100 m y se llegó hasta la planta 5ª con una profundidad de pozo de 70 m (IGME, 1960).

2.5.3.- Lignito

Se localizan en la cuenca de Mequinenza (Zaragoza), con amplio historial minero y que actualmente produce del orden de 320.000 t/año, cuyo destino principal es la central térmica de Escatrón. La legislación medioambiental, que se prevé en un futuro próximo, hace que su explotación sea incierta debido al alto contenido en azufre (4-8%) que presenta el lignito (hulla subbituminosa).

La E.N. Adaro ha diferenciado 7 paquetes, separados entre sí 40-60 m. Generalmente presentan asociaciones de capas en número variable y espesores decimétricos, habiéndose contabilizado más de 100 niveles de carbón, los cuales se acuñan lateralmente.

La superficie ocupada por las unidades productivas con niveles de carbón, es de unos 20 km en dirección E-O por 25 km en dirección N-S, y los sondeos mecánicos han cortado lignito a 500 m de profundidad. Los materiales pertenecen al Terciario continental, correspondientes a la unidad genético sedimentaria Fayón-Fraga (13) (ITGE, en realización -n).

2.5.4.- Minerales radiactivos

Asociado a los niveles carbonosos (reductores) de la Cuenca de Mequinenza, se han detectado anomalías radiométricas de uranio y thorio, que fueron objeto de investigación durante el año 1975 y posteriores.

3.- DESCRIPCION DE EXPLOTACIONES E INDICIOS

Dentro de la hoja N° 33, "Lleida", se han visitado 318 estaciones de las que se han inventariado 237, siendo 53 las explotaciones activas, 149 inactivas, 24 canteras de trabajo intermitente y 11 indicios. Al mismo tiempo se han dado de baja canteras, bien por llevar varios años inactivas y tener material de mala calidad y/o pequeñas dimensiones, por agotamiento de las reservas o por haber dedicado el emplazamiento de la explotación a la construcción de viviendas, naves industriales, etc., en otros casos son explotaciones que han sido restituidas al medio natural, estando en la actualidad colonizadas por la vegetación.

Con estas explotaciones abandonadas y a fin de no perder información, se ha confeccionado una relación en la que se indica: sustancia beneficiada, ubicación (coordenadas U.T.M.), posible utilización y causas que originan la baja en este inventario. Igualmente se describen brevemente las características de los yacimientos, explotaciones e indicios de interés. También se incluyen datos industriales y económicos, obtenidos principalmente de los explotadores y de las Jefaturas Provinciales de Minas. Por último, se incluyen los resultados de análisis y ensayos realizados, indicando las posibilidades de utilización de acuerdo con la especificaciones seguidas por la industria.

Por su importancia y volumen de extracción destacan las explotaciones de gravas y arenas para su utilización en la construcción o bien para el empleo como áridos naturales en diversas obras civiles, teniendo en muchos casos a pie de obra o en sus alrededores sus correspondientes plantas de trituración y machaqueo, y las arcillas cuyo destino principal es como cerámica estructural, empleándose una pequeña parte como "zahorra" y para uso agrícola. En cuanto a su volumen e importancia, son de reseñar las 2 explotaciones de yeso empleado para construcción, moldes, cargas inertes y escayolas, así como las explotaciones de alabastro, cuyas recursos son importantes.

Le siguen en importancia las explotaciones de sal gema que se explotan mediante disolución en las proximidades de Peralta de la Sal y Castejón del

Puente, así como la cantera de caliza, localizada en Quinto de Ebro, empleada como árido.

Las rocas y minerales industriales que son o han sido objeto de explotación en esta hoja son las siguientes:

Alabastro (ALA).

Arcilla (ARC).

Arena (ARE).

Arenisca (ARN).

Caliza (CLZ)

Gravas y Arenas (GRV, ARE).

Halita (HAL).

Ofita (OFI).

Yeso (YES).

Zahorra (ZAH)

3.1.- ALABASTRO (ALA)

Es una variedad de yeso, que suele aflorar, formando "bolos o buñuelos" esferoidales de diámetro variable, generalmente menor de 1 m, entre margas y/o arcillas, conformando en conjunto una capa de 0,5 a 3 m de potencia, dispuesta subhorizontalmente. La cantidad y calidad de los "bolos" varía lateralmente, y verticalmente, lo cual abre un amplio campo para su investigación geológico-minera.

El nivel de alabastro más potente, más de tres metros de potencia, se ha explotado en el paraje "Los Angeles", en el término municipal de Velilla de Ebro y corresponde a la estación nº 203. Estos bolos superan, a veces, los 3.000-4.000 kg de peso.

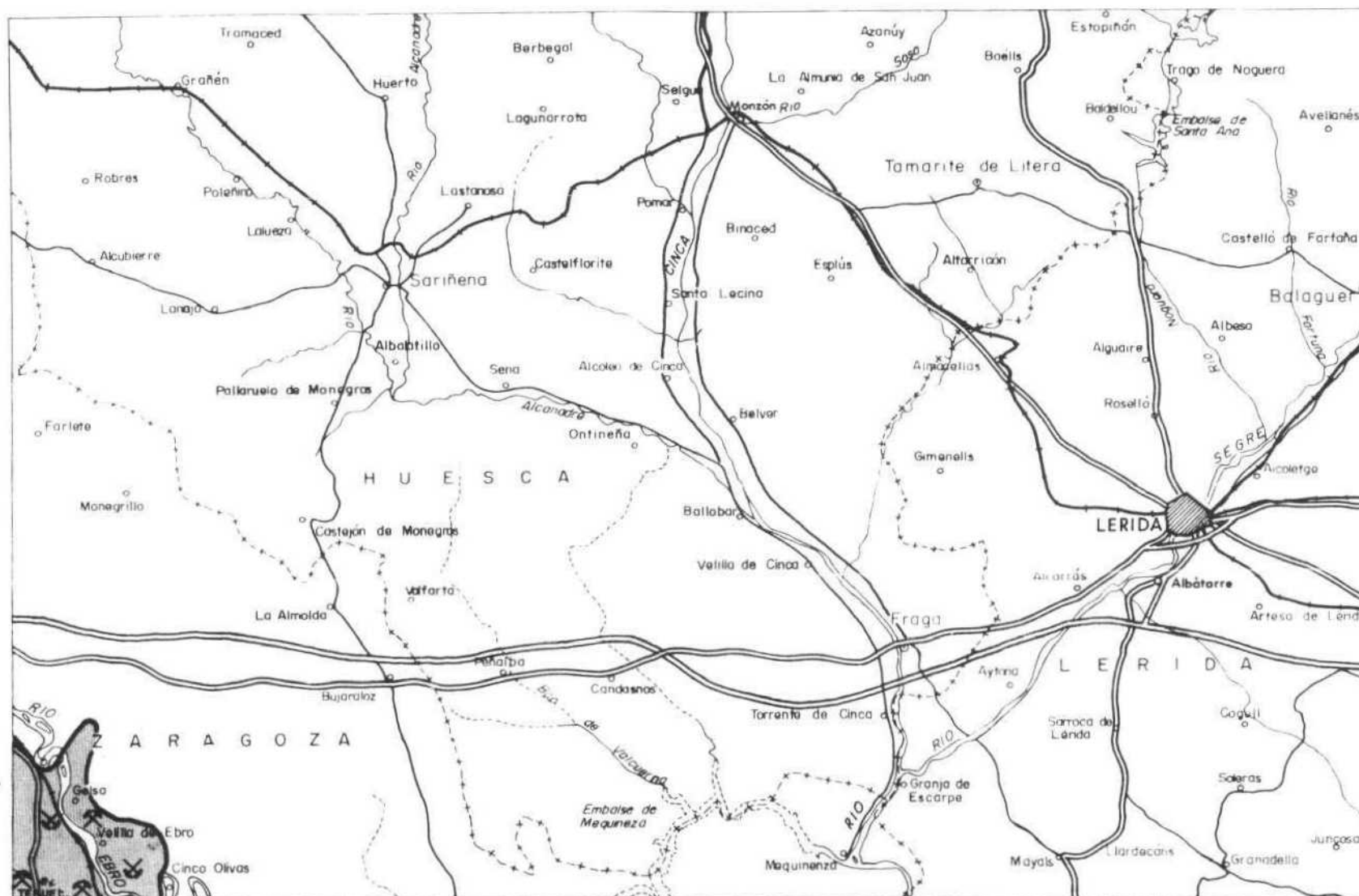
En general, en las canteras visitadas, se suelen explotar 1 ó 2 niveles, que distan entre sí, menos de 7 m, en canteras a cielo abierto-ladera, por el sistema de bancos y talud vertical, empleando Bulldozer, palas excavadoras y otra maquinaria pesada para las labores de ripado, carga, etc., teniendo frentes de gran longitud, (hasta 3.000 m.), y escasa anchura (20-80 m), con un gran movimiento de estériles.

Gran parte de los frentes están parados debido al aumento del espesor del estéril, que llega a rebasar los 20 m de potencia, en alguno de ellos.

El recubrimiento o parte estéril existente sobre el nivel de alabastro explotable, compuesto por calizas de gran dureza y materiales arcillosos, se elimina mediante perforaciones realizadas por voledrill y uso de explosivos de baja potencia, convenientemente distribuidos con el fin de que el alabastro no se vea afectado por las detonaciones.

Los bolos procedentes de la explotación son apilados a pie de cantera y posteriormente sometidos al proceso de descascarillado hasta dejarlos dispuestos para ir al taller.

Los escombros, a veces, se disponen sobre niveles de alabastro sin explotar.



E = 1: 500.000



ZONAS DE EXTRACCION DE ALABASTRO



Explotación activa



Explotación abandonada

Se han inventariado 39 canteras, permaneciendo activas 5 de ellas al SO de la hoja, en los términos municipales de La Zaida, Azaila, Velilla de Ebro y Quinto de Ebro, 1 se explota intermitentemente y 33 están inactivas. La estaciones nºs 189 y 207 de las hojas 414 y 413 que están abandonadas, se beneficiaron inicialmente como alabastro y posteriormente para caliza. Mientras que la estación nº 230 se benefició para alabastro y más tarde para yeso.

La explotación industrial del alabastro natural, con fines ornamentales consta de los siguientes procesos:

a) En cantera

Desmonte, extracción, clasificación, descascarillado o "pelado" y transporte al taller.

b) En el taller

Aserrado, corte, torneado, tallado, lijado, barnizado y aplicaciones de ácido para colorear.

Asimismo, en menor proporción se emplean alabastros para la fabricación de escayolas especiales; para ello se sigue el proceso habitual de molienda hasta reducir la roca a tamaños ≤ 5 mm siguiendo con la fase de calcinación y molienda.

El alabastro se utiliza para la fabricación de objetos decorativos de formas y tamaños muy variados, así como paneles de recubrimiento de luz natural o artificial. Su producción va disminuyendo, por un lado debido a la baja de la demanda y por otro por ser sustituido por otros tipos de materiales de menor costo, dada la gran competencia existente. Una parte importante del alabastro elaborado es exportada a los países asiáticos, sobre todo figuras elaboradas con el polvo de alabastro que mezclado con resinas y vertidos en moldes previamente preparados, da lugar, a figuras decorativas que dada su porosidad hacen más fácil la coloración artificial de estos productos.

La producción de alabastro estimada dentro de la hoja nº 33 Lleida, es de unas 9.000 t/año. Las principales explotaciones se localizan en el sector SO, siendo por lo general de mediano a gran tamaño.

En el proyecto de "Investigación de alabastros en España" (IGME, 1985), dentro de Aragón se diferencian los siguientes tipos:

- Alabastro blanco de grano fino, translúcido.
- Alabastro blanco de grano fino a medio con pequeñas vetas o manchas de tonos rosáceos, translúcido.
- Alabastro blanco con pequeños nódulos milimétricos de cuarzo.
- Alabastro blanco opaco.
- Alabastro sacaroideo.

En el año 1989 el Instituto Tecnológico GeoMinero de España (ITGE), financia el proyecto "Aprovechamiento industrial de alabastros en las áreas de Ablitas (Navarra), Quinto de Ebro y Velilla de Ebro (Zaragoza)", que trata sobre la elaboración de piezas decorativas del alabastro en distintas líneas (paneles, figuras, etc.).

En el año 1990 el ITGE estima, en un área de 26.000 Has que engloba las áreas de Quinto y Velilla de Ebro, unos recursos aprovechables de alabastro de 22 Mt (ITGE, 1990).

Estratigráficamente los niveles de alabastro que se benefician o han sido objeto de laboreo, se distribuyen dentro de los siguientes pisos y/o subpisos:

- **Eoceno Superior - Oligoceno Inferior (Priaboniense - Stampiense Medio) (11)**

Corresponde a la Formación Barbastro en donde se han observado yesos nodulares asociados a niveles de lutitas y areniscas.

Esta formación aflora en el sector N de la hoja entre Castejón del Puente y Balaguer, no habiéndose inventariado ninguna cantera, pues por lo

general los "bolos" son de escaso diámetro, no siendo rentable su posible extracción.

- Oligoceno (Stampiense Superior - Chattiense) (15)

Dentro de la hoja nº 33, de Lleida, son en estos afloramientos donde se localiza el mayor número de canteras de alabastro (34). Están ubicadas al SO, de la hoja, en las facies evaporíticas de las distintas unidades genético - sedimentarias definidas por el I.T.G.E. (en realización) en donde suelen encontrarse niveles de alabastro. La unidad de Mequinenza - Ballobar es la más beneficiada, localizándose las explotaciones activas en los términos municipales de Quinto de Ebro (estación nº 198), Azaila (explotación nº 224) y La Zaida (canteras nºs 225 y 233).

Los niveles de alabastro suelen presentarse principalmente en el tramo superior de la unidad Mequinenza - Ballobar. Litológicamente están formados por arcillas anaranjadas y ocre, con abundantes nódulos de yeso secundario, fibroso y alabastrino que llegan a alcanzar los 2 m de diámetro (canteras nºs 198 y 233) en algunos niveles. Presentan intercalaciones de calizas beiges-blancas y areniscas yesíferas de grano medio y fino en bancos de hasta 1,5 m de potencia, así como niveles centimétricos poco numerosos de calcisiltitas beiges y yesos en niveles tabulares de hasta 20 cm de espesor y escasa continuidad lateral.

En general los yesos alabastrinos, proceden de un yeso primario que ha sido anhidritizado y posteriormente transformado en alabastro. Esta anhidritización ha ocurrido de dos formas diferentes:

- a) Como proceso diagenético temprano, en donde la litofacies de yeso original, ha sido reemplazada totalmente por una litofacies nodular-micronodular.
- b) Como proceso diagenético tardío, durante el enterramiento de la formación, en donde sólo ha habido una transformación mineral sin distorsión.

En el sector aragonés de Azaila estos meganódulos se hallan dispersos entre material detrítico, lo que sugiere un origen directo, sin que previamente hayan tenido que reemplazar a yeso o anhidrita antecesoras (Ortí, F.; Salvany, J.M., 1990).

La relación de canteras inventariadas y que se han interpretado como pertenecientes a la unidad geológica citada, son las siguientes:

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
185	413	15	713850	4587000	EB	A	1.500
190	413	15	711350	4285100	EB	A	
193	413	15	715200	4585000	EB	A	
194	413	15	715000	4584750	EB	A	
198	413	15	712200	4582700	EA	A	
199	413	15	715150	4584000	EB	A	
203	413	15	713100	4583000	EB	A	
204	413	15	717900	4582900	EB	A	
206	413	15	717800	4582800	EB	A	
207	413	15	712900	4582500	EB	A	
208	413	15	715100	4582200	EB	A	
209	413	15	721400	4582100	EB	A	
211	413	15	713450	4581900	EB	A	
212	413	15	715100	4581800	EB	A	
213	413	15	715350	4581800	EB	A	
214	413	15	715500	4581800	EB	A	
215	413	15	718000	4581500	EB	A	
216	413	15	719800	4581850	EB	A	
217	413	15	721700	4581800	EB	M	
218	413	15	712200	4582700	EB	A	
219	413	15	719000	4581200	EB	A	
220	413	15	720000	4581400	EB	A	1.000
221	413	15	718500	4580600	EB	A	
222	413	15	718200	4580400	EB	A	
224	413	15	710450	4579750	EA	A	
225	413	15	711400	4580000	EA	A	2.000
226	413	15	712750	4580000	EB	A	
227	413	15	715650	4579800	EB	A	
228	413	15	716500	4579300	EB	A	
230	413	15	713700	4579450	EB	A	3.000
231	413	15	716800	4579600	EB	A	
233	413	15	713400	4580250	EA	A	
234	413	15	717400	4579350	EB	A	
235	413	15	715000	4583900	EB	A	

Los resultados obtenidos en los análisis y ensayos realizados, en las muestras de estas explotaciones, son los siguientes:

a) Análisis químico

Nº de Estación	SO ₄ Ca.2H ₂ O	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Sr	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₄ =	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O	P.C.
203	98,66	0,03	0,02	IN							20,63	0,31
207	98,05	0,92	0,09				0,18	64,24	<0,01	0,01		
227		0,91	0,12		0,06	36,13	0,27	64,44	0,01	0,01		
228						23,0	IN	56,17			20,51	

b) Difracción por rayos X, en % peso

Nº muestra	SO ₄ =	Ca	MgO	H ₂ O	SO ₄ Ca.2H ₂ O
203	56,50	23	IN	20,75	
227					98,60

Dentro del proyecto "Aprovechamiento industrial de alabastros de las áreas de "Ablitas" (Navarra), "Quinto de Ebro" y "Velilla del Ebro" (Zaragoza), se han realizado análisis químicos con los siguientes resultados:

Estación	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ p.p.m.	CaO	MgO p.p.m.	MnO p.p.m.	K ₂ O p.p.m.	Na ₂ O p.p.m.	SO ₃ %	P.F. %
MZ-14	0,06	113	23,14	25	150	36	36	55,59	21,18
MZ-15	0,04	76	22,44	31	120	48	35	56,40	21,12
MZ-16	0,06	113	23,24	41	170	36	59	55,50	21,19
MZ-17	0,13	246	22,44	25	160	72	59	56,36	21,19

Estos análisis tienen unos contenidos en sulfatos y carbonatos análogos a los de Ablitas (Navarra), teniendo un menor contenido en impurezas los alabastros aragoneses.

Los estudios mineralógicos por difracción de rayos X realizados, muestran una composición muy homogénea, predominando el mineral de yeso sobre los demás; es constante la presencia de filosilicatos de arcilla y frecuentemente se detecta la existencia de calcita y bassanita.

En el citado proyecto en el área de Velilla del Ebro (estaciones nºs 218, 226, 228) y de La Zaida, se han extraído bloques de alabastro que han sido sometidos a diversas pruebas de taller: aserrado en sierra de vaivén, corte en sierra circular, torneado, lijado y barnizado, habiendo respondido favorablemente.

- Tránsito Oligoceno - Mioceno (Ageniense) (16)

Se localiza en el ángulo suroccidental de la hoja, está formada por arcillas anaranjadas con frecuentes nódulos de yeso, dispersos por las mismas, alternando con niveles de 5-15 cm de yesos nodulares de color blanco y texturas fibrosas, con un espesor de unos 18 m. Hacia techo pasan a margas grises y rosadas con niveles de calizas de 10 a 30 cm, que a techo llegan a 1 m de espesor, con tramos arcillosos rojizos, grises y verdosos, entre los cuales afloran los nódulos de alabastro con espesores de 1 a 1,5 m en la estación nº 188, en donde los bolos han sufrido disoluciones dando lugar a grietas, entre las cuales se han depositado niveles de arcilla verde oliva.

La cantera en actividad nº 229, presenta bolos de alabastro blanco traslúcido en bolos de 0,30-0,80 m, teniendo en sus proximidades una planta de corte de bolos, para ser trasladados posteriormente a los talleres de elaboración de objetos decorativos. Esta cantera de grandes dimensiones, presenta una minería a cielo abierto, tanto en corta como en ladera.

El listado de explotaciones activas, abandonadas e intermitentes atribuidas a este tramo son:

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
188	413	16	716200	4586300	EI	A	500
191	413	16	716400	4585400	EB	A	
229	413	16	707750	4579600	EA	M	
232	413	16	708600	4579100	EB	M	

- Ateniense Medio - Aragoniense Inferior (19 y 19 m)

Corresponde a la Formación Zaragoza y a la unidad Bujaraloz-Sariñena (I.T.G.E. en realización), con importantes y numerosas explotaciones, en el borde SE de la hoja vecina, sin embargo en éste sector que corresponde al borde nororiental de la citada formación, se caracteriza por la abundancia de yesos y escasez de niveles de alabastro.

Dentro de la hoja, únicamente se ha inventariado la estación nº 189, donde se ha beneficiado caliza y alabastro. En un principio las calizas fueron arrancadas para preparar suelo cultivable, quedando las calizas apiladas en montones, que posteriormente han sido utilizadas como piedra de construcción en los pueblos. A muro de éstas calizas se ubican los alabastros que posteriormente fueron beneficiados.

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
189	414	19 m	742600	4587200	EB	A	

Esta cantera presenta 2 niveles de alabastro muy próximos entre sí con tonos blancos y beige, estando a muro de calizas gris claras y margas, y se localiza en la unidad genético sedimentaria de Bujaraloz-Sariñena (I.T.G.E., en realización 1).

3.2.- ARCILLAS (Arc)

Se han inventariado 21 canteras activas, 9 explotaciones intermitentes, 48 canteras abandonadas y 7 indicios. La extracción se realiza durante los meses de verano, debido a la dificultad que entraña realizar estos trabajos en épocas de lluvia. La producción global se estima en unas 779.000 t/año, estando la mayoría de las explotaciones activas e intermitentes al E de la Hoja, en los términos municipales de Lleida, Fraga, Almacellas, Balaguer.

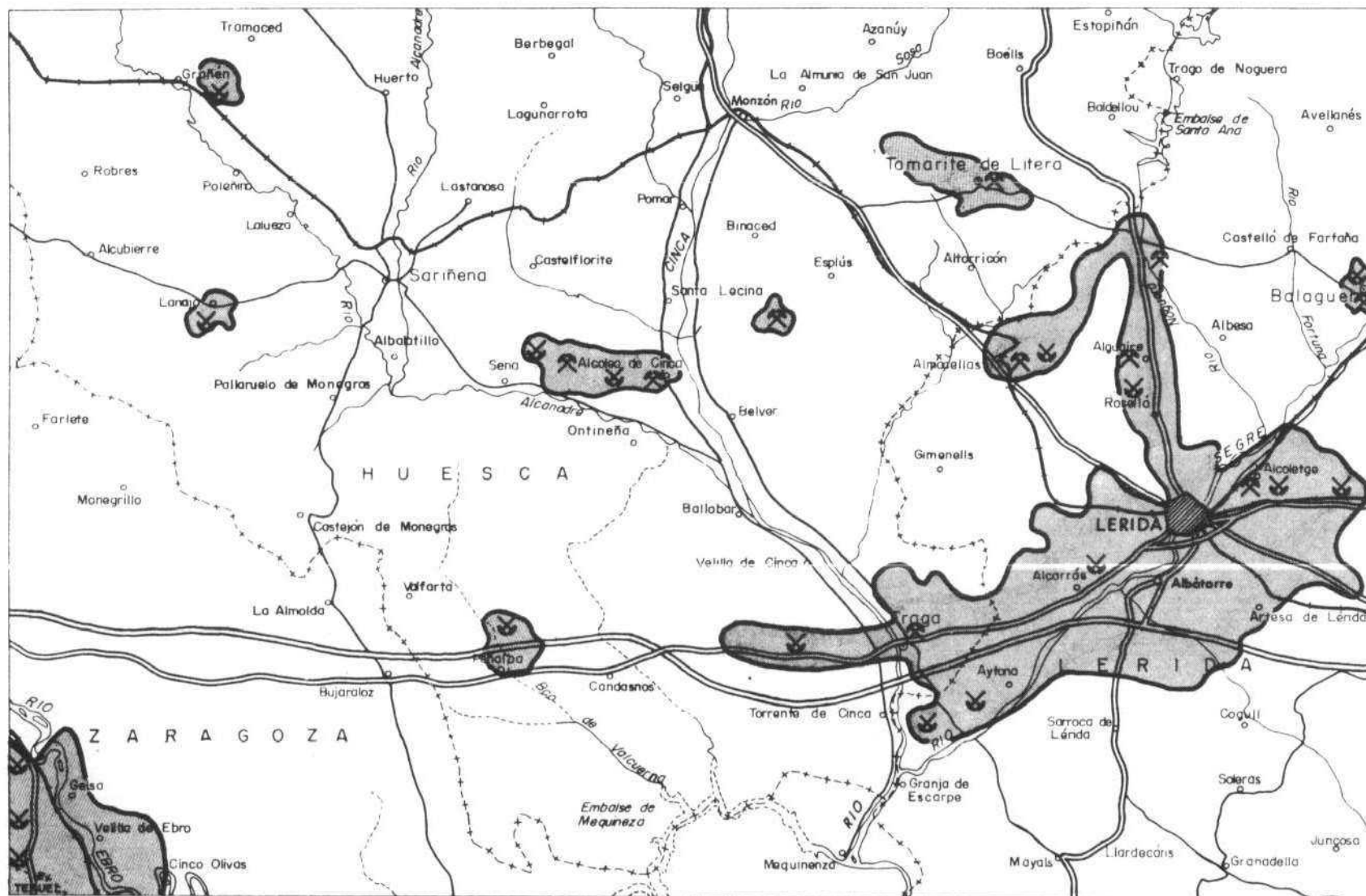
El tipo de minería es a cielo abierto y la arcilla se emplea fundamentalmente para la fabricación de ladrillos, tejas y otros materiales de construcción, con excepción de algunas canteras que, con actividad temporal, destinan su producción como todo-uno para subbases de carreteras o bien para restituir graveras, con el fin de instaurar vegetación y/o plantaciones.

Aunque niveles arcillosos están representados en la mayoría de los pisos, su beneficio dentro de la hoja nº 33, Lérida, se reduce a materiales pertenecientes al Oligoceno y Mioceno.

A) Oligoceno (Stampiense Medio - Chattiense)

Las arcillas que se benefician o han sido explotadas se localizan en las facies arenoso-lutítica (13) detrítico-carbonatada (14) y facies carbonatadas (14-0), que contienen niveles de arcillas y margas, así como en las facies carbonatadas-evaporíticas (16 y 16t), que presentan niveles de arcillas rojas en bancos que no superan los 15 m, concentrándose fundamentalmente en las hojas nºs 357, 358, 359, 387, 388 y 415. La producción estimada en base a los datos facilitados o calculados en la visitas realizadas es del orden de 764.000 t/año.

Las arcillas oligocenas, suelen contener niveles tabulares y paleocanales de areniscas y/o conglomerados que en algunos casos limitan la extracción y durabilidad de los yacimientos, teniendo en muchos casos un coeficiente de aprovechamiento bajo, a pesar de ser cuantiosos los recursos.



E = 1: 500.000



ZONAS DE EXTRACCION DE ARCILLA



Explotación activa



Explotación abandonada

Los afloramientos dan lugar a grandes superficies planas, con algunos cerros de altura variable que destacan topográficamente. En la falda de ellos se ubican las explotaciones que por lo general son de tamaño mediano a grande.

Las arcillas son de color rojizo con distantes tonalidades, que oscilan entre marrón ocre y pardo oscuro, y rara vez se observan colores claros de tonos verdes y azulados. Se disponen en capas subhorizontales, excepto en las canteras ubicadas en el flanco S del anticlinal de Barbastro, dentro de la Formación Peraltilla (13).

La relación de canteras inventariadas dentro de estos tramos son:

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
11	326	13	264300	4647450	EB	B	
33	326	13	287200	4638750	EA	B	1.000
36	326	13	286850	4637700	EA	B	30.000
47	359	13	297850	4634250	EB	B	
48	359	13	298300	4633600	EA	A	20.000
49	359	13	299300	4633500	EA	A	20.000
58	359	13	317550	4630650	EB	B	
59	359	13	317900	4630600	EB	B	
60	359	13	317600	4630550	EB	B	
61	357	13	739600	4631500	EA	A	40.000
62	358	13	278300	4630975	EB	B	
63	359	13	298200	4628150	EA	A	20.000
65	359	13	313600	4628200	EA	B	20.000
67	359	13	314700	4627900	EA	M	20.000
68	359	13	315000	4627800	EB	B	
70	359	13	298600	4626550	EB	B	
73	356	14	733800	4625400	EA	A	30.000
74	357	14	748300	4625700	EA	A	20.000
78	357	14	253000	4625400	EA	A	100.000
79	358	13	287800	4623600	EA	A	25.000
80	359	13	298400	4623700	EB	B	
81	357	13	250800	4624700	EA	A	25.000
82	357	14	252700	4625000	EA	A	80.000
83	357	14	253300	4624000	EA	A	50.000
84	358	13	263000	4624250	EB	M	
85	358	13	287550	4623400	EB	B	

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
86	358	13	288050	4623550	EI	A	
87	359	13	298750	4623250	EB	A	
88	357	14	256100	4623600	EB	A	
89	357	14	258300	4622000	EA	R	20.000
91	358	13	288550	4622850	EA	A	30.000
92	359	13	298750	4621900	EB	A	
94	359	13	298800	4621900	EA	A	18.000
97	359	13	298150	4619975	EB	M	
100	359	13	310950	4616900	EB	A	
102	359	13	297150	4617300	EI	A	
105	386	14	257300	4617000	IN	M	
109	388	14	307500	4613150	EI	A	40.000
114	388	14	312200	4610900	EI	M	
115	388	14	298100	4610800	EI	M	
116	388	14	300500	4608900	EI	B	
119	388	14	299350	4608500	EB	M	
121	388	14	304950	4608300	EI	M	
122	387	14	269775	4608900	EA	A	130.000
123	388	14	295000	4607200	EB	M	
125	388	14	304800	4608300	EI	M	
134	386	15	746600	4601700	IN	M	
135	387	15	281450	4601650	EB	A	
139	387	14	279050	4600950	EB	A	
140	387	14	279300	4600750	EB	A	
141	387	14	284375	4600900	EB	M	
142	388	14	303700	4600200	EB	A	
143	387	14	266150	4601125	EB	A	
144	387	14	279300	4600400	IN	A	
145	387	14	280075	4600100	EB	A	
147	387	14	263300	4600500	IN	M	
148	387	14	279625	4599850	EB	A	
149	387	14	280700	4599900	EA	A	25.000
151	387	14	275250	4599200	IN	A	
152	387	14	280350	4599550	EB	A	
155	387	16-t	272550	4599600	IN	B	
156	387	14	279300	4599550	EB	A	
157	387	14	279850	4599700	EB	A	
158	385	16	709300	4598400	EB	M	
159	387	14	279400	4599325	EB	A	
169	415	14	280800	4594750	EB	A	
170	415	14	285850	4595250	EB	A	
173	415	14	280450	4593650	EB	A	
174	415	14	287175	4593450	EB	A	
179	414	14	258000	4590350	IN	B	

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
182	413	14	709350	4588000	EB	A	
192	413	16	708400	4584550	EB	M	
200	415	14-o	274500	4584450	EB	B	
223	413	16	708900	4579750	EB	A	
236	416	14	303600	4580700	EB	B	

Los resultados de los análisis y ensayos efectuados en las muestras tomadas en éstas formaciones son los siguientes:

Estación	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P.p.c.
61	46,47	20,06	7,31	0,44	2,49	9,0	0,90	2,87	10,40
81	46,65	18,74	5,26	1,17	2,30	11,84	0,27	-	12,21
86	49,73	14,52	5,74	0,90	1,59	11,22	1,88	2,80	12,12
88	52,38	22,67	6,05	1,27	1,69	0,17	0,82	4,23	7,19
91	51,72	17,62	4,40		2,33	5,90	4,61		-
99	43,65	21,26	5,84	-	1,26	9,92	5,07		-
105	54,76	24,14	6,35	1,25	2,17	0,50	1,35	3,95	7,24
109	43,88	14,31	6,1	0,33	1,20	9,01	1,66	2,70	16,12
134	52,33	23,45	7,41	1,32	2,72	0,15	0,38	5,21	8,34
140	43,88	22,28	6,22		1,68	8,73	4,33	-	-
144	52,49	23,02	7,76	1,17	3,53	0,64	0,39	5,0	8,08
145	53,01	22,57	5,86	1,22	2,90	1,16	0,24	4,78	7,50
145a	39,61	17,12	6,34	0,82	3,52	14,27	0,82	3,30	13,37
147	47,68	18,76	6,08	1,08	3,12	9,15	0,36	3,57	11,55
151	53,15	21,80	6,65	1,13	3,03	1,40	0,07	4,02	10,12
155	50,14	22,93	7,87	1,25	5,22	2,42	0,03	4,16	7,96
159	48,20	19,04	6,57	0,31	2,90	13,10	1,59	2,30	13,81
179	35,30	12,69	4,35	0,80	9,28	12,30	-	1,89	21,97

b) Estudio Mineralógico por Difracción de Rayos X

Todo uno (Fracción < 37 μ).

Nº de muest.	Calci ta	Plagio clasa	Feldes pato K	Cuarzo	Filosi licatos	Dolo mita	Hema- tites	Yeso	Piro- filita
9	20	5	<5	10	60				
11	40	5	<5	20	30		tr	tr	<5
36	35	5	<5	15	40	5		<5	tr
49	30	5	<5	15	40				
67	35	5	<5	15	40				
74	25	5		10	60				
80	20	5	<5	15	55				
81	30	5	tr	10	60	tr			
82	25	5	<5	15	50		tr	tr	<5
83	20	10	<5	20	45		tr		
88	tr		tr	10	90				
102	30	5	<5	20	40		tr		tr
105			tr	10	90				
114	45	<5	<5	10	40				
116	30	10	<5	15	40				
116			tr	10	90				
144				5	95				
145				20	80				
147	20			10	70	tr			
151				25	75				
158	30	<5		5	40	20		tr	
158a	25	<5		10	40	20		20	
170	45	5		15	30	<5			
179	20				60	20			
182	25	<5		10	55		<5	5	tr

Agregados orientados (Fracción < 20 μ)

Nº de muest.	Clorita	Caolin.	Montm.	Illita	Essect.
9	15	5		80	
11	15	5	10	70	
36	15	tr	25	60	
67	20	<5	25	50	
74	30	tr		70	
80	30	tr	5	65	
81	10	20		70	
82	25	<5		70	
83	20	<5		75	
88	10	15		70	
102	20	5	15	60	
105	15	20		60	
114	10	<5	40	45	
116	20	tr		<5	75
134	15	20		60	
143	35	tr	5	60	
144	10	15		70	<5
145	20	20		60	
147	20	20		55	
151	10	10		50	25
155	10	10		50	25
158	10	tr	60	30	
158a	5	5	55	35	
170	15	5	10	70	
179	5	10		25	55
182	15	tr		85	

c) Contenido en carbonatos

Nº de Muestra	CO ₃ Ca %	CO ₂ %
11	30,20	13,20
49	31,71	13,95
67	32,05	14,10
74	20,50	9,02
80	22,38	9,84
82	20,85	9,17
83	16,33	7,18
100	26,69	13,06
102	20,05	8,82
109	22,82	10,04
114	36,76	16,17
115	20,85	9,17
116	16,62	7,31
119	35,46	15,60
143	40,61	17,86
149	28,12	12,37
158	38,79	17,07
170	32,91	14,48
182	25,94	11,41

d) Límites de Atterberg

Nº de Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Índice Plasticidad
11	25,0	18,4	6,6
36	37,0	22,8	14,2
49	34,3	21,1	13,2
61	43,20	23,17	20,3
67	35,1	18,2	16,9
74	29,0	17,9	11,1
80	30,2	19,9	10,3
80a	38,0	19,0	19,0
82	30,5	17,3	13,2
83	22,0	19,6	2,4
100	29,9	18,7	11,2
102	26,2	14,9	11,3
109	35,0	20,4	14,6
114	42,0	20,5	21,5
115	39,9	22,2	17,7
116	37,3	20,6	16,7
119	33,5	17,6	15,9
129	35,2	19,4	15,8
143	35,8	20,3	15,5
145a	45,20	27,66	27,54
149	38,2	22,1	16,1
158	54,9	21,0	33,9
170	28,3	17,1	11,2
182	36,0	21,1	14,9

e) Análisis granulométrico

Nº de muestra	% Retenido	
	% <1/16	<1/256
74	94,8	47,5
88	95,5	74,5
105	98,7	63,7
134	99,0	72,3
144	99,3	77,4
145	97,8	51,8
147	99,0	60,4
179	98,5	24,4

El % retenido en el tamiz nº 230 con abertura de malla igual a 63μ .

Nº de muestra	% Retenido
11	3,03
36	9,07
49	11,95
67	13,79
74	13,92
80	8,60
82	7,62
83	16,17
100	22,72
102	27,33
109	11,14
114	0,36
115	7,89
116	7,87
119	6,42
143	8,84
149	7,18
158	0,22
170	8,61
182	19,22

Las muestras de las estaciones 61, 80a, 129 y 145a presentan un color de cocción marrón rojizo, marrón claro moderado a naranja pálido, marrón moderado y marrón claro a grisáceo claro respectivamente.

Los análisis químicos de las muestras correspondientes a las estaciones 91 y 179, señalan que el contenido de Fe_2O_3 es menor del 5%, pudiendo ser utilizadas para la fabricación de ladrillo macizo, mientras que el resto de las muestras tienen un contenido que oscila entre 5-10%, que es válido para fabricación de ladrillo hueco, tejas y bovedillas. Los bajos valores de Al_2O_3 (< 25%), hace que su utilización no se amplie al campo de los refractarios.

El estudio mineralógico por difracción de Rayos X en el agregado orientado de la fracción menor de 20μ , indica que se trata de arcillas entre cuyos filosilicatos predomina la illita, excepto en las muestras 116 y 179 en que la esmectitas alcanzan valores del 75% y 55%, mientras en las muestras 114, 158 y 158a predomina la montmorillonita con valores que oscilan entre 40-60%. Los

valores de caolinita son menores del 20%, mientras que los de clorita llegan a alcanzar el 35% en la muestra 143.

En el estudio mineralógico por difracción de Rayos X del todo-uno ($<37\mu$), destacan las proporciones de calcita (40-45%) de las muestras 11, 114 y 170 y los valores en filosilicatos (90-95%) de las muestras 88, 105, 116 y 144.

El contenido en carbonatos de las muestras 11, 49, 67, 114, 119, 143, 158 y 170, supera el 30%, lo cual aumenta la absorción de agua, disminuye la contracción de cocción, modifica la resistencia mecánica de cocido, disminuye la expansión por humedad, etc., durante el proceso de fabricación.

Los límites de Atterberg, muestran valores del Indice de Plasticidad menores de 15, en las muestras n^{ºs} 11, 36, 49, 74, 80, 82, 83, 100, 102, 109, 170 y 182 por lo cual sería preciso mezclarlas con arcillas magras, para obtener una mayor calidad, de ellas las muestras 11 y 83 tienen un Indice de Plasticidad tan bajo que no pueden considerarse como arcillas.

Por el contrario el Indice de Plasticidad de las muestras 145a y 158, excede de 25, por lo cual sería necesario mezclarlas con arcillas más arenosas.

El análisis granulométrico confirma, que en general el tamaño de grano, presenta un bajo contenido en fracción arenosa, excepto las muestras 100 y 102 que supera el 20% retenido, mientras que las n^{ºs} 11, 114 y 158 retiene menos del 5% en el tamiz n^º 230 con abertura de malla igual a 63μ , no teniendo prácticamente arena.

B) Mioceno

En las arcillas miocenas se han contabilizado 10 explotaciones. De ellas hay una cantera activa en el municipio de Binefar con una producción estimada en 15.000 t/año y 9 explotaciones abandonadas, ubicadas en el sector centro-oriental de la hoja. Se trata de explotaciones de tamaño pequeño a mediano.

Geológicamente se ubican en las facies arenoso-lutíticas (18) y evaporítica-carbonatada (19 y 19 m), descritas en el apartado 2.2., localizándose la mayoría en la Formación Sariñena (18). Están constituidas por arcillas marrones, pardas, rojizas y verdosas, en capas horizontales que alternan siempre con horizontes de arenisca y arenas de espesor variable (18) y/o con niveles de calizas blancas o beigeas tableadas y yesos (19 y 19 m).

Estas arcillas se han utilizado para la fabricación de ladrillos y tejas, aunque a veces se han adicionado y mezclado entre sí los materiales procedentes de distintas canteras.

Los recursos son abundantes, pero la abundancia relativa de niveles de arenisca que se encuentran en la mayoría de las canteras, ha condicionado que el número de explotaciones sea escaso.

La relación de canteras arcillosas que se han inventariado, es la que sigue:

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
9	324	18	718450	4647650	EB	M	15.000
22	325	18	745100	4644600	EB	M	
69	356	18	721600	4627400	EB	M	
71	356	19	721600	4626400	EB	A	
72	358	18	269400	4626600	EA	A	
129	388	18	301300	4603950	EB	A	
130	386	18	255425	4604400	EB	A	
146	386	18	748125	4600375	EB	A	
150	386	18	747500	4600275	EB	A	
153	386	18	748075	4600050	EB	A	

Los resultados de los análisis y ensayos efectuados en las muestras tomadas en el Mioceno son los siguientes:

a) Análisis químico

Estación	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₃	P.p.c.
9	44,88	17,81	0,97	5,83	1,97		0,69	3,33		13,83
9a	48,42	14,09	0,38	6,71	1,43	11,28	1,99	2,33	0,42	13,05
22	37,41	17,38	0,97	6,74	2,30	13,75	0,44	2,98		18,37
69	52,06	13,91		4,91		11,30	5,14			
71	40,66	19,98		6,02	2,06	12,42	4,55			
130	53,06	23,78	1,12	6,19	2,75	0,52	2,80			

b) Estudio Mineralógico por Difracción de Rayos X

Todo uno (Fracción < 37 μ)

Número	Calci ta	Plagio clasa	Feldes pato K	Cuarzo	Filosi licatos	Dolo mita
9	35		tr	15	50	tr
22	30		tr	5	65	
72	25	10	<5	15	45	
130				5	95	

Agregado orientado (Fracción < 20 μ)

Número	Clorita	Caolin.	Montm.	Illita
9	20	20		60
22	20	20		55
72	20	10	5	65
130	25	20		55

El I.T.G.E. (en realización i) ha efectuado un estudio de rayos X de tres muestras tomadas en la unidad Bujaraloz-Sariñena (18 y 19) que ha puesto de manifiesto una asociación mineralógica como la que sigue:

Illita	52 - 79%
Esmectita	4 - 41%
Clorita	7 - 17%

c) Contenido en carbonatos

Nº de Muestra	CO ₃ Ca %	CO ₂ %
9	23,63	10,40
36	32,26	14,19
130	24,21	10,65

d) Límites de Atterberg

Nº de Muestra	Límite Líquido	Límite Plástico	Indice Plasticidad
9	42,0	24,5	17,5
72	36,5	22,5	14,0

e) Análisis granulométrico

Nº de muestra	% Retenido	
	% <1/16	<1/256
9	98,7	32,3
22	92,8	58,0
130	99,0	76,7

El % retenido en el tamiz nº 230 con abertura de malla igual a 63μ .

Nº de muestra	% Retenido
9	3,87
72	7,43

El análisis químico de las muestras tomadas en las arcillas pertenecientes al Mioceno, indican que el contenido de Fe_2O_3 de la muestra nº 69, es menor del 5%, pudiendo ser apta para obtener ladrillos macizos. Las demás muestras varía entre 5,83 y 6,74%, pudiendo ser aptas para la fabricación de ladrillo hueco, tejas y bovedillas.

En el estudio mineralógico por difracción de Rayos X del todo uno, destaca el alto contenido en filosilicatos (95%) de la muestra nº 130, mientras que el resto de las muestras contienen entre el 45-65% de filosilicatos y 25-35% de calcita.

Los resultados obtenidos por Rayos X de la fracción menor de 20μ , de las muestras 9, 22, 72 y 130 son muy homogéneos, conteniendo illita en proporción 55-65%, caolinita 10-20% y clorita 20-25%.

El contenido en carbonatos de la muestra 36 alcanza el 32,26%, pudiendo ser considerado alto, dando una buena resistencia mecánica a las piezas, siempre que sean de tamaño de partícula pequeña y estén uniformemente distribuidos en la arcilla.

En general las muestras del Mioceno analizadas tienen una presencia de carbonatos superior al 23%, lo cual hace que durante el proceso de fabricación produzca desgasificaciones en su descomposición, aumente la absorción de agua, disminuya la contracción de cocción, modifique la resistencia mecánica en cocido, etc., entre otras acciones.

Los límites de Atterberg, presenta un Índice de Plasticidad ligeramente bajo en la muestra nº 72, por lo que sería necesario mezclar con arcillas más magras (alto contenido de fracción arcillosa), para aumentar la calidad.

3.3.- ARENAS (ARE)

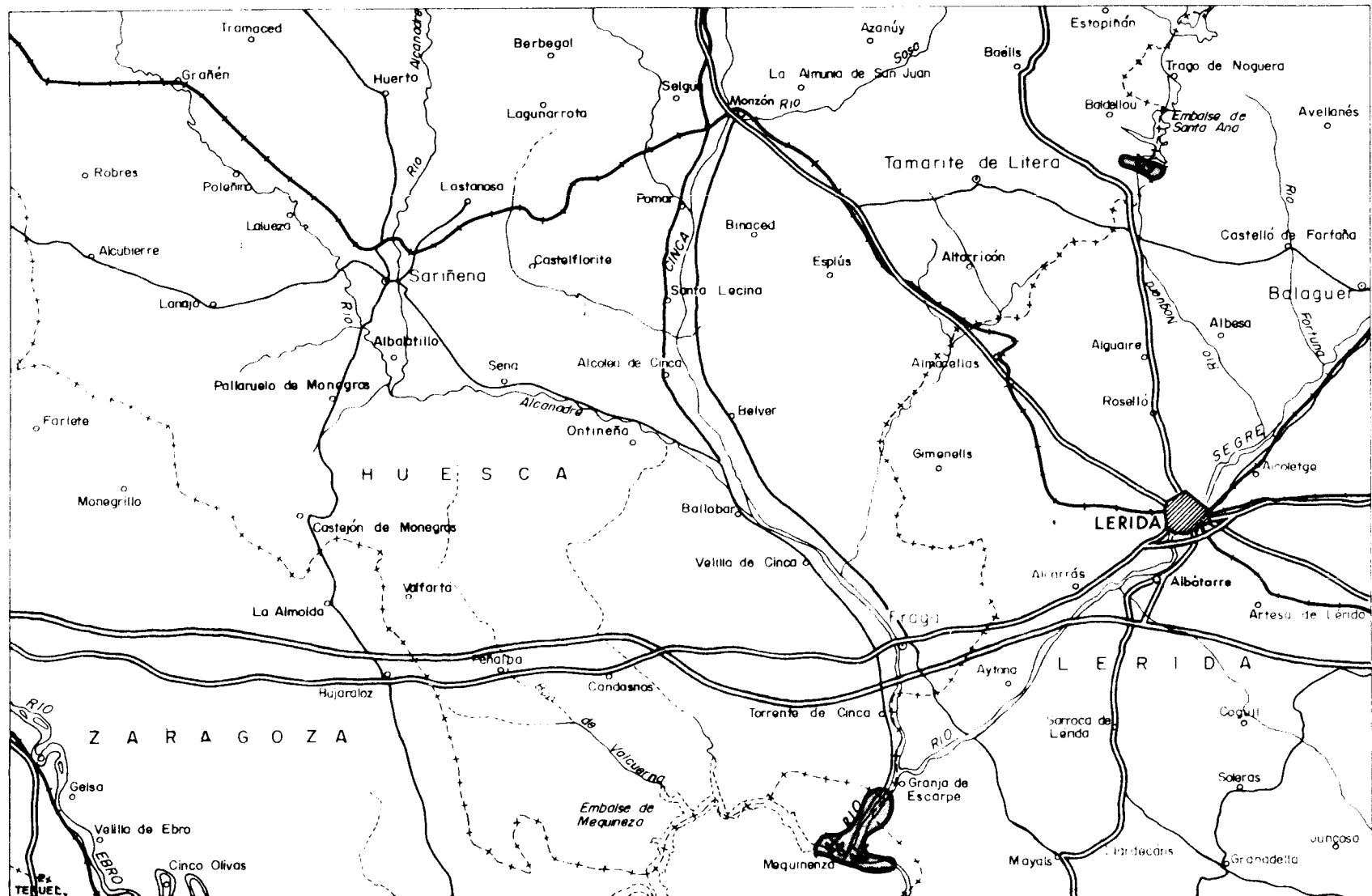
Dentro de la hoja, se han inventariado 3 explotaciones abandonadas (estaciones 31, 205 y 210). La primera se localiza en el municipio de Ibars de Noguera y esta enclavada en el Cretácico superior, a muro de calizas bioclásticas buzando 40° E, mientras que las otras dos estaciones se encuentran en terrazas a orillas del embalse de Mequinenza, teniendo intercalados pequeños niveles de grava con cantos calcáreos, habiendo sido utilizadas para la construcción. Sus recursos se consideran bajos.

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
31	327	6	302000	4639100	EB	A	
205	415	23	275125	4583525	EB	B	
210	415	23	276600	4582575	EB	B	

Sobre éstos materiales se han realizado ensayos granulométricos, contenido en materia orgánica y equivalente de arena, con los siguientes resultados:

a) Análisis granulométrico por tamizado

Se ha realizado la curva granulométrica de las estaciones 31 y 210, en la que se puede observar que la estación 210 corresponde a una arena fina, con una fracción importante de limo, mientras que la muestra de la estación 31 es una arena de grano fino a medio.



E = 1 : 500.000



ZONAS DE EXTRACCION DE ARENA



Explotación activa



Explotación abandonada



LABORATORIO DE GEOTECNIA
ENSAYOS

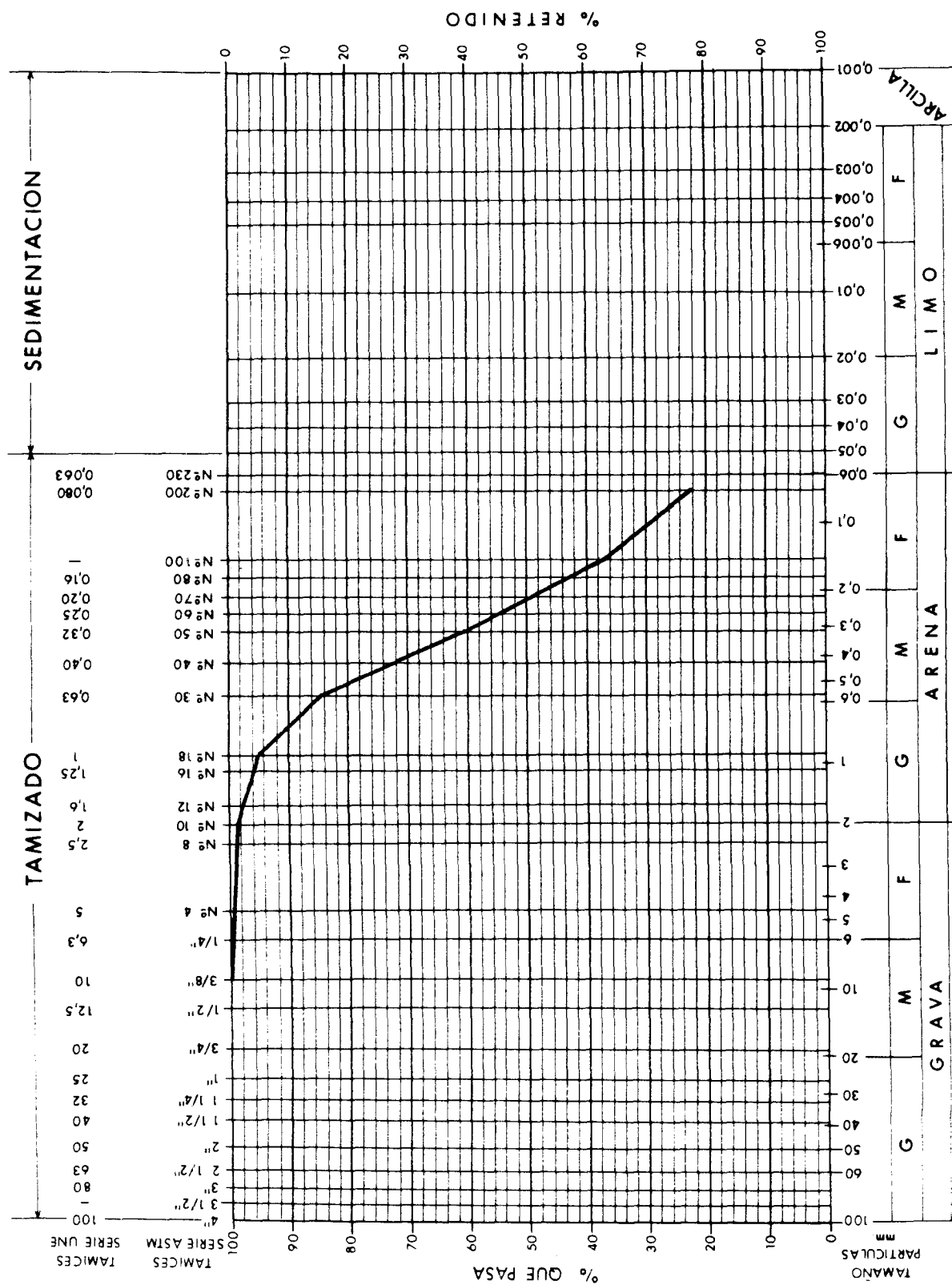
CURVA GRANULOMETRICA

UNE 7376/75

TRABAJO N° 6/92

DENOMINACION: MAPA ROCAS ARAGON

MUESTRA N° 327-56 \equiv 31-Are





LABORATORIO DE GEOTECNIA

ENSAYOS

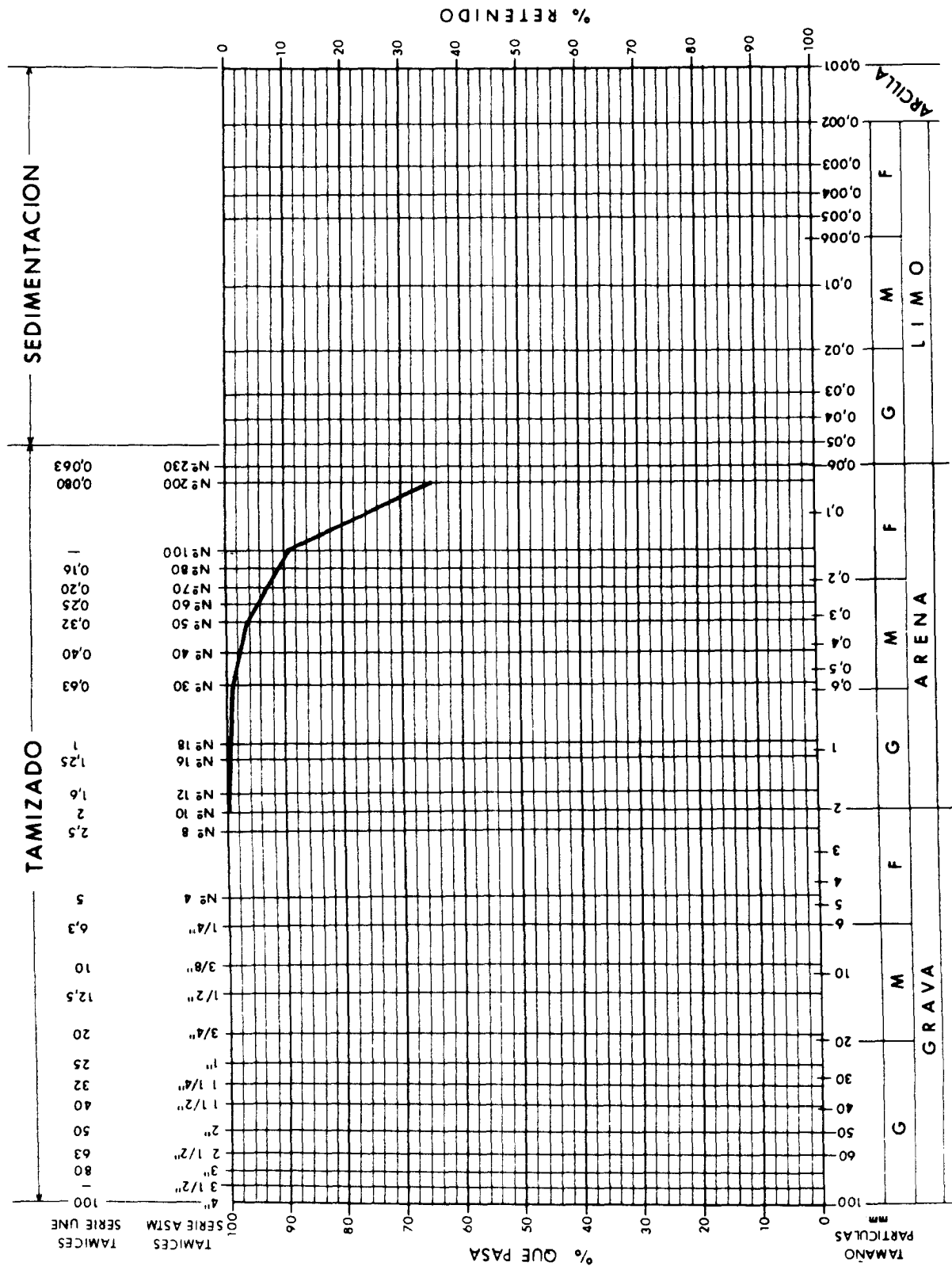
CURVA GRANULOMETRICA

UNE 7376/75

TRABAJO Nº 6/92

DENOMINACION: MAPA ROCAS ARAGON

MUESTRA Nº 415-3 \approx 210 - Are.



b) Materia orgánica

Nº de muestra	% Materia Orgánica
31	0,1
210	0,5

c) Equivalente de arena, en la muestra 31 es de 39, la lectura de arcilla 255 y la de arena 100.

En base a estos análisis se puede indicar que los contenidos en materia orgánica y de arcilla, hace que se precise lavar a éstos áridos antes de ser comercializados.

3.4.- ARENISCA (ARN)

Se han inventariado 5 canteras da arenisca, dispersas dentro de la hoja, y de las cuales se explota intermitentemente la estación nº 161, que constituye un conjunto de canteras de pequeño tamaño, dispersas en un área de unos 2 km², que se beneficia como piedra de construcción. Está ubicada en el municipio de Aspa. Se trata de niveles de arenisca intercalados entre las lutitas rojas del Oligoceno (18). El resto de las canteras, están abandonadas.

El volumen de reservas es considerable, aunque deben considerarse explotables únicamente las capas superiores, ya que las infrayacentes soportan tramos arcillosos que hacen inviable la explotación.

El tipo de minería, es a cielo abierto, empleando barrenos a escasa distancia, para extraer bloques de más de 1 m de lado, en las canteras de Aspa. En general las canteras visitadas en la hoja nº 33, "Lleida", de esta sustancia son de pequeño a mediano tamaño.

Cronoestratigráficamente las estaciones inventariadas pertenecen al Mioceno (18) y Oligoceno (13 y 14), presentando éstas marcadas diferencias granulométricas en su textura.

Las areniscas de los yacimientos de Mayals son de grano medio a grueso, mientras que las de Sariñena son de grano de menor tamaño. Estos afloramientos forman en el paisaje mesas tabulares, jalonadas en sus bordes por cornisas extensas que festonean las laderas de los valles de la zona.

En el Mioceno se ha inventariado una cantera abandonada estación 66, en el municipio de Castelflorite (Huesca), mientras que el resto de explotaciones se encuentran en el Oligoceno. La cantera nº 27, sita en el municipio de Monzón, se ha explotado como árido para la fabricación de hormigón, mezclándola una vez molida, con arena de río.

La relación de canteras inventariadas es la siguiente:

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
27	326	13	269800	4640250	EB	M	500
66	357	18	746450	4629300	EB	A	
161	388	14	305000	4598700	EI	M	
168	415	14	276650	4595875	EB	A	
184	416	13	308300	4587300	EB	M	

Los resultados de las muestras analizadas y sometidas a ensayos mecánicos han sido los siguientes.

a) Análisis granulométrico por tamizado

La muestra tomada en la explotación nº 27, corresponde a una arena, producto de la alteración de las areniscas, ya que el material que se utilizaba era solamente el procedente de la roca alterada.

El análisis de la curva granulométrica indica que la mayor proporción de arena, se localiza en el intervalo <0,07 mm - >0,6 mm, por lo que se puede clasificar esta arena como de grano medio.

b) Equivalente de arena y materia orgánica

Nº de Muestra	Lectura arcilla	Lectura arena	Equivalente arena	Materia Orgánica
27	154	122	79	0,3

c) Ensayos para roca de construcción

Nº de Muestra	Peso Específico aparente gr/cm ³	Absorción agua %	Resistencia a la compresión kg/cm ³	Resistencia He- ladas. Pérdida % peso	Resistencia cam- bios térmicos. Variac. % peso
161	2,24	4,72	235,58	0,19	0,13
161a	2,25	4,99			

d) Estudio petrográfico

Se ha realizado una lámina delgada de la muestra tomada en la estación 161, deduciéndose la siguiente composición mineralógica:

Nº de Muestra	Minerales Principales	Minerales accesorios
161	. Cuarzo . Dolomita . Calcita	Mica blanca, opacos, materia carbo- nosa, rutilo

- Descripción microscópica

La muestra de la estación 161, es bastante porosa ($\approx 15\%$ de poros), contiene abundancia relativa de dolomita ($\approx 20\%$) en cristales rombohedrales, teniendo granos de cuarzo, algunos metamórficos y arena de tamaño medio.

Dentro del proyecto "MAGNA-EBRO" del I.T.G.E. (en realización), en el estudio petrográfico de las areniscas del Oligoceno, las clasifican como lita- renitas calcáreas con un importante porcentaje de clastos de calizas (40%) y de cuarzo (5-15%), presentando un 40% de cemento calcáreo y alrededor de un 5% de matriz clorítica, sin embargo en los niveles de techo predominan los clas- tos cuarcíticos y en menor proporción los clastos feldespáticos, siendo el

cemento calcáreo y yesífero y la matriz, clorítica (I.T.G.E. en realización K).

En base a los ensayos de la muestra tomada en la estación 161, estas areniscas no son aptas para pavimentos, sillares y columnas, pues la absorción de agua es mayor de 4,5% y la resistencia a la compresión menor de 250 kg/cm³.

3.5.- CALIZA (CLZ)

La hoja 1:200.000 nº 33, "Lleida", cuenta con una notable presencia de calizas que cubren una gran parte de la columna estratigráfica correspondiendo al Triásico, Jurásico, Cretácico superior, Eoceno, Oligoceno y Mioceno. Sin embargo su importancia desde el punto de vista de su beneficio para usos industriales es escasa.

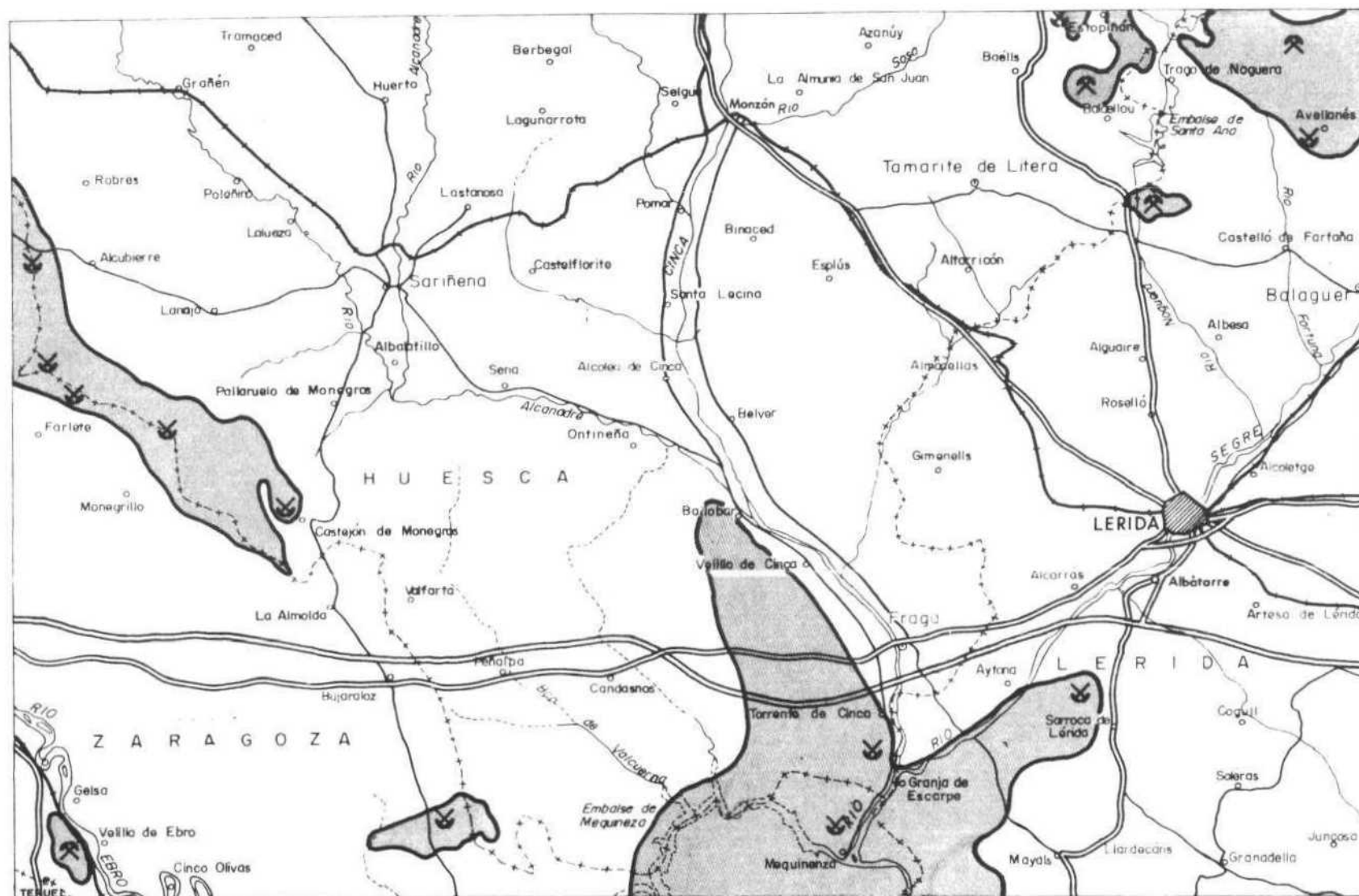
De las canteras visitadas se han inventariado 21. De ellas hay una cantera activa, 3 que se explotan intermitentemente, 14 que están abandonadas y 3 corresponden a indicios. El empleo fundamental de estos materiales es como árido tanto natural como de machaqueo.

Las canteras son de tamaño pequeño a mediano y las explotaciones se realizan a cielo abierto-ladera, empleándose para su arranque explosivos o bien simplemente se extrae mediante pala como es el caso de la cantera nº 202, en la que debido al diaclasamiento y a la acción atmosférica, se encuentra tan fracturada que no es necesario la utilización de explosivos, empleándose como árido natural, en la construcción de la minicentral eléctrica de Gelsa. Se le estima una producción de unas 40.000 t/año.

a) Calizas mesozóicas

Las canteras inventariadas dentro del Mesozóico son las siguientes:

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
2	327	2	288600	4652800	IN	A	1.000
5	327	4	297200	4650600	EB	A	
14	327	4	295000	4647450	EI	A	
19	327	7	295500	4645000	IN	A	
26	327	4	313900	4640700	EB	A	
29	327	7	298300	4639500	EB	A	
32	327	4	313100	4638250	EB	A	
38	327	4	312200	4636100	EB	A	



E = 1 : 500.000

- ZONAS DE EXTRACCION DE CALIZA
- Explotación activa
- Explotación abandonada

Se ubican en la hoja nº 327 Os de Balaguer, en afloramientos aislados. En total son 8 canteras de las que 5 corresponden a canteras abandonadas, 2 a indicios y una con actividad esporádica.

Estratigráficamente de muro a techo se ubican como sigue:

En el Muschelkalk (2) se sitúa el indicio de la estación nº 2, que corresponde a un afloramiento de calizas tableadas oscuras, que buzan 60° E. Están afectadas por dos sistemas de diaclasas perpendiculares que facilitarían la extracción de las calizas. Se ubica en el término municipal de Estopiñán.

En el Lías (4) se sitúan 4 explotaciones abandonadas (estaciones 5, 26, 32 y 38) y una con actividad intermitente que corresponde a la estación nº 14 y que está constituida por caliza gris tableada, muy fracturada y meteorizada, aflorante en bancos de 1 a 5 cm de espesor, que se beneficia esporádicamente como árido natural. Está ubicada en el municipio de Camporrells.

Las canteras abandonadas se ubican en afloramientos aislados, localizados en los términos municipales de Ager, Estopiñán y Ager, Avellanes y Os de Balaguer al NE de la hoja.

Dentro del Cretácico superior (7), se ha inventariado una cantera abandonada y un indicio que corresponden a las estaciones 29 y 19 respectivamente, en los términos municipales de Baldellón y Castillonroy.

Están constituidas por calizas grises y marrones que afloran con una inclinación de 40-50°, en bancos de 20 a 50 cm o bien masivas.

Los resultados de los análisis y ensayos efectuados en muestras de calizas de estas edades son los siguientes:

a) Análisis químicos

Estación	SiO ₂	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	P.p.c.	CO ₃ Ca
2	1,3	0,2	1,72	52,36	43,5	94
26	0,66	0,93		53,91	43,73	97

b) Ensayos mecánicos

Estación	Desgaste de Los Angeles		Coeficiente pulido acelerado C.P.A	
	Granulometria	Coeficiente de desgaste	Antes del ensayo	Después del ensayo
2	A	28	64	39
2a	E	30		
19	A	23,48	79	40
26	A	31		
26a	E	34		

c) Ensayo para rocas de construcción

Nº de Muestra	Peso específico aparente gr/cm ³	Absorción agua %	Resistencia a la compresión kg/cm ³
2	2,70	2,72	0,29
2a	2,66	2,72	0,73
19	2,71	2,76	0,52
26	2,67	2,70	0,34
26a	2,68	2,71	0,38

En las muestras recogidas y ensayadas por el IGME (1974) se asigna a las calizas liásicas un peso específico aparente del orden de 2,73; peso espe-

cífico real 2,76; absorción próxima 0,27; estabilidad al SO_4Mg próxima a 2,57% de pérdida, coeficiente de desgaste "Los Angeles" para la granulometría A alrededor de 31,4; la adhesividad del betún es del orden del 98,5% de superficie cubierta.

Las muestras 2 y 26 pueden utilizarse para la fabricación de cementos, cal grasa y cal hidráulica. La nº 26 presenta un alto contenido en CO_3Ca (97%) habiéndose empleado para el tratamiento de azúcares, siendo susceptible de ser empleada para cargas blancas y agricultura.

En base a los ensayos para rocas de construcción las muestras 2, 19 y 26, podrían ser utilizadas como roca de construcción para revestimiento al tener una absorción de agua menor del 3%.

Los ensayos mecánicos indican que todas las muestras analizadas son válidas para su empleo como áridos para base de carreteras y ligantes bituminosos en frío.

Dentro del Terciario, se han inventariado 13 estaciones de las que una está activa, 2 se explotan intermitentemente, 9 están abandonadas y una se ha considerado indicio. Su relación es la que sigue:

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
6	327	9	313250	4650400	EI	A	
41	327	9	302100	4636400	EI	A	
108	385	19m	731100	4613500	EB	M	
110	385	19m	727300	4612750	EB	B	
111	385	19m	729000	4612400	EB	M	
113	385	19	727700	4611300	EB	B	
137	388	14-o	298150	4601000	EB	M	
162	414	19	745250	4597800	EB	M	
165	416	14	295500	4596000	EB	M	
171	416	13	295000	4594900	EB	M	
175	415	14-o	277950	4593200	IN	A	
197	415	14-o	274500	4584600	EB	A	
202	413	14-o	712200	4582700	EA	A	40.000

Los dos yacimientos inventariados en el Eoceno (9) se localizan en la hoja de Os de Balaguer (Nº 327), en los términos municipales de Ibars de Noguera y Ager. Están constituidos por calizas blanco rosadas, muy fosilíferas, en capas potentes (estación nº 41) y tableadas (estación nº 6), con buzamientos suaves (15-25°) y afectadas por una irregular fracturación, siendo explotados intermitentemente como piedra de construcción (estación 41) y para áridos de trituración en el yacimiento de Ibars.

En el Oligoceno (13 y 14) se han inventariado 6 explotaciones, de las que una está activa, con una producción estimada en 40.000 t/año (estación 202), ubicada en Pina de Ebro y se emplea como árido natural para la construcción de la minicentral eléctrica de Gelsa. Se trata de calizas claras en estratos de 10 a 30 cm, muy rotas y que afloran en un banco menor de 5 m de espesor, a muro de arcillas rojas que contiene niveles de yeso, en estratos subhorizontales.

En el municipio de Torrente de Cinca se ha considerado un indicio de calizas grisáceas estratificadas en bancos que llegan a alcanzar 1 m de espesor, con amplios recursos. El resto corresponden a explotaciones abandonadas.

Los 5 yacimientos del Mioceno (19 y 19 m) inventariados corresponden a explotaciones abandonadas y se distribuyen entre las hojas de Castejón de Moñegros y Bujaraloz. Están constituidos por calizas de tonos beig claro en bancos de 0,10 a 0,40 m de potencia, intercalados entre una serie potente de margas y arcillas, y con unos recursos muy limitados, dada la pequeña potencia (menor de 10 m) de los tramos, y a que en el pasado fueron beneficiados como rocas de construcción y como áridos.

Los análisis y ensayos realizados a las muestras tomadas dentro del Terciario son los siguientes:

a) Análisis químico

Estación	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	P.p.c.
137	8,06	1,44	0,38	0,06	0,08	12,88	35,50	0,12	0,15	0,06		41,31
171	1,03	0,38	0,16	<0,01	0,06	1,10	54,07	<0,01	<0,01	0,09		43,17
175	0,96	0,80				0,78	52,70				0,21	43,78

El % de CO₃Ca de la muestra de la estación 175, es del 98%.

b) Ensayos de áridos

	Desgaste de Los Angeles		Densidad		Coef. Pulido Acel. C.P.A.		Estabil. Solución SO ₄ Mg
Estación	Granulometria	Coeficiente de desgaste	Aparente	Real	Antes ensay	Después ensayo	
137	A	66,83					3,92
175	A	26	2,36	2,61	71	47	
175a	B	25	2,52	2,68			

c) Ensayos para rocas de construcción

Número Muestra	Resistencia a la compresión kg/cm ²	Resistencia He- ladas. Pérdida en peso %	Resistencia cam- bios térmicos. Variación peso %	Absorción agua %	P. Espec. aparente gr/cm ³
111	241,34	0,28	0,13	8,71	2,12
111a				8,70	2,12

d) Estudio petrográfico

Se han estudiado muestras de las estaciones nºs 41 y 111, cuya composición mineralógica es la siguiente:

Nº de Muestra	Minerales Principales	Minerales accesorios
41	. Calcita	Feldespatos potásico, cuarzo, minerales de hierro
111	. Calcita	Cuarzo, dolomita, mica blanca, minerales de hierro

Microscópicamente la muestra nº 41 contiene un 90% de bioclastos (foraminíferos) cementados por esparita. Las únicas impurezas corresponden a algún clasto de feldespato potásico, presentando un 6% de porosidad interpartículas. La muestra ha sido clasificada petrográficamente como bioesparita (Grainstone).

La lámina de la estación 111, presenta esporádicos restos fósiles (\approx 5%) y escasas partículas de limo de cuarzo (1%) flotando en una matriz micrítica, medianamente porosa (\leq 8%), se clasifica como micrita fosilífera (Mudstone).

Los análisis químicos indican el alto porcentaje en CO_3Ca (98%) de la muestra 175, siendo susceptible de ser empleada como materia prima de tartratos para utilizar en el tratamiento de azúcares, pudiendo ser usada al igual que la muestra 171 para la agricultura.

Todas las muestras pueden utilizarse para la fabricación de cementos, cal grasa y cal hidráulica.

siendo apta para su empleo como pavimento, sillares, columnas y revestimiento.

Los ensayos mecánicos dan resultados positivos para su utilización como áridos para base de carreteras y ligantes bituminosos en frío. Es destacable que la muestra 137 da un coeficiente de desgaste de Los Angeles para granulometría A de 66,83%, que limita su utilización para áridos.

3.6.- GRAVAS (GRV) Y ARENAS (ARE)

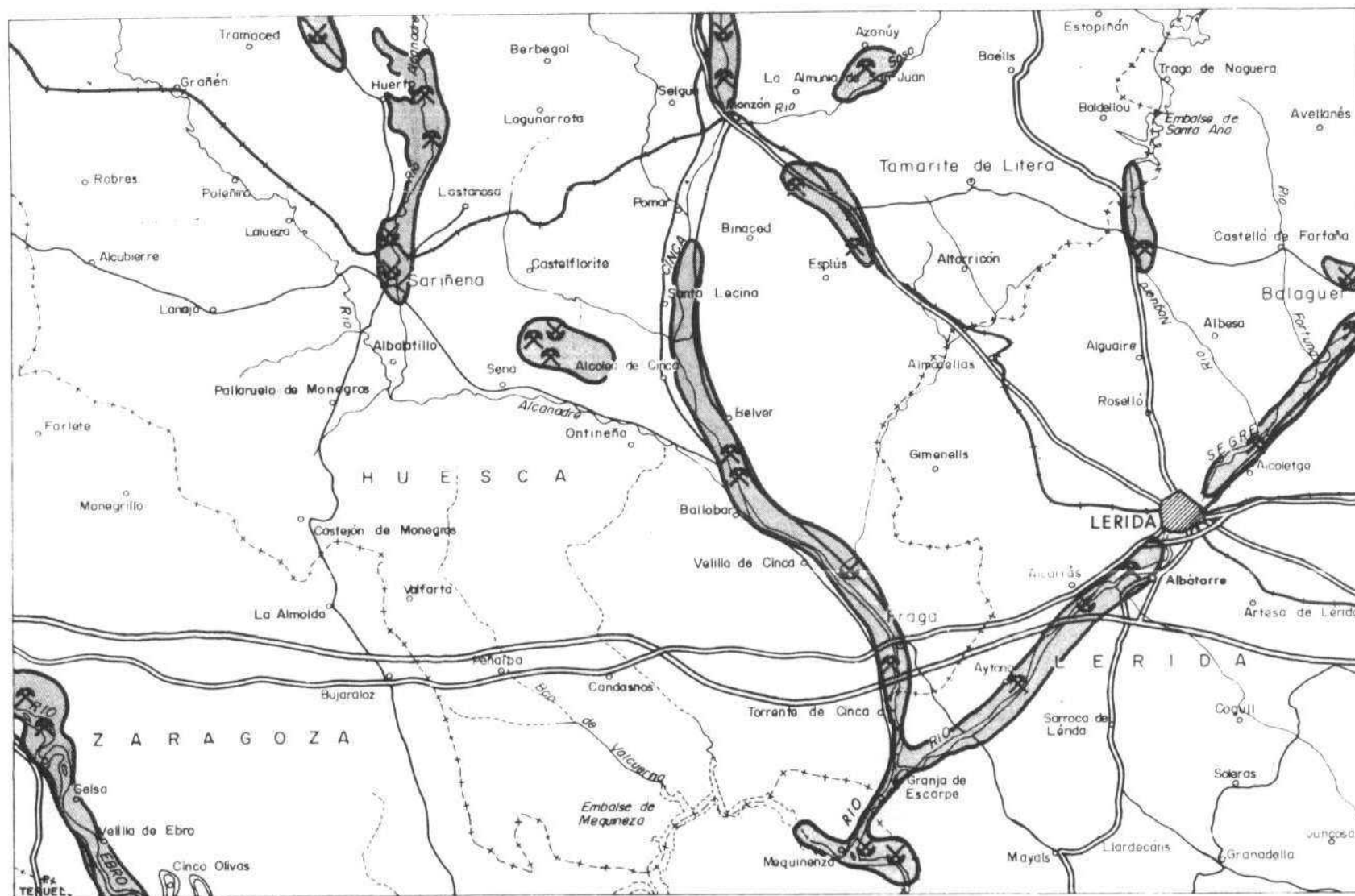
De éste tipo de materiales, se han inventariado 55 estaciones de las que 22 son canteras en actividad continuada, 9 trabajan temporalmente, 23 permanecen inactivas, y 1 se ha considerado indicio. Dentro de las explotaciones abandonadas se incluyen 2 de zahorra que corresponden a terrazas (23) altas del río Segre.

La producción, es difícil de precisar, pues hay explotaciones intermitentes que se benefician de los cauces de los ríos y otras de difícil control. Sin embargo se estima en 2,3 Mt/año.

Las explotaciones son a cielo abierto, con empleo de palas, generalmente con ruedas de goma, siendo las zonas más beneficiadas, los aluviones recientes (24) de los ríos, Cinca, Segre y Noguera Ribagorzana y en menor proporción las del Ebro y Alcanadre. El largo recorrido de estos ríos y la heterogeneidad geológica de las zonas que cruzan, condicionan la naturaleza poligénica de estos depósitos. Las reservas de las mismas son muy grandes aunque gran parte de las mismas corresponden a los aluviones del río Cinca.

Los niveles de terraza de los ríos Segre y Noguera Ribarozana son muy similares. Los depósitos aparecen dominados por gravas de procedencia pirenaica con algunas intercalaciones de arenas subordinadas. Las principales diferencias corresponden al grado de encostramiento carbonatado, siendo este más importante en las terrazas más antiguas (Escuer et al. 1992), en donde se desarrollan caliches potentes y muy evolucionados (Sancho, C.; Meléndez A., 1992).

El listado de canteras inventariadas de estas sustancias es el que sigue:



E = 1 : 500.000



ZONAS DE EXTRACCION DE GRAVA Y ARENA



Explotación activa



Explotación abandonada

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
10	327	22	314200	4647500	EB	A	
13	326	24	280000	4647600	EI	M	1.000
16	326	24	277950	4637300	EA	M	40.000
17	325	23	738300	4646000	EA	A	100.000
18	326	24	265300	4647000	EI	M	200.000
20	327	24	311700	4644100	EI	A	
21	325	23	337800	4645350	EI	M	10.000
23	325	23	738300	4643850	EA	M	10.000
24	325	24	738800	4644000	EA	M	200.000
35	326	23	272000	4638300	EA	A	200.000
37	327	23	287500	4636500	EB	A	
39	327	23	297100	4635200	EB	A	
54	359	22	317550	4631900	EB	B	
55	359	24	299400	4632950	EA	A	80.000
56	359	22	315600	4631550	EB	B	
64	358	22	271400	4629575	EB	M	
75	359	23	306525	4624350	EA	A	25.000
76	359	23	315800	4624415	EA	A	10.000
77	359	22	307250	4623700	EB	A	
90	357	23	262100	4623200	EA	A	50.000
93	358	23	286550	4622225	EB	B	
95	357	23	749500	4622200	EA	A	60.000
96	359	23	288400	4620400	EA	A	30.000
98	359	23	298200	4617750	EB	A	
99	359	23	309350	4616850	EA	B	9.000
101	359	23	309450	4616650	EA	B	10.000
103	358	23	263350	4617800	EA	B	80.000
104	358	23	264200	4617525	EA	A	9.000
106	388	23	306850	4615100	EA	A	80.000
107	388	23	305500	4613800	EI	A	20.000
112	387	23	267550	4613900	EB	M	
117	387	22	287050	4609325	EB	B	
118	387	22	287300	4609250	EB	B	
120	387	23	274275	4609100	EI	A	800
124	388	23	301750	4607300	EI	M	250.000
126	388	23	295500	4605300	EB	M	
127	388	23	299600	4606000	EI	A	165.000
128	387	23	275850	4604650	EA	A	20.000
131	388	23	295500	4602900	EB	M	
132	388	24	307300	4601800	EB	B	
133	387	24	278050	4601000	IN	A	
136	387	22	287225	4601500	EB	B	
138	386	24	747325	4601150	EB	B	
154	386	22	257980	4599925	EB	B	
160	387	24	279200	4599050	EB	M	
163	415	23	278600	4596500	EA	A	250.000
164	415	23	288600	4595950	EA	A	100.000

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
177	413	23	707650	4590700	EA	A	60.000
180	413	23	708450	4588000	EA	A	
183	415	23	277500	4588400	EB	A	
187	413	23	713300	4586800	EB	A	
195	413	23	714700	4584550	EI	A	
196	415	22	274275	4584625	EB	B	
201	416	24	296980	4583300	EB	M	180.000
237	359	23	314250	4625250	EA	A	

El tamaño de las explotaciones, por lo general es de pequeño a mediano, excepto en las explotaciones activas que están próximas a los principales centros consumidores de la hoja como son las de Lleida (estaciones 107, 124 y 127), Fraga (estación 163), Balaguer (estación 237), Binefar (estación 35), Peralta de Alcofea (estación 24) y Castejón del Puente (estación 18), cuya producción corresponde al 63% del total de la hoja nº 33, "Lleida".

Comercialmente se suelen distinguir tres productos diferentes según tamaños, que son las gravas, gravillas y arenas. Su aplicación industrial se circunscribe a la producción de áridos naturales y de machaqueo para distintas aplicaciones en obras públicas, plantas de hormigonado, construcción, etc.

Una vez tratado el todo uno en las plantas, los tamaños más usuales comercializados son:

- 0 - 6 mm
- 6 - 12 mm
- 12 - 18 mm
- 18 - 24 mm
- 24 - 40 mm

Cartográficamente se han agrupado en cuatro tipos de depósitos. Los que se acumulan en las llanuras de inundación y valles de fondo plano (24), destacando los depósitos del río Cinca. Terrazas aluviales (23) que se desarrollan en las márgenes de los ríos Ebro, Noguera Ribagorzana, Segre y Cinca principalmente y que supera más del 80% de las explotaciones inventariadas y por

último los depósitos de glacia, coluviones y derrubios (22), que contienen un 20% de las canteras inventariadas y que se ubican en las zonas altas de los ríos Alcanadre, Cinca, Noguera Ribagorzana, Segre y Farfana.

La naturaleza de los áridos es poligénica, conteniendo cantos calcáreos, cuarcíticos, graníticos, esquistosos, etc. en proporciones estadísticamente semejantes. El tamaño y angulosidad suelen disminuir aguas abajo, predominando en las graveras los cantos menores de 10 cm de diámetro, los cuales suelen ser subredondeados.

Las muestras analizadas y sometidas a ensayos mecánicos, arrojan los siguientes resultados:

a) Análisis químico

Estación	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MgO	FeO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	CaO
106	19,9	15,2	3,1	1,4	6,9	8,4	2,7	1,2	0,4	39,5
133	42,0									

Nº Estación	SiO ₂	Oxidos metál.	CaO	SO ₃	Fracción
124	64,29	17,25	7,1	-	gruesa
124	56,32	7,36	8,29	0,48	fina

En la muestra de la estación 124, se procedió a tamizar por el tamiz de 10 mm, analizándose por separado la fracción gruesa y la fracción fina. Para la realización del análisis químico realizado por INCE (Instituto Nacional para la Calidad de Edificación) se hizo una fusión alcalina de cada una de las muestras al objeto de conseguir solubilizarlas, posteriormente se siguió la metodología indicada en el pliego RC-75.

Estación	Desg. de Los Angeles		% Mate- ria Orgá- nica	Sulfa- tos Solu- bles	Estab. SO ₄ = % Pér- dida	Equi- valen- te de arena	Den- si- dad Real	Densi- dad Apa- rente	Obser- vacio- nes
	Granulo- metría	Coeficiente de desgaste							
35	A	25	0,16	In 0,07		35			
55	A	17,04							
75	A	22,10			0,30				
90	A	18,08			0,07				
96	A	21,22			0,70				
101	A	15,78			0,10				
103	B	18,16			0,10				
104	B	14,88			0,00				
106	A	20,90			0,00				
106	B	19,3							
124	A	18,5	<0,05			42 40,9			
128	A	16,18			0,00				
133	A	18,0							
136	A	19,50							
163	A	19,72			0,10				
						52	2,69	2,18	Conten. carbona- to 62%

Nº de Muestra	Coeficiente de pulido acelerado C.P.A.		Procedencia
	Antes ensayo	Después del ensayo	
124	76	48	Bolos del río Segre
133 133a	72 79	54 48	Bolos del río Cinca

En general el coeficiente de desgaste de Los Angeles, permite la utilización de éstos materiales para su uso como áridos para tratamiento con ligantes bituminosos, bases de carretera, subbase granulares y balasto de ferrocarriles.

El contenido en materia orgánica en la muestra 35, superior al 0,05%, hará necesario un lavado previo de éstos materiales para su uso como áridos para hormigones. La presencia de sulfatos es despreciable, con excepción de las muestras 75 y 96 que alcanzan 0,30 y 0,70% en pérdida de peso, respectivamente.

3.7.- HALITA (HAL)

Dentro de la hoja se han inventariado tres estaciones 1, 7 y 181, ubicadas en los términos municipales de Peralta de la Sal, Castejón del Puente y Sástago respectivamente. La producción estimada rebasa las 10.000 t/año. Las estaciones 1 y 7 corresponden al Oligoceno y la 181 al Mioceno.

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
1	326	10	284450	4653000	EA	-	10.000
7	326	10	264550	4651000	EA	A	
181	413	19	734300	4589500	EB	-	

En la estación 1, explotada por SALPURA S.A., hay unas 280 balsas de evaporación, que ocupan una superficie de unos 60.000 m². El manantial salino tiene una elevada salinidad (24-25° Beaumé), siendo llenadas las balsas mediante mangueras que están conectadas a la tubería general. La recogida de la sal se realiza mediante maquinaria, siendo envasado y empaquetado en bolsas para el consumo humano en su mayor parte. Una pequeña cantidad se destina a la industria química. Geológicamente el pozo está ubicado en la Formación Salinar (10) sin embargo cabe la posibilidad de que el manantial salino proceda de la Formación Cardona e incluso del Keuper (3), por estar la zona afectada por fracturas inversas.

El yacimiento de la estación 7, pertenece a Sales de Monzón y corresponde a niveles salinos de la Formación Barbastro (10). En la actualidad se está preparando la cavidad para extraer la salmuera mediante disolución, por lo que la producción es poco significativa. Se han realizado dos sondeos mecánicos de explotación de 650 y 1.200 m de profundidad, habiéndose comprobado que las reservas son considerables. Previamente se realizó una investigación geofísica, así como sondeos mecánicos, entre Azanuy y Castejón del Puente, al N de la Hoja nº 33, "Lleida". Cabe la posibilidad de que parte de los niveles

salinos más profundos, correspondan a la Formación Cardona, que no aflora dentro del ámbito de la hoja.

La estación nº 181, ubicada en el paraje "Laguna de la Playa", es una explotación abandonada, enclavada en la unidad genético sedimentaria de Bujaraloz-Sariñena (19). Se puede observar el pozo, así como unos 8.000 m² de las antiguas balsas de evaporación, hoy parcialmente recubiertas por vegetación y afloramientos de niveles de arcillas y yesos de edad Mioceno inferior.

La composición de la salmuera de Monzón, correspondiente a la estación nº 7, es la siguiente:

Concentración	- 320 \pm 5 gr/litro
pH	- 7,20
Turbidez	- < 10 p.p.m.
Densidad	- 1,205
Contenido en SO ₄ ⁼	- \approx 3,5 \pm 1 gr/litro
Ca ⁺⁺	- 700 \pm 200 p.p.m.
Mg ⁺⁺	- 70 \pm 20 p.p.m.
K ⁺	- No contiene

La producción de este yacimiento, está prevista que en su mayoría sea absorbida por Química del Cinca, para ser tratada por electrólisis para obtención de sodio y cloro, no descartándose otras utilizaciones como serían la agricultura, reblandecimiento de aguas, eliminación de hielo y nieve, industrias alimentarias, etc.

3.8.- OFITA (OFI)

Aunque únicamente se ha inventariado una explotación abandonada, en "Saganta", término municipal de Estopiñán, en la hoja nº 327, Os de Balaguer, existen numerosos afloramientos que hacen que sus reservas sean considerables. Las ofitas (1) con frecuencia se presentan muy diaclasadas, y algunas de estas rellenas de arcilla.

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
8	327	1	292700	4650500	EB	A	

Litológicamente se trata de una roca gris verdosa, de grano grueso, compacta y de fractura irregular, que aflora entre las margas, yesos y lutitas versicolores del Keuper (3) constituyendo cerros de notable altura.

Al microscopio, se diferencia como componentes principales: Plagioclasa An = 58% (Labrador), Piroxeno monoclinico (serie de la augita); como componentes secundarios se encuentra serpentina y como accesorios, el feldespato potásico y opacos, teniendo una textura ofítica.

Las ofitas son rocas con un interés especial, para su uso como árido de machaqueo y balasto.

Ensayos realizados por el MOPTMA, en el año 1980, en materiales de este tipo, dieron los resultados que se reflejan a continuación, para una muestra tomada en un afloramiento localizado en el Municipio de Avellanes-Santa Liña (Huesca).

a) Análisis químico (%)

<u>SiO₂</u>	<u>Al₂O₃</u>	<u>Fe₂O₃</u>	<u>MgO</u>	<u>CaO</u>	<u>SO₃</u>	<u>P.p.c.</u>	<u>R.I.</u>
50,00	17,60	10,60	7,80	19,80	Ind.	1,10	1,1

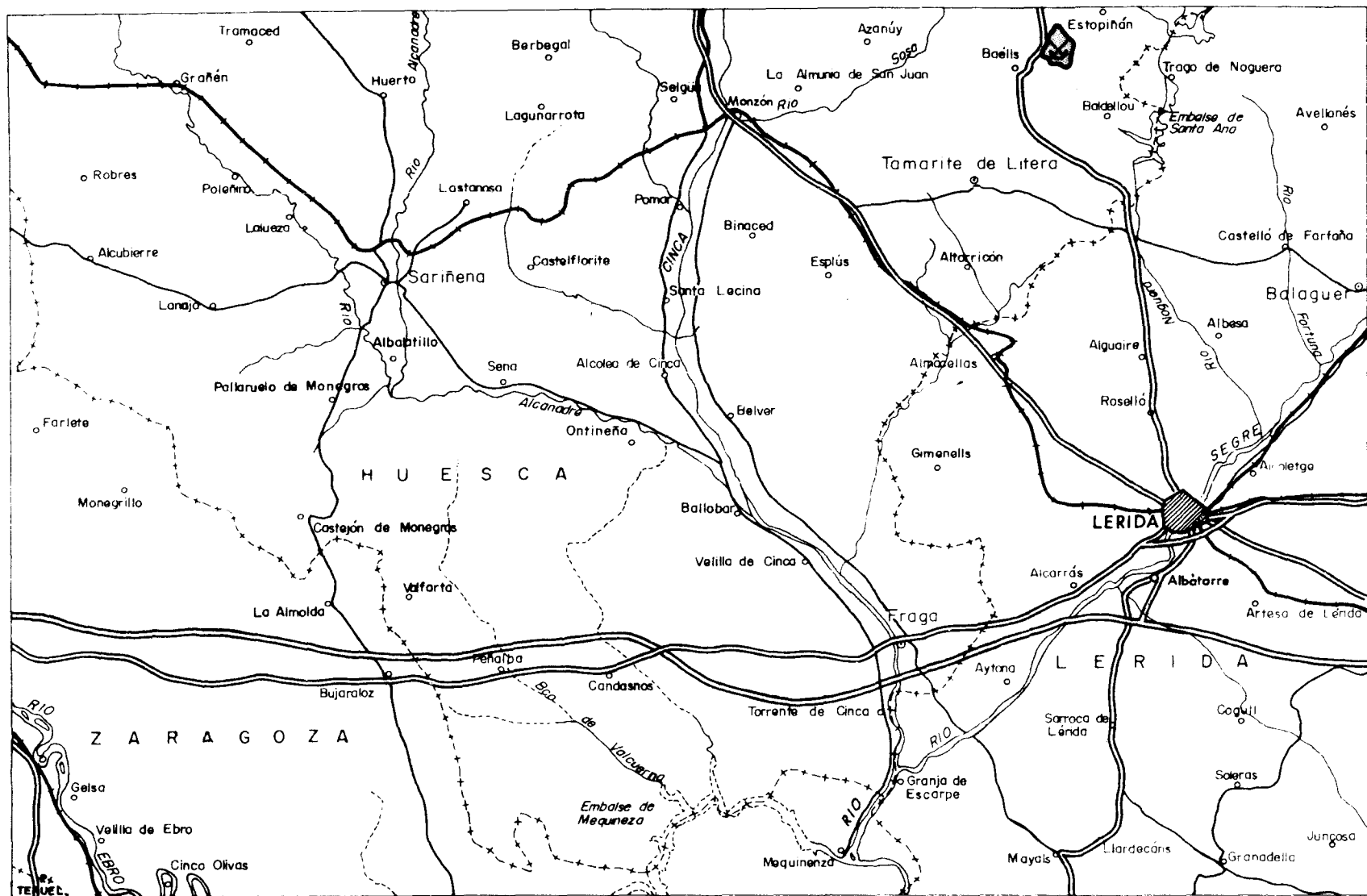
b) Ensayos mecánicos:

<u>Densidad aparente</u>	<u>Densidad real</u>	<u>Absorción de agua %</u>	<u>Coef.pulido acel. Inicial</u>	<u>6 horas</u>	<u>Desgate Los Angeles "A"</u>	<u>"B"</u>
2,93	3,00	0,79	68	50	19,0	19,5

c) Estudio Petrográfico

- . Textura ofítica, algo porfídica, de grano medio y alta cristalinidad
- . Componentes principales: Clinopiroxeno y plagioclasa
- . Componentes accesorios: anfíbol, dorita, cuarzo e ilmenita

Los caracteres texturales-mineralógicos (alto grado de entrecruzamiento de las plagioclases en las clinopiroxenos) y la alta cristalinidad, hacen que estas rocas sean muy coherentes.



E = 1 : 500.000



ZONA DE EXTRACCION DE OFITA



Explotación abandonada

3.9.- YESO (YES)

De las estaciones de yeso visitadas en la Hoja nº 33 "Lleida", se han inventariado 25, de las que 22 corresponden a explotaciones abandonadas, 2 responden a explotaciones activas, mientras que una explotación tiene una actividad intermitente. Están todas ellas en el Terciario.

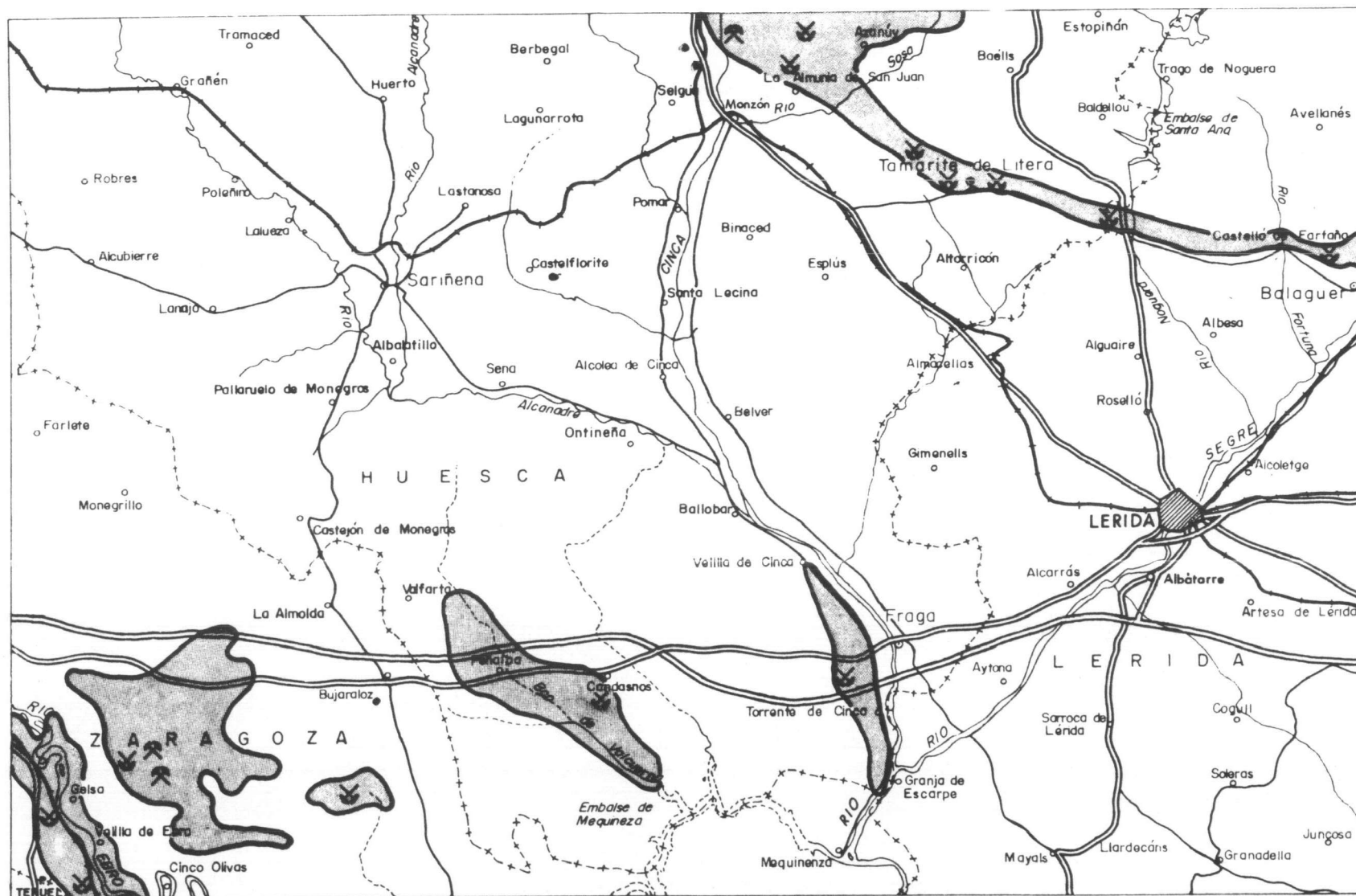
El tamaño de las explotaciones abandonadas es de pequeño a mediano, mientras que las canteras activas nºs 176 y 178, ubicadas en el municipio de Gelsa, hoja nº 413, son de grandes dimensiones y corresponden a explotaciones de Española de Placas de Yeso, S.A. y Yesos Alfa S.A., respectivamente con una producción global de unas 550.000 t/año. Están ubicadas en el Mioceno inferior (19) dentro de la unidad genético sedimentaria de Bujaraloz-Sariñena (I.T.G.E. en realización).

Estos yesos se destinan para construcción, moldes, cargas inertes y escayolas de construcción.

La otra explotación activa, estación nº 4, de tamaño mediano, se ubica en el paraje "Campo de las Viñas" en el municipio de Fonz, en donde Hidronitro Española extrae unas 40.000 t/año con destino a industria química, agricultura y cementos. Esta cantera está ubicada en la Formación Barbastro (11) del Oligoceno.

El tipo de minería que se aplica para la extracción de yeso, es a cielo abierto-ladera y dado que con frecuencia se pueden encontrar niveles de caliza y margas, se realiza ocasionalmente estrío a mano para la separación de yeso de altas calidades (estación nº 176). Las plantas de machaqueo en cantera, muelen a tamaños de 5 a 7 centímetros de diámetro, más tarde es trasladado a la factoría donde un equipo de molienda secundaria consigue materias primas de curvas granulométricas adecuadas a las diferentes necesidades de fabricación.

En base a los niveles estratigráficos en que se localizan las canteras de yeso, se pueden diferenciar dos grandes grupos, unos que afloran dentro del Oligoceno (11 y 13) y las otras en el Mioceno (15, 16 y 19). Estos yesos se han originado a partir del reciclaje de las evaporitas triásicas, según las



E = 1 : 500.000



ZONAS DE EXTRACCION DE YESO



Explotación activa



Explotacion abandonada

investigaciones llevadas por Utrilla R., et al. (1991) sobre la composición isotópica de los sulfatos de las formaciones, que a continuación se describen.

Oligoceno

Aflora muy replegado y con buzamientos subverticales, fundamentalmente según la dirección NNO-SSE, al NNE de la hoja, tanto en la Formación Barbastro (11), como en la Formación Peraltilla (13), dentro de las hojas nº 326 (Monzón), nº 327 (Os de Balaguer) y nº 359 (Balaguer). Sin embargo la estación nº 186 enclavada en la hoja 413 (Gelsa), tiene una disposición tabular, presentando yesos grises con intercalaciones margosas y niveles alabastrinos. Se le estiman unos recursos bajos, siendo uno de los posibles motivos de su inactividad.

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
3	326	11	274450	4652450	EB	B	40.000
4	326	11	269200	4657200	EI	A	
12	326	11	271550	4647450	EB	A	
15	326	11	272950	4647050	EB	A	
25	326	11	278950	4643000	EB	A	
28	326	11	285500	4640000	EB	A	
30	326	11	285650	4639550	EB	A	
34	326	11	298200	4638600	EB	A	
40	327	11	298000	4636000	EB	M	
42	327	11	297600	4635500	EB	A	
43	327	11	298100	4635600	EB	A	
44	327	11	300000	4635700	EB	A	
45	327	11	298000	4635500	EB	M	
46	327	11	297500	4634200	EB	M	
50	359	11	304050	4632875	EB	B	
51	359	13	315675	4632250	EB	B	
52	359	13	303975	4632700	EB	B	
53	359	13	315550	4631800	EB	B	
57	359	11	317550	4631650	EB	B	
186	413	15	710500	4586500	EB	B	

Litológicamente estos yesos son de tipo sacaroides, fibroso y alabastrino de tonos blancos y grisáceos. Se presentan tableados con abundantes intercalaciones de arcillas y margas grises y verdosas en niveles centimétricos y

decimétricos. La potencia es grande, aflorando con un buzamiento subvertical y muy replegados.

Los recursos existentes son enormes, y el número de canteras abandonadas es amplio debido a la considerable proporción de arcillas que contiene, lo cual repercute en la calidad.

a) Análisis químicos

Estación	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	P.p.c.
4	3,12		1,02			1,21	33,27				30,1	15,40
12	0,88	0,30	0,12	<0,01	<0,01	0,47	31,57	<0,01	<0,01	0,06	-	21,70
28	3,14	1,01	0,41	0,03	<0,01	1,03	30,11	<0,01	0,21	0,05	-	21,87
34	1,32	0,38	0,16	<0,01	<0,01	0,86	31,00	<0,01	<0,01	0,04	-	21,57
51	1,68	0,51	0,22	0,02	0,02	1,0	31,54	<0,01	<0,01	0,05	-	21,97
53	2,20	0,58	0,28	0,02	0,01	0,70	31,60	<0,01	<0,01	0,07	-	21,49
57	0,98	0,30	0,12	0,01	<0,01	1,27	29,80	<0,01	<0,01	0,06	-	21,83

b) Estudio mineralógico por difracción de rayos X

Número Estac.	SO ₄ Ca 2H ₂ O	Calci-ta	Celes-tina	Cuarzo	Illita	Dolomi-ta	Magne-tita	Arcilla	Paligorskita
12	>90	Si		Ind	Ind	Si			
28	>90	Ind		Ind			Ind		Ind
34	>90	Ind		Ind		Si			Ind
51	90	Ind	Ind	Ind		Ind	Ind	Ind	
53	90	Ind	Ind	Ind			Ind	Ind	
57	90		Ind	Ind		Ind	Ind	Ind	

En función de su análisis químico, los yesos correspondientes a las muestras 12, 34, 51 y 57, podrían utilizarse como cargas para la fabricación de vidrio, en base a que su contenido en Fe_2O_3 es menor o igual a 0,25%.

En base a su composición mineralógica todos los yesos analizados se clasificarían para yesos de construcción como clase I y/o clase I-Extra, pues están en el límite de ambas clases (90% de yeso).

Mioceno

La disposición del yeso Mioceno, suele ser subhorizontal, estando en relación con niveles de arcillas, margas y calizas, siendo las "reservas planificables" muy superiores a las del yeso Oligoceno.

Geológicamente se sitúan en las facies carbonatadas evaporíticas que corresponden al tramo de transición Mioceno-Oligoceno (16t) que equivale a la unidad genético sedimentaria Ontiñena-Galocha (I.T.G.E. en realización) y al Mioceno (Ageniense-Aragoniense superior) (19), que equivale a la Formación Zaragoza (Quirantes, 1969) y a la unidad Sariñena-Bujaraloz (19) descrita en la hoja "MAGNA-EBRO" (I.T.G.E. en realización), del ámbito de la hoja.

Las explotaciones inventariadas en el Mioceno (19), se ubican en formaciones muy potentes de yesos blancos y grisáceos, dispuestos en tramos de 5-11 m de potencia, separados por gruesas capas arcillosas de gran extensión, teniendo los yesos pequeñas intercalaciones de margas y calizas. Dentro de este piso, se ubican las grandes explotaciones activas de EPYSA y Yesos Alfa (estaciones nºs 176 y 178), a las que se ha hecho referencia, al inicio del presente apartado.

Nº Estación	Hoja 1:50.000	Unidad Geológ.	Coordenadas UTM		Estado	Reserva	Producción t/año
			X	Y			
166	413	19	719800	4595200	EB	A	
167	414	16t	251650	4595900	EB	A	
172	414	16t	220000	4595300	EB	A	
176	413	19	719300	4593100	EA	A	350.000
178	413	19	718500	4589500	EA	A	200.000

La gama de productos obtenidos de la cantera nº 178 son los siguientes:

Yesos de construcción

- . Yesos manuales
- . Yesos de prospección mecánica
- . Yesos aligerados
- . Yesos alta dureza, etc.

Yesos de moldería

- . Yesos para uso en industria cerámica
- . Yesos para uso en fundición de metales

Cargas inertes

- . Cargas en base a sulfato cálcico para industrias papelera, pinturas, etc.

Escayola de construcción

- . Escayola para prefabricados
- . Escayola para uso directo en obras
- . Escayola para trabajos especiales, etc.

Las canteras ubicadas en la zona de transición (16t), presentan bancos de yeso de 5 m de espesor con algunos niveles de margas interestratificadas de

2 a 3 cm, teniendo a techo niveles de yeso alabastrino y calizas arenosas, que generalmente resaltan en el relieve.

Los análisis realizados a muestras yesíferas del Mioceno, dan los resultados siguientes:

a) Análisis químico

Estación	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	SO ₄ ⁼	SO ₃	P.p.c.
172	1,76	0,31	0,27	0,67	31,80	-	-	-	44,04	21,14

Se ha realizado un análisis químico, en la estación 178, de un nivel que se beneficia para escayola, dando estos resultados:

Contenido en agua combinada	18,9
Contenido en anhídrido sulfúrico (SO ₃) .	45,3
Índice de pureza	97,5

b) Estudio por difracción de rayos X

Número Estac.	Yeso	Calci-ta	Cuarzo	Magnetita	Arcilla	Celestina
176	95	Ind	Ind	Ind	Ind	Ind
178	94,9					

Dentro del proyecto Estudio Sectorial de Yesos (I.G.M.E. 1976), se realizaron 2 sondeos verticales mecánicos, con extracción de testigo continuo, próximos a las estaciones 166 (sondeo V-15-2) y 176 (sondeo V-15-1), las leyes

medias en $\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, obtenidas de éstos sondeos han sido entre 90-95% para el nivel de yesos inferiores de tipo alabastrino y sacoroideo, con abundantes intercalaciones de margas y arcillas, que alcanzan un espesor próximo a 35 m y del 67-75% para el tramo superior. Estos sondeos alcanzaron una profundidad de 33 m y 40,34 m respectivamente y en este último a partir de los 32 m de profundidad se llega a porcentajes de yeso del 99%.

La calidad de éstos yesos, queda reflejada en su utilización como cargas inertes, escayola de construcción, etc., como se ha reseñado dentro del presente apartado.

4.- IMPACTO AMBIENTAL

4.1.- INTRODUCCION

Ha sido en los últimos años cuando al tomar conciencia sobre el medio ambiente, se empezó a notar con claridad en los países más industrializados, cómo el bienestar económico, fruto de un mayor desarrollo, iba siempre acompañado de una serie de agresiones a la naturaleza, que empezaban a ser cuestionadas por la población.

Es asimismo en la actualidad, cuando en base al espectacular aumento de la facultad humana de transformar el entorno natural, se ha producido un desequilibrio entre los deterioros ocasionados y la capacidad de recuperación del medio frente a los mismos.

Sin embargo en ningún momento ha sido más importante para la humanidad, como hoy día, reconocer su dependencia de los minerales y su influencia sobre la calidad de vida y desarrollo futuro. Es pues evidente, que no se puede prescindir de la explotación de los recursos minerales, sino que además esta actividad es previsible que se intensifique en el futuro. La inquietud de los ciudadanos y de las autoridades gubernativas hacia la conservación de los ecosistemas que nos rodean obliga a analizar y buscar soluciones para que los problemas que la demanda de materias primas ocasiona, permita que los terrenos alterados vuelvan a ser útiles para otros usos, salvaguardando el patrimonio que representa el medio y los recursos naturales.

4.2.- VALORACION DEL IMPACTO AMBIENTAL EN LA HOJA

En el presente trabajo se ha efectuado un análisis y valoración del impacto ambiental que producen cada una de las explotaciones inventariadas, para lo que se han tenido en cuenta su incidencia sobre los siguientes aspectos:

- . Impacto visual y alteración del paisaje
- . Contaminación atmosférica: humos y polvo
- . Alteración de la vegetación
- . Contaminación de aguas superficiales y subterráneas
- . Emisión de ruidos
- . Vibraciones por voladuras

En la hoja nº 33 de "Lleida" existe un número considerable de explotaciones de rocas y minerales industriales, y son escasísimas las explotaciones que han tenido en cuenta el impacto ambiental que las mismas causaban y mínima la restauración artificial de las zonas que fueron objeto de laboreo.

Debido al gran impulso que han sufrido las obras públicas de infraestructura y el fuerte desarrollo industrial de algunos sectores en la provincia de Zaragoza, durante los últimos años se ha incrementado notablemente las extracciones dentro de la hoja de estudio de sustancias como alabastro y las gravas y arenas.

En general, se trata de pequeñas extracciones, cuyas plantas de transformación y/o elaboración no son muy contaminantes.

El impacto visual y paisajístico es el más marcado dentro de la Hoja. Este impacto es muy notable en las proximidades de las zonas afectadas por concentración de explotaciones, hecho frecuente en el sector S0 de la hoja. Considerando cada explotación aisladamente, solo es grave cuando ésta se ubica en las proximidades de núcleos urbanos o vías de comunicación como es el caso de:

A) El sector montañoso ubicado al NNE de la hoja, que corresponde en gran parte a las "Sierras Marginales", en donde las estaciones afectadas por éste tipo de impacto, suelen estar aisladas y se localizan en:

- a) Calizas gris oscuras del Lías (4) correspondientes a las estaciones nºs 14 y 32 de la hoja 327, Os de Balaguer, que se ubican a la orilla de carreteras.
- b) Yesos (11) que son beneficiados en la estación nº 4 en el Campo de las Viñas (Fonz), en la hoja 326, Monzón.
- c) Gravas y arenas, que en algunos casos constituyen pequeños afloramientos beneficiados a la orilla de carretera (estación nº 20) y en otros son visibles desde carreteras a lo largo de un tramo largo (estaciones nºs 37 y 39).

B) Sector poco montañoso, que ocupa la mayor parte de la hoja y que forma parte de la Depresión del Ebro, en donde algunos puntos afectados por este tipo de impacto son:

- a) Gravas y arenas. Canteras nºs 98 y 103, ubicadas en los municipios de Torrefarrera (Lleida) y Chalamera (Huesca), en las hojas nºs 359 (Os de Balaguer) y 358 (Almacellas), y nºs 177 y 187 en la hoja nº 413 (Gelsa).
- b) Yesos y alabastros. Se puede citar a las canteras nº 51 en la hoja 359 (Os de Balaguer) y nºs 176, 178, 193, 194, 203, 204, 206, 207, 208, 209, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 218, 219, 220, 224, 227, 228, 229, 231, 233, 234 y 235 dentro de la hoja nº 413 (Gelsa).
- c) Arcillas. Estaciones nºs 48 y 49 en Alfarrás, nºs 78 y 82 en el municipio de Alcolea del Cinca, nºs 85 y 91 en Almacellas, nºs 80, 87 y 92 en las proximidades de Alguaire y nºs 139, 149 y 152 de Fraga entre otros.

La alteración de la vegetación se produce de forma directa, como consecuencia de la propia explotación (avance, escombros, etc.). Esta alteración en el área de estudio occidental, tiene poca incidencia pues se trata de monte

bajo, poco productivo desde el punto de vista agrícola, forestal y ganadero, como es el caso de la vegetación que se desarrolla sobre las calizas, yeso y alabastro. En el sector oriental, es frecuente la restitución de canteras con el objetivo de aprovecharlas para la plantación de árboles frutales.

La incidencia de las emisiones de polvo y humo son, en general, de escasa importancia en la mayoría de las explotaciones, a excepción de la explotaciones nºs 124 y 127, localizadas en la hoja nº 388, 237 en la nº 359 y 163 en la nº 415, con producciones de áridos de trituración por encima de las 150.000 t/año, nºs 176 y 178 de la hoja nº 413 que benefician niveles de yeso y nºs 78 y 122 que explotan arcillas para cerámica estructural.

En el caso de los ruidos y vibraciones, la incidencia de ambos factores puede considerarse escasa y puntual, si bien cabe alguna excepción, como por ejemplo la cantera mencionada nº 4 de la hoja 326, en el término municipal de Fonç y las estaciones nºs 176 y 178 ubicadas en el municipio de Gelsa al SO de la hoja. Asimismo hay algunas canteras de arenisca (estación nº 161 en Aspa) y de alabastro en donde temporalmente utilizan martillos perforadores.

Las afecciones de aguas superficiales en el ámbito de la hoja, se concretan en las actividades extractivas cercanas a los cauces de los ríos y en estancamientos y faltas de drenaje de bastantes de las canteras de arcilla citadas.

Las actividades cercanas a los cauces pueden ocasionar alteraciones de éstos y desviaciones en la dinámica natural del río, si bien estas extracciones se van regularizando en la mayoría de los puntos, a raíz de la puesta en vigor de la Ley de Aguas.

La falta de drenaje de las canteras de arcilla, yeso y alabastro hace que en épocas de lluvia se produzcan importantes estancamientos de agua, utilizándose en algunos casos las canteras abandonadas como balsas para riego, como ocurre en canteras dadas de baja en la hoja 387 de Fraga.

Respecto a las afecciones de las explotaciones a las aguas subterráneas pueden considerarse dos tipos. La primera ocurre, cuando las explotaciones

interceptan acuíferos, con lo que éstos afloran en superficie, pudiéndose producir una contaminación de las aguas subterráneas. La otra posibilidad consiste en su contaminación por filtraciones de vertidos superficiales, pues es frecuente, que las explotaciones abandonadas se encuentren sistemáticamente rellenas con basuras, desperdicios y escombros de diversa índole sobre sustratos permeables, como sucede en las canteras de gravas y arenas, de calizas y de arenisca.

No obstante, la valoración de estos fenómenos, queda fuera del alcance de la presente memoria.

A continuación, se destacan algunas áreas seleccionadas, en las que las afecciones y el impacto ambiental de las explotaciones son especialmente significativas.

4.2.1.- Area Quinto de Ebro

Se localiza al SO de la hoja, al S de Quinto de Ebro, en donde se ha beneficiado bolos de alabastro y niveles de arcilla.

Existen numerosos frentes de explotación, generalmente a la misma cota y entrelazadas entre sí a lo largo de una corrida que en algunos casos rebasa los 1.000 m de longitud (estaciones 190, 224, 225, 203 etc.) en la margen derecha del río Ebro.

El recubrimiento o parte estéril existente sobre el nivel de alabastro explotable, compuesto por calizas de gran pureza y materiales arcillosos, se elimina mediante perforaciones realizadas con Voledrill y el uso de explosivos de baja potencia, convenientemente distribuidos, con el fin de que el alabastro no se vea afectado por las detonaciones.

Estas explotaciones utilizan las palas excavadoras para sacar el alabastro y extender los estériles de arcilla, yeso, y margas, a lo largo de una franja más o menos continua, que en algunos casos tiene una anchura que supera los 100 m, llegando a rebasar los frentes los 20 m de altura. En otros se realiza una explotación a cielo abierto -corta (estación 229), siendo numerosos

los escombros y deshechos de los bolos de alabastro, depositados en las proximidades de las explotaciones, en barrancos próximos y a veces sobre niveles de alabastro sin explotar.

El impacto ambiental que producen éstas explotaciones en la zona, es alto y se dan en varios campos a la vez. Son afectadas las aguas superficiales, ya que la mayoría de éstas canteras tienen un drenaje deficiente. Por otra parte son visibles desde numerosos lugares, teniendo por tanto un claro impacto visual, ya que los frentes de trabajo están frecuentemente sobredimensionados, trabajándose con taludes subverticales sin avance simultáneo de bancos. hay una excesiva atomización de canteras, que da origen a una mayor degradación del medio ambiente.

Algunas explotaciones de arcilla, tales como las nºs 158, 182 y 223 presentan impacto visual y encharcamientos esporádicos, en función de la pluviosidad.

4.2.2.- Area de Gelsa

Dentro del término municipal de Gelsa, en los Montes de la Retuerta de Pina, se localizan las dos explotaciones de yeso (estaciones nºs 176 y 178) más importantes de Aragón con una producción global de unas 550.000 t/año.

Estas explotaciones se ubican a unos 7 y 9 km al NE de Gelsa, en una zona muy despoblada, por lo que su incidencia medio-ambiental está atenuada.

El arranque se realiza mediante explosivos, siendo notables los efectos de vibraciones por voladuras controladas, lo cual incrementa la contaminación atmosférica producida por las machacadoras de martillo, que realiza la molienda primaria a pie de cantera y por los equipos de molienda secundaria, ubicados en la factoría, en que, consiguen granulometrías adecuadas a las diferentes necesidades de fabricación.

El impacto ambiental que originan estas explotaciones es tanto visual como paisajístico. Se emiten ruidos ligados a las canteras y plantas de machaqueo, vibraciones por voladuras con su efecto, en algunos casos, sobre las

laderas, así como polvo que contamina la atmósfera. Dado que el yeso es poco permeable, cuando hay ausencia de drenaje provoca el estancamiento del agua de lluvia.

4.2.3.- Area de Lleida suroccidental

En un radio de 4 km del casco urbano de la ciudad de Lérida se ubican explotaciones de arcilla abandonadas (estaciones nºs 119, 121, 125), intermitentes (nº 115) y canteras dadas de baja, que con frecuencia tienen acumulación de basura, escombros y desperdicios, que degradan el paisaje.

En el paraje denominado "Sierra Larga", las antiguas explotaciones de arcilla, son utilizadas como vertedero de la ciudad de Lérida, teniendo en sus proximidades cementerios de coches, con un impacto visual estimable.

4.2.4.- Area de Villanueva de Sigena

A unos 5 km al NE de Villanueva de Sigena, se localiza un grupo de canteras de arcilla (estaciones nºs 78, 82, 83) que presentan un alto impacto visual, en donde parte de los huecos son rellenados con material defectuoso de cerámica y con las arcillas de peor calidad, que son deshechadas y apiladas en las inmediaciones de la explotación y/o planta de transformación.

4.3.- LEGISLACION APLICABLE

La legislación que afecta directamente al sector minero es la siguiente:

- . Real Decreto 2994/1982, de 15 de Octubre, sobre Restauración del Espacio Natural Afectado por Actividades Mineras.
- . Real Decreto 1116/1984, de 9 de Mayo, sobre Restauración del Espacio Natural Afectado por las Explotaciones de Carbón a Cielo Abierto y el Aprovechamiento Racional de estos Recursos Energéticos.

- . Orden de 13 de Junio de 1984, sobre Normas para la Elaboración de los Planes de Explotación y Restauración del Espacio Natural Afectado por las Explotaciones de Carbón a Cielo Abierto y el Aprovechamiento Racional de estos Recursos Energéticos.
- . Orden de 20 de Noviembre de 1984, por la que se desarrolla el Real Decreto de 15-10-82 sobre Restauración de Espacios Naturales Afectados por Actividades Extractivas.

Por otro lado, a nivel de disposición general estatal, las actividades mineras deben ser sometidas a una evaluación del impacto ambiental de acuerdo con la adaptación a la legislación española de lo establecido en la Directiva 85/377/CEE de 27 de Junio en materia de Evaluación de Impacto Ambiental de los Proyectos Públicos o Privados en la forma prevista en:

- . Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de Junio de Evaluación de Impacto Ambiental.
- . Real Decreto 1131/1988, de 30 de Septiembre, por el que se aprueba el Reglamento para la ejecución del Real Decreto Legislativo 1302/1986, de 28 de Junio, de Evaluación de Impacto Ambiental (E.I.A.).

Asimismo hay otras normativas que regulan algunos aspectos de las alteraciones que produce la actividad minera, como pueden ser:

- . Ley de Aguas, que contempla los vertidos sólidos en suspensión.
- . Ley de Protección Atmosférica, que regula los niveles de emisión e inmisión de los gases y sólidos emitidos por plantas de tratamiento.
- . Normativas del Ministerio de Industria sobre vibraciones producidas por voladuras.
- . Decreto 45/1994, de 4 de Marzo, de la Diputación General de Aragón, de evaluación de impacto ambiental.

4.4.- ESPACIOS NATURALES

En la superficie que comprende la Hoja nº 33 (Lleida), se localizan los siguientes Espacios Naturales, algunos de ellos en fase de consulta pública o tramitación:

a) Comunidad Autónoma de Aragón

- . Alcubierre - Monegros - Cinca
- . Laguna de Sariñena
- . Ebro - Mequinzenza
- . Saladas de Bujaraloz - Sástago - Caspe

b) Generalidad de Cataluña

- . Bajo Segre
- . Estepas del sur de Lleida

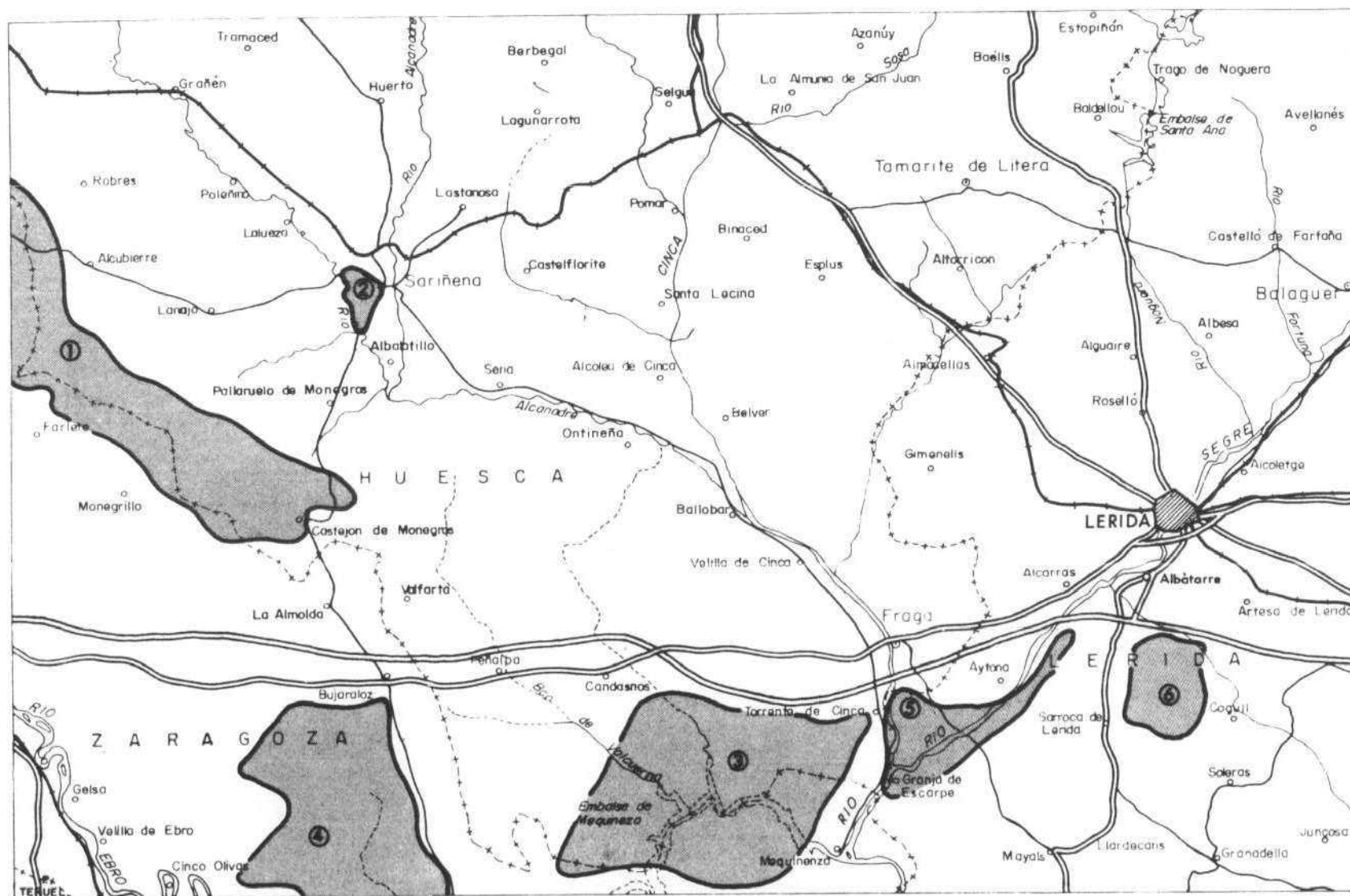
1. Alcubierre - Monegros - Cinca

Solicitud: Parque natural

Superficie: 95.100 ha

Uno de los espacios naturales más extensos de Aragón, comprende:

- Sierra de Alcubierre. Que cierra la depresión del Ebro por el norte.
- Los Monegros. Antigua estepa subdesértica aragonesa, colonizada ya en un buen porcentaje por la implantación de regadíos.
- Bajo curso del río Cinca. Uno de los principales afluentes del Ebro, que conserva cotos fluviales y acantilados ribereños de singular importancia. Entre estos últimos destacan los ripes o farallones rocosos, que jalonan al río entre Ballobar y Alcolea, con múltiples formas caprichosas.



E = 1 : 500.000

ESPACIOS NATURALES

- ① ALCUBIERRE - MONEGROS - CINCA
- ② LAGUNA DE SARIÑENA
- ③ EBRO - MEQUINENZA

- ④ SALADAS DE BUJARALÓZ - SASTAGO - CASPE
- ⑤ BAJO SEGRE
- ⑥ ESTEPAS DEL SUR DE LERIDA

Dentro de este inmenso parque natural se incluyen las muelas de Tramaced, Marcén y Terreu en la provincia de Huesca.

2. Laguna de Sariñena

La laguna de Sariñena, muy próxima a la población del mismo nombre, ha sufrido grandes cambios en tiempos recientes al haber disminuido la salinidad de sus aguas y quedar conectado por un canal con el cercano río Flumen.

La causa de estos cambios, fué el aporte de agua de las acequias al poner en riego una zona próxima y la apertura de un canal hacia el río para mantener constante el nivel de la laguna mediante una compuerta.

3. Ebro - Mequinenza

Solicitud: Parque natural

Superficie: 34.400 ha

El río Ebro traza en el embalse de aguas azules de Mequinenza algunos de los meandros más sugestivos de su curso. Parajes solitarios, sin poblaciones ribereñas a lo largo de decenas de kilómetros fluviales.

En torno a estas riberas, al norte y sur del río serranías olvidadas: La Serrata Negra, Sierra de Valdurrios, y la Sierra de los Rincones, presentan parajes de incomparable belleza.

Las transformaciones en regadíos prevista en el plan Monegros II, pretende utilizar el barranco de la Valcuerna, de alto valor natural, para desagüe de las zonas regadas, con el consiguiente impacto negativo que produciría.

4. Saladas de Bujaraloz - Sástago - Caspe

En el triángulo formado por Bujaraloz, Sástago y Caspe existe un gran número de lagunas salinas estacionales, que aunque en conjunto están bastante deterioradas y pueden sufrir importantes cambios con la puesta en regadío de

las tierras circundantes, son unos de los elementos naturales definidores del árido paisaje monegrino.

5. Bajo Segre

Solicitud: Parque natural

Superficie: 6.050 ha

Se trata de proteger los últimos sectores no transformados de este río, así como la zona inmediata de la confluencia del Noguera Ribagorzana.

Además de abundante fauna, principalmente en el pantano de Utxesa, en la confluencia con el Cinca y en el límite con Aragón, existen buenos bosques de ribera entre Serós y Granja de Escarpe.

6. Estepas del sur de Lleida

Actualmente sólo es reserva natural la zona de Mas de Melons (Lleida), a las que en un futuro se agregaron otras cuatro, destacando de entre ellos la timoneda de Alfés, que es el único testimonio que subsiste de lo que eran las estepas leridanas antes de la llegada de los regadíos, así como el único tomillar de extensión en Cataluña.

5.- VALORACION MINERO-INDUSTRIAL

5.1.- INTRODUCCION

La hoja a escala 1:200.000, nº 33 "Lleida", abarca parte de las provincias de Lleida, Zaragoza, Huesca y Teruel, correspondiendo aproximadamente a Huesca un 50%, Lleida un 30% y Zaragoza un 20%. La superficie de la provincia de Teruel es muy pequeña, pero de gran interés minero industrial, ubicándose en el ángulo suroccidental de la hoja.

La producción global de rocas y minerales industriales, estimada en el ámbito de la hoja, según los datos, en unos casos suministrados por los propios explotadores y en otros en base a las estimaciones realizadas en las visitas efectuadas, se cifra en unos 3,75 Mt/año.

La distribución de esta producción en toneladas/año, según sustancias y provincias viene reflejada en el cuadro adjunto.

PROVINCIA SUSTANCIA	HUESCA	LLEIDA	ZARAGOZA	TERUEL	TOTAL
Alabastro	-	-	7.000	2.000	9.000
Arcilla común	566.000	213.000	-	-	779.000
Arenisca	-	500	-	-	500
Caliza	-	1.000	40.000	-	41.000
Grava y arena	1.221.800	968.000	120.000	-	2.309.800
Halita	10.000	-	-	-	10.000
Yeso	40.000	-	550.000	-	590.000
T O T A L	1.837.800	1.182.500	717.000	2.000	3.739.300

El reparto provincial se concentra en las provincias de Huesca ($\approx 49\%$), Lleida ($\approx 32\%$) y Zaragoza ($\approx 19\%$), existiendo en Teruel solamente una explotación activa.

Como dato de referencia pueden tomarse los valores de producción para estas mismas sustancias, según la Estadística Minera de España año 1990, tanto nacional, como para la totalidad de cada una de las tres provincias con mayor peso dentro de la hoja, y que se distribuyen por varias hojas a E=1:200.000.

PROVINCIA SUSTANCIA	HUESCA	LLEIDA	ZARAGOZA	TOTAL NACIONAL
Arcilla	40.150	109.950	129.820	13.398.274
Arenisca	-	23.030	-	2.007.173
Caliza	97.037	245.024	1.417.825	123.626.234
Grava y arena	844.756	1.549.909	1.503.248	50.226.910
Halita	-	-	160.000	1.910.723
Yeso	-	23.879	363.475	7.663.213
Alabastro	-	-	7.245	10.181

Además de las sustancias citadas, en las provincias indicadas se explotan fuera del ámbito de la hoja otros materiales como son: granito, marga, mármol, pizarra, sílice y arenas silíceas, etc.

Se procede a continuación a un análisis de la producción desglosando cada una de las sustancias, según los usos industriales a los que se destinan.

5.2.- USOS Y DESTINOS DE LA PRODUCCION

5.2.1.- Rocas Ornamentales y de Construcción

Aunque en el ámbito de la hoja no hay una gran variedad litológica, en cuanto a materiales con destino a este sector, hay niveles de calizas y arenisca que se han empleado como roca de construcción, continuándose en la actualidad la actividad extractiva de forma intermitente.

Las dos explotaciones de caliza, benefician bancos de caliza blanco-rosadas, muy fosilíferas, localizadas en los municipios de Ager e Ibars de Noguera, en la provincia de Lérida.

El arranque del material se efectúa mediante perforaciones y cuñas, obteniéndose piezas de forma y tamaño irregular, que es el producto que se comercializa.

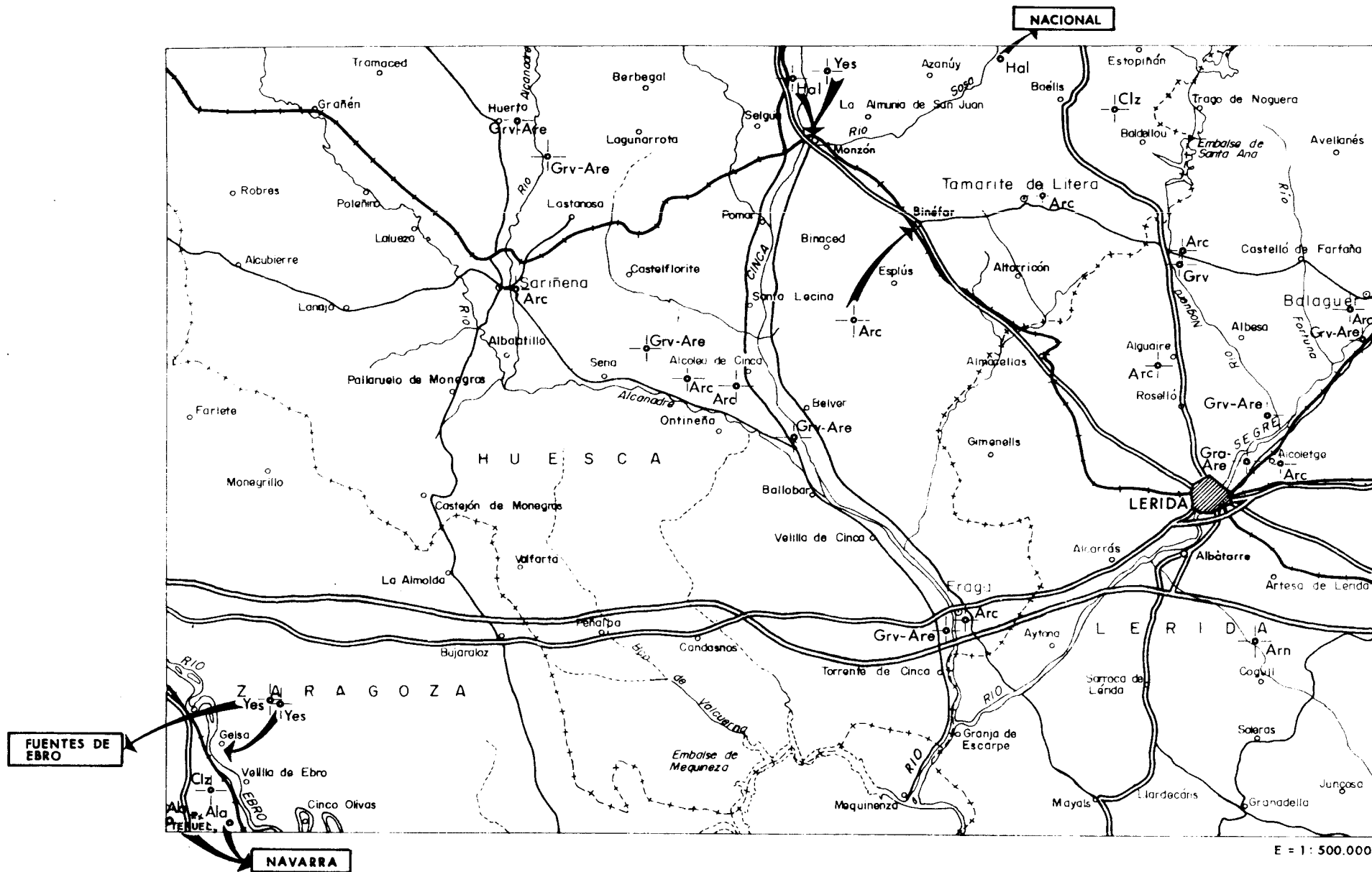
La producción de la explotación situada en Ager es del orden de las 1.000 t/año, y su consumo se circunscribe a localidades próximas a la misma.

La otra cantera se encuentra, prácticamente, parada en la actualidad.

En el municipio de Aspa se localizan una serie de canteras de arenisca de pequeñas dimensiones, que trabajan esporádicamente.

El volumen de recursos es considerable, aunque solamente se consideran explotables las capas superiores debido a que los infrayacentes soportan tramos arcillosos potentes que habría que eliminar.

La producción de esta zona es del orden de las 500 t anuales, aunque paulatinamente se va abandonando la actividad extractiva.



FLUJO DE SUSTANCIAS

—○— Uso local y regional

5.2.2.- Aridos naturales y machaqueo

Los áridos naturales y de machaqueo, constituyen el sector de mayor importancia dentro de la hoja. La producción total estimada ha sido de 2,35 Mt, que se han distribuido de la forma siguiente:

. Calizas	40.000 t
. Gravas y arenas	2.309.800 t

Las explotaciones de gravas y arenas, en general con grandes recursos, se localizan fundamentalmente en los municipios de Fraga, Binefar, Huerto, Chalamera, Castejón del Puente, Peralta de Alcofea y Villanueva de Sigüenza, en la provincia de Huesca y Lleida, Algarró, Balaguer, Alcoleja y Aytona, en la de Lleida. Benefician los depósitos cuaternarios de los ríos Segre, Cinca, Noguera Ribagorçana y Alcanadre, de sus afluentes.

Puede afirmarse que las reservas de áridos naturales en el ámbito de la hoja son muy importantes, observando solamente el gran número y extensión de los afloramientos cuaternarios existentes en la misma, por lo que cualquier aumento de la demanda podría compensarse inmediatamente, incrementando el ritmo de extracción.

En la actualidad la extracción de áridos de los cauces de los ríos, está limitada por problemas medio-ambientales, lo que hace que en numerosos puntos esté restringido su beneficio industrial.

En calizas solamente existe una explotación activa localizada en el municipio de Quinto de Ebro (Zaragoza), donde se beneficia un depósito carbonatado, muy tectonizado, que es ripado y extraído mediante pala, por lo que se puede casi considerar como un árido natural.

Las reservas son medias en cuanto a material de características similares, aunque el afloramiento de calizas es de grandes dimensiones.

5.2.3.- Yesos

Aunque son numerosos los afloramientos de yesos que se localizan en la hoja, en la actualidad solamente existen dos explotaciones activas de grandes dimensiones, localizadas en el municipio de Gelsa, en la provincia de Zaragoza.

Las explotaciones localizadas en Gelsa, benefician yacimientos yesíferos de edad Mioceno Inferior con destino a la fabricación de prefabricados de yeso, en la planta que posee EPYSA, en la localidad de Fuentes de Ebro, y escayolas, yesos para construcción y yesos especiales, en la fábrica de Yesos Alfa, localizada en Gelsa.

La producción global de estas dos explotaciones es de 550.000 t/año y las reservas son grandes.

5.2.4.- Cementos

La actividad extractiva de rocas y minerales industriales en esta hoja, con destino a este sector está muy limitada, circunscribiéndose tan sólo a una explotación de yeso, localizada en el municipio de Fonz, en la provincia de Huesca con una producción de unas 40.000 t/año.

Esta cantera se ubica en un depósito yesífero de edad Oligocena, que está constituido por yesos grises con intercalaciones margosas.

Del total de la producción extraída, 20.000 t/año se destinan a la fabricación de cementos en la planta de Cementos de Morata S.A. localizada en Monzón.

Aunque las reservas de este material son grandes, en la actualidad se trabaja intermitentemente.

5.2.5.- Cerámica estructural

En la actualidad existen 30 explotaciones activas o intermitentes, en el ámbito de la hoja, que destinan el material extraído a la fabricación de productos de arcilla cocida (ladrillos y tejas), con la excepción de una de ellas que emplea la arcilla como un todo-uno, para la construcción de la caja de carreteras.

Los yacimientos beneficiados de arcilla pertenecen a materiales de edad oligocena y miocena, y se localizan fundamentalmente en los municipios de Alcolea del Cinca, Villanueva de Sigena y Tamarite de Litera, en la provincia de Huesca, y Algersi, Balaguer y Almacellas, en la de Lleida.

El número de cerámicas localizadas en la hoja, ha sido de 17 de las cuales seis se localizan en la provincia de Huesca y once en la de Lleida.

Además de las cerámicas para ladrillería, existen algunas instalaciones de cerámica artesanal que emplean pequeñas cantidades de arcilla de la propia zona, en ocasiones mezcladas con arcillas de mejor calidad, procedentes de explotaciones de fuera de la hoja.

La producción total de arcilla es de 779.000 t/año, siendo además las reservas de material, lo suficientemente importantes como para que no existan problemas de abastecimiento en un futuro.

5.2.6.- Agricultura

Ocasionalmente hay explotaciones de arcilla arenosa que destinan el material extraído para la preparación de fincas con destinos agrícolas, fundamentalmente, plantaciones de frutales.

Asimismo, la explotación de yeso localizada en el municipio de Fonz (Huesca), destina del orden de las 20.000 t/año del total de la producción extraída, a su uso como corrector agrícola en zonas próximas a la cantera.

5.2.7.- Industria Química

La explotación de halita localizada en el municipio de Peralta de la Sal, en la que es titular la empresa SALPURA S.A., obtiene una producción de 10.000 t/año, que una vez molida y envasada en bolsas, la destina en su mayor parte para el consumo humano, utilizándose una pequeña cantidad en la industria química.

La ubicada en el término municipal de Castejón del Puente, está en fase de preparación y en breve destinará un volumen importante de halita a Química del Cinca S.A., sita en la localidad de Monzón.

5.2.8.- Minerales decorativos

Se incluyen en este apartado las explotaciones de alabastro, ya que su principal aplicación es la elaboración de piezas o figuras decorativas.

Aunque en el ámbito de la hoja y fundamentalmente en su ángulo suroeste, existe un gran número de explotaciones, la mayoría de las cuales están localizadas en los municipios de Velilla de Ebro, Alforque, Quinto de Ebro, Sástago y La Zaida, en la provincia de Zaragoza, y Azaila, en la de Teruel, en la actualidad, solamente existen 6 explotaciones activas, una de las cuales, trabaja intermitentemente, localizadas en Velilla del Ebro, Quinto de Ebro, La Zaida y Azaila.

La producción estimada para el conjunto de las explotaciones es del orden de las 9.000 t/año, transportándose el material a las fábricas localizadas en Cintruénigo y Alfaro, en Navarra, y en la Escuela Taller de Sástago.

6.- RESUMEN Y CONCLUSIONES

6.1.- RESUMEN

Las rocas y minerales industriales que han sido o son objeto de explotación en la hoja 1:200.000 nº 33 "Lleida" son:

- . Alabastro
- . Arcilla común
- . Arena
- . Arenisca
- . Caliza
- . Grava y arena
- . Halita
- . Ofita
- . Yeso
- . Zahorra

El total de puntos de extracción inventariados ha sido de 237, de los que sólo se encuentran en actividad (continua o intermitente) 79.

La localización geográfica de los mismos aparece reflejada en el Mapa de Situación de Explotaciones e Indicios a escala 1:200.000, que se adjunta.

Las explotaciones se distribuyen, según sustancias y estado de actividad, de la forma siguiente:

SUSTANCIA	ACTIVAS	ABANDONADAS	INDICIOS	T O T A L
Alabastro	6	33	-	39
Arcilla común	30	48	7	85
Arena	-	3	-	3
Arenisca	1	4	-	5
Caliza	4	14	3	21
Grava y arena	31	21	1	53
Halita	2	1	-	3
Ofita	-	1	-	1
Yeso	3	22	-	25
Zahorra	-	2	-	2
T O T A L	77	149	11	237

Hay que resaltar el alto índice de abandono que se registra en las explotaciones de alabastro, donde el 84% están paradas, en las de yeso con el 88% de inactivas y en las de calizas con el 77% de abandonadas.

En general, el porcentaje de explotaciones activas existentes ($\approx 34\%$) es bajo en relación a otras zonas del país razón ésta que es debida a la falta de grandes centros de consumo (grandes núcleos de población) en la hoja, así como a la falta de grandes obras de infraestructura y la baja industrialización existente.

La práctica totalidad de las explotaciones activas se realiza a cielo abierto, pues solamente existen dos estaciones que se pueden considerar como subterráneas, que corresponden a las explotaciones de halita de Peralta de la Sal y Castejón del Puente.

La producción total, según los datos extraídos durante las visitas efectuadas a las distintas explotaciones, asciende a 3.739.300 t/anuales con un valor del orden de las 2.644 MP.

Los principales sectores económicos de consumo de las sustancias explotadas son:

	<u>Toneladas/año</u>
. Rocas ornamentales y de construcción	1.500
. Aridos naturales y de machaqueo	2.349.800
. Yesos (prefabricados, escayolas y yesos)	550.000
. Cementos	20.000
. Cerámica estructural	779.000
. Agricultura	20.000
. Industria química y alimenticia	10.000
. Elementos decorativos	9.000

La orientación industrial, actual y potencial, de las diferentes formaciones geológicas presentes en el ámbito de la hoja, se resumen en la siguiente tabla, referenciada de acuerdo con la clasificación de sectores industriales:

Alabastro

	<u>Uso</u>	<u>Unidad Geológica</u>
. Unidad de Mequinenza - Ballobar:	21	15
. Tránsito Oligoceno-Mioceno :	21	16
. Formación Zaragoza		
(U. Bujaraloz-Sariñena) :	21	19

Arcillas

	<u>Uso</u>	<u>Unidad Geológica</u>
. Stampiense medio-Chattiense	: 09	13
. Formación Peraltilla	: 09	13
. Formación Sariñena	: 09	18
. Mioceno	: 09	18

Arena

. Cretácico superior	: 03	6
. Depósitos cuaternarios	: 03	23

Arenisca

. Niveles de arenisca del Oligoceno:	02-03	13
. Niveles de arenisca del Mioceno:	02	18

Caliza

. Niveles calizas del Muschelkalk:	04	2
. Niveles calizas del Lías	: 02-04-07-16	4
. Niveles calizas del Cretácico Superior:	04	7
. Niveles calizas del Eoceno	: 02-04	9
. Niveles calizas del Oligoceno	: 04-07	14-0 y 16-t
. Niveles calizas del Mioceno	: 02-04-14	19-m

Halita

. Formación Salinar	: 14-22	10
. Formación Barbastro	: 14-22	10

Yeso

	<u>Uso</u>	<u>Unidad Geológica</u>
. Formación Barbastro	: 06-08	10
. Oligoceno inf. - Mioceno inf.	: 06-08	16
. U. Mequinenza-Ballobar Oligoc.	: 06-08	15
. U. Bujaraloz-Sariñena. Mioceno	: 06-08	19

Otros materiales como gravas y arenas y ofitas, se han utilizado y son válidos como áridos naturales y de machaqueo.

6.2.- CONCLUSIONES

Como se observa por el desglose de la producción, el principal campo de utilización de los materiales explotados en esta hoja, es el sector de la construcción, a donde se destina el 78% del total; como árido para construcción y obras públicas, y el 22% como materia prima para la fabricación de piezas de cerámica estructural, agricultura e industria química y alimenticia.

De cada uno de los materiales existentes en la hoja, se han señalado litotectos de interés, como posibles zonas de explotación, y que diferenciados por sustancias son los siguientes:

a) Alabastro

El alabastro se beneficia a cielo abierto, en canteras de gran desarrollo en cuanto al frente, suelen ser de altura media. La producción total de este material es de 9.000 t/año.

El litotecto marcado se sitúa en el ángulo SO de la hoja en los alrededores de las poblaciones de Gelsa, Cinco Olivas y La Zaida y Quinto de Ebro, donde se localiza un extenso afloramiento, perteneciente a la Unidad Mequinenza-Ballobar (15) y a la Unidad Galocha-Ontiñena (16).

b) Arcillas

Como se ha indicado el sector de cerámica estructural absorbe el 21% de la producción total de la hoja, localizándose los puntos de extracción activa en los sectores central y oriental de la hoja.

Aunque son numerosos los afloramientos de arcilla existentes en la hoja se han marcado como posibles litotectos de interés, los depósitos localizados en el ángulo SO límite de las provincias de Teruel y Zaragoza; zona de Sena-Alcolea de Cinca; zona de Almacellas-Alguaire-Roselló; zona de Balaguer y el gran afloramiento de Alcoletge a Fraga.

c) Arenisca

Aunque los afloramientos de arenisca son muy numerosos, el aprovechamiento industrial que se ha hecho de los mismos ha sido y es prácticamente nulo, localizándose una pequeña actividad en el municipio de Aspa (Lleida). Las características geológicas de éstos, hace que las explotaciones sean de pequeño tamaño, pues corresponden a paleocanales de arenisca con potencia menor de 6 m, acunándose lateralmente.

En los afloramientos de arenisca que existen en los alrededores de esta población, se ha señalado un litotecto de posible interés, aunque con todas las reservas que presentan este tipo de materiales para su uso comercial como roca de construcción.

d) Caliza

Los afloramientos de caliza existentes en la hoja, se pueden diferenciar en pertenecientes al Mesozóico, localizados en el ángulo NE de la hoja, y los niveles de calizas, de composición muy variable, que aparecen prácticamente en la totalidad de las formaciones terciarias.

De todos los afloramientos se han seleccionado como posibles litotectos el localizado en Masos de Milla (Mesozóico y Terciario); Sierra de Alcubierre y S. de Bujaraloz (Mioceno) y área de Mequinenza (Oligoceno).

e) Gravas y arenas

Son numerosos y extensos los depósitos de gravas y arenas existentes en el ámbito de la hoja, de los que se han señalado litotectos localizados en los cuaternarios de los ríos Segre - Noguera Ribagorzana, Cinca, Alcanadre y Ebro.

f) Halita

En los términos municipales de Peralta de la Sal y Castejón del Puente, se están explotando dos grandes depósitos salinos, de los que el localizado en Castejón del Puente se encuentra todavía en fase inicial.

En el depósito salino de Castejón del Puente, perteneciente a la empresa Sales de Monzón S.A., se han realizado dos sondeos mecánicos de explotación con profundidades de 650 y 1.200 m, y otros sondeos eléctricos y mecánicos que han permitido comprobar el gran volumen de recursos existentes.

Las investigaciones realizadas en estas formaciones permite aventurar, en función de los resultados obtenidos, que en Aragón se encuentran unas reservas de halita que se pueden considerar como incalculables.

g) Yeso

Aunque los afloramientos yesíferos son muy abundantes en la hoja, en la actualidad solamente existen tres explotaciones activas, localizadas dos de ellas en el municipio de Gelsa y la otra en el de Fonz.

La producción de las canteras de Gelsa se destinan a la fabricación de placas de cartón-yeso, en la planta de EPYSA y para yesos y escayolas en la fábrica de Yesos Alfa S.A.

La cantera localizada en Fonz, destina el producto extraído a la fabricación de cemento en la planta que posee Cementos Morata de Jalón S.A. en Monzón.

Sobre el conjunto de afloramientos se han señalado litotectos en las zonas de Gelsa-Velilla de Ebro, Candanos-Peñalba pertenecientes al Mioceno y que contienen las mayores reservas de toneladas planificables y la Formación Yesos de Barbastro del Oligoceno, en donde el yeso tiene abundantes intercalaciones arcillosas, que disminuye su calidad.

7.- BIBLIOGRAFIA

- ANADON, P. (1979-1981). Estudio estratigráfico y sedimentológico del borde meridional de la Depresión del Ebro entre Alcañiz y Borges Blanques (Provincias de Teruel, Zaragoza, Lérida y Tarragona). Mapa Geológico escala 1:100.000
- ARLEGUI, L.E. (1992). Métodos de investigación aplicables a diaclasas. Ej. de Los Monegros. III Congreso Geológico de España. Salamanca.
- CABRERA, L. (1983). Estratigrafía y sedimentología de las formaciones lacustres del tránsito Oligo-Mioceno del SE de la Cuenca del Ebro. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
- COLOMBO, F. (1980). Estratigrafía y sedimentología del Terciario inferior continental de los Catalánides. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona. Inédito.
- COSTA, J.M., MAESTRO, E. (1989). Las secuencias deposicionales del Eoceno del Prepirineo oriental. Geogaceta, 6. Madrid.
- CRUSAFONT, M.; RIBA, O.; VILLENA, J. (1966). Nota preliminar sobre un nuevo yacimiento de vertebrados aquitanienses en Santa Cilia (Río Formiga, provincia de Huesca) y sus consecuencias geológicas. Notas y Comunicaciones nº 83. Madrid.
- DIPUTACION GENERAL DE ARAGON (1990). Política de investigación minera en la Comunidad Autónoma de Aragón. (Documento interno).
- E.N. ADARO (1975-1976). Area lignitífera y uranífera de Mequinenza. III volúmenes. Inédito.
- EL PAIS SEMANAL (1990). Guía de la Naturaleza Española.
- ENRESA (1990). Mapa de síntesis geológica E. 1:200.000. Hoja nº 33, Lérida. Estudio regional Ebro y Pirineo alóctono. Madrid.

- ESCUER, J; COLOMBO, F.; VILADEVALL, M. (1992). Rasgos geomorfológicos y sedimentológicos de algunas terrazas auríferas cuaternarias en la Cuenca del Ebro: Ríos Segre y Noguera Ribagorzana. III Congreso Geológico de España, t. 2. Salamanca.
- GIMENEZ, F.A.; GUTIERREZ, M.; IBÁÑEZ, M.J.; PEÑA, J.L.; POCOVÍ, A.; RODRIGUEZ, J. (1984). El Cuaternario de la Depresión del Ebro en la región Aragonesa. Cartografía y síntesis de los conocimientos existentes. Universidad de Zaragoza.
- GONZALEZ, J.; FERNANDEZ, C.; GONZALEZ, J.M.; GONZALEZ, A.; LOPEZ, F. (1986). Mineralogía del Terciario de la región de Sástago (Sector Central de la Depresión del Ebro, provincia de Zaragoza). VI Reunión de la Soc. Esp. de Arcillas. Zaragoza.
- HIRST, J.P.P. (1983). Oligo-Miocene alluvial systems in the Northern Ebrobasin, Huesca province, Spain. Tesis Doctoral. University of Cambridge.
- IGME (1960). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja nº 327. Os de Balaguer (Huesca, Lérida).
- IGME (1964). Yacimientos de bauxita de Cataluña y Teruel (P.N.I.M.).
- IGME (1970). Estudio de los yacimientos de cuarzo, arena, arcilla en los alrededores de Monzón (Huesca).
- IGME (1971). Mapa Geológico de España. Escala 1:200.000. Hoja nº 33, Lérida.
- IGME (1974). Mapa metalogenético de España. Escala 1:200.000. Hoja nº 33, Lérida.
- IGME (1974). Mapa de Rocas Industriales. Escala 1:200.000. Hoja nº 33, Lérida.
- GME (1975). Estudio sectorial de yesos. Depresión del Ebro y Cuenca del Duero.

- IGME (1978). Estudio preliminar de los indicios de sulfato sódico natural en España.
- IGME (1980). Estimación del potencial de arcillas para la fabricación de tejas y ladrillos.
- IGME (1985, a). Posibilidades de arcillas especiales en Aragón. 1ª Fase.
- IGME (1985, b). Proyecto de investigación de alabastro en España.
- IGME (1987). Inventario Nacional de Balsas y Escombreras. Huesca.
- IGME (1989). Aprovechamiento industrial de alabastros en las áreas de Ablitas (Navarra), Quinto de Ebro y Velilla de Ebro (Zaragoza).
- IGME (1990-1991). Inventario Nacional de Balsas y Escombreras. Zaragoza.
- ITGE (1990). Estimación del Potencial de Alabastro en el Valle del Ebro.
- ITGE (en realización a). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 324. Grañen.
- ITGE (en realización b). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 325. Peralta.
- ITGE (en realización c). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 326. Monzón.
- ITGE (en realización d). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 356. Lanaja.
- ITGE (en realización e). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 357. Sariñena.
- ITGE (en realización f). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 358. Almacellas.
- ITGE (en realización g). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 359. Balaguer.
- ITGE (en realización h). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 385. Castejón de Monegros.

- ITGE (en realización i). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 386. Peñalba.
- ITGE (en realización j). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 387. Fraga.
- ITGE (en realización k). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 388. Lérida.
- ITGE (en realización l). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 413. Gelsa.
- ITGE (en realización m). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 414. Bujaraloz.
- ITGE (en realización n). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 415. Mequinenza.
- ITGE (en realización o). Mapa Geológico de España. Escala 1:50.000. Hoja 416. Mayals.
- J.E.N. (1977). Estudio geológico, litológico, estructural y de posibilidades uraníferas de la zona de Huesca-Estella.
- KUZVART, M. (1984). Industrial minerals and rocks. Developments in economic geology, 18. Elviesier. Checoslovaquia.
- LAGO, M.; POCOVÍ, A.; VAQUER, R.; BASTIDA, J.; ERRANZ, E. (1992). Petrología y geoquímica del magmatismo alcalino en zonas del antepaís mesozóico de la cadena Pirenaica y áreas asociadas. III Congreso Geológico de España. Salamanca.
- LAHOZ, J. (1990). La nueva minería Aragonesa. Diputación General de Aragón (Doc. interno).
- LEFOND, S.J. (1983). Industrial minerals and rocks. Society of Mining Engineers. AIME. New York, 2 vol.
- LUTERBACHER, H.P. (1969). Remarques sur la position de la formation Ager (Pyrénées méridionales). Mem. B.R.G.M., 69.

- MACIAS, I.; DIAZ, M.; ESTRADA, R.; RAMPONE, G. (1986-1987). Facies de abanico fluvial en los afloramientos orientales de la Formación Peraltilla. *Acta Geológica Hispánica*, t. 21-22.
- MATA, J.M. (1990-91-92). Inventario mineralógico de las comarcas de Aragón. *Rev. de Geol. Aragonesa. Museo de Geol. U.P.C. Manresa*.
- MEY, P.H.W.; NAGTEGAAL, P.J.C.; ROBERTI, K.J.; HARTEVELT, J.J.A. (1968). Lithostratigraphic subdivision of post-hercynian deposits in the south-central Pyrénées, Spain. *Leidse Geol. Mededelingen*, 41.
- MENSUA, S.; IBÁÑEZ, J.M. (1977). Terrazas y galcis del Centro de la Depresión del Ebro. *Cuadernos de Investigación nº 2. Logroño*.
- MINGARRO, F.; ORDOÑEZ, S.; LOPEZ DE AZCONA, M.C.; GARCIA DEL CURA, M.A. (1981). Sedimentoquímica de las Lagunas de Los Monegros y su entorno geológico. *Bol. Geol. Min. t. XCII-III. Madrid*.
- ORTI, F.; SALVANY, J.M.; ROSSELL, L.; PUEYO, J.J.; INGLES, M. (1986). Evaporitas antiguas (Navarra) y actuales (Los Monegros) de la Cuenca del Ebro. *Guía de excursiones del XI Congreso Español de Sedimentología. Barcelona*.
- ORTI, F.; SALVANY, J.M. (1990). Formaciones evaporíticas de la Cuenca del Ebro y cadenas periféricas, y de la Zona de Levante. *ENRESA-G.P.P.G. Barcelona*.
- ORTI, F. (1992). Diagénesis en las evaporitas continentales del Terciario Peninsular Ibérico. *III Congreso Geológico de España. Salamanca*.
- PEREZ, A.; MUÑOZ, A.; ARENAS, C.; PARDO, G.; VILLENA, J.; SALVANY, J.; MARTINEZ, F.J.; SANCHEZ, J.A.; DE MIGUEL, J.; SAN ROMAN, J. (1988). Sistemas lacustres Neógenos del margen Ibérico de la Cuenca del Ebro. *Guía de Campo III Reunión del grupo español de trabajo. Zaragoza*

- POCOVI, A. (1978). Sierras Marginales Catalanas. Tesis Doctoral. Universidad de Barcelona.
- QUIRANTES, J. (1969). Estudio sedimentológico y estratigráfico del Terciario continental de Los Monegros. Tesis Doctoral. Instituto "Fernando El Católico". Zaragoza. Año de publicación 1978.
- RIBA, O. (Inédito). Mapa litológico de la provincia de Huesca. E. 1:200.000.
- RIBA, O; REGNANT, S.; VILLENA, J. (1986). Ensayo de síntesis estratigráfica y evolutiva de la Cuenca del Ebro. Libro Jubilar J.M^a Ríos. Geología de España, t. 2. IGME. Madrid.
- SANCHO, C.; MELENDEZ, A. (1992). Génesis y significado ambiental de los caliches Pleistocenos de la región del Cinca (Depresión del Ebro). Rev. Soc. Geol. España, t. 5. Madrid.
- SERVEI GEOLOGIC DE CATALUNYA (1989). Mapa Geològic de Catalunya 1:250.000. Barcelona
- SIMON, J.L. (1983). Compresión y distensión alpinas en la Cadena Ibérica Oriental. Tesis Doctoral. Universidad de Zaragoza.
- SIMON, J.L. (1989). Late Cenozoic stress field and fracturing in the Iberian chain and Ebro Basin (Spain). Journal of Structural Geology, vol. 11, nº 3.
- UTRILLA, R.; ORTI, F.; PIERRE, C.; PUEYO, J.J. (1991). Composición isotópica de las evaporitas terciarias continentales de la Cuenca del Ebro: Relación con los ambientes deposicionales. Rev. Soc. Geol. Esp. 4, (3-4). Madrid.
- VILLENA, J.; PEREZ, A.; PARDO, G.; GONZALEZ, A. (1987). Estudio sedimentológico del Terciario de la hoja nº 40. Daroca. ITGE. Madrid.

MAPA DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES E. 1:200.000 RECURSOS

Instituto Tecnológico GeolMinero de España

LLEIDA

33

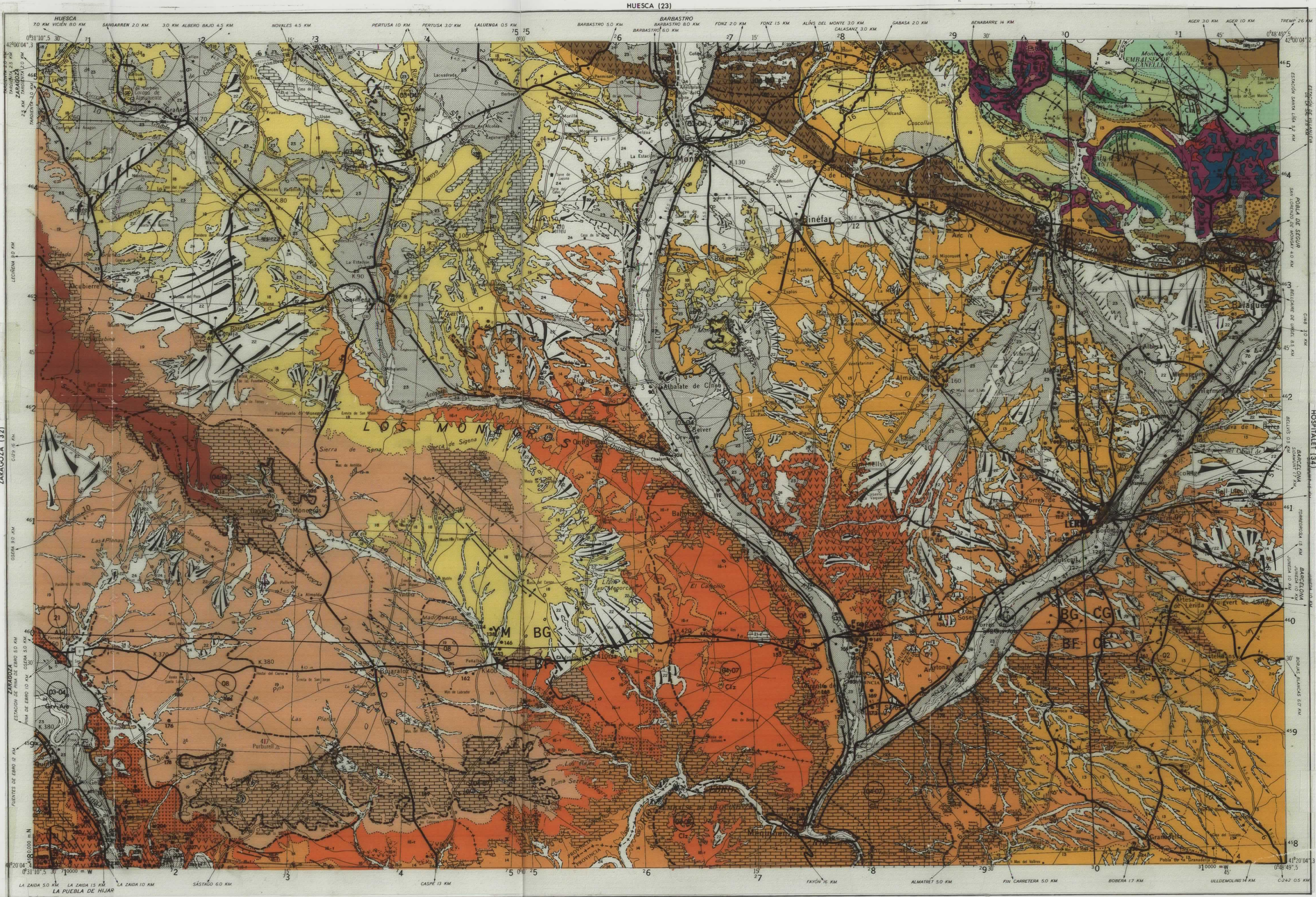
8-4

LEYENDA

EPOCAS	CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
CUATERNARIO	24	Holoceno
	22	Pleistoceno
TERCIARIO	19	PLIO-PLEISTOCENO
	18	MIOCENO SUPERIOR
	17	ARAGONIENSE
	16	AQUITANIENSE
	15	CHATTIENSE
	14	STAMPIENSE
	13	PRIABONIENSE
	12	CUISIENSE
	11	ILERDIENSE
	10	PALEOCENO
CRETACIO	9	SENONIENSE
	8	TURONIENSE
JURASICO	7	DOOGER
	6	LIAS
	5	KEUPER
	4	MUSCHELKALK

25. Arcillas y limos (zonas endorreicas y áreas húmedas).
24. Gravas, arenas y arcillas (Llanuras de inundación y valles de fondo plano).
23. Gravas, arenas y arcillas (Terrazas).
22. Gravas, arenas y arcillas (Glacis, coluviones).
21. Bloques y gravas con matriz arenosa y/o lutítica.
- 21-c. Costras calcreas. Conglomerados con encrostramientos carbonáticos cementados.
20. Calizas, margas, lutitas con niveles de arenisca y yeso (Fm. Alcobierre).
19. Yesos alabastrinos y tabulares, margas y lutitas, con niveles de arenisca, caliza y nodulos de sílex.
- 19-m. Calizas y margas. Arcillas con intercalaciones de arenisca.
18. Lutitas, areniscas y conglomerados. Niveles de yeso, a veces alabastrino. Calizas y margas.
17. Conglomerados, brechas, areniscas y lutitas.
16. Yeso alabastrino y tabular, lutitas y margas con intercalaciones de arenisca y caliza.
- 16-t. Calizas, calizas arenosas y margas.
15. Yesos tabulares y alabastrinos. Calizas, margas y lutitas con niveles de caliza.
14. Areniscas y lutitas con niveles de conglomerado, calizas y yeso.
- 14-o. Calizas palustres, arenosas y margosas. Margas y niveles de lignitos y de arcillas rojas.
13. Lutitas, areniscas y conglomerados.
12. Conglomerados y brechas, areniscas y lutitas.
11. Yesos y lutitas grises. Margas. Niveles de arenisca y caliza a techo (Fm. Berastro).
10. Conglomerados, brechas, areniscas y lutitas. Yesos nodulares, calizas y gypserinitas.
9. Caliza. Calizas arenosas y margosas con Alveolinas. Margas. Niveles de conglomerados.
8. Calizas lacustres, margas y lutitas versicolores. Intercalaciones de sílex (F. Gerusa).
7. Calizas bioclásticas, calizas arenosas con rudistas.
6. Margas, calizas arenosas, arenisca y arenas.
5. Dolomías y calizas.
4. Calizas, carníolas, yeso blanco, brechas ferruginosas, margas.
3. Lutitas versicolores, margas, yeso.
2. Calizas, dolomías tabeadas oscuras.

1. Rocas subvolcánicas: Ofitas.



TORTOSA (41)
ESCALA 1:200.000

Proyección y cuadrícula U.T.M. Espado internacional

SIGNOS CONVENCIONALES

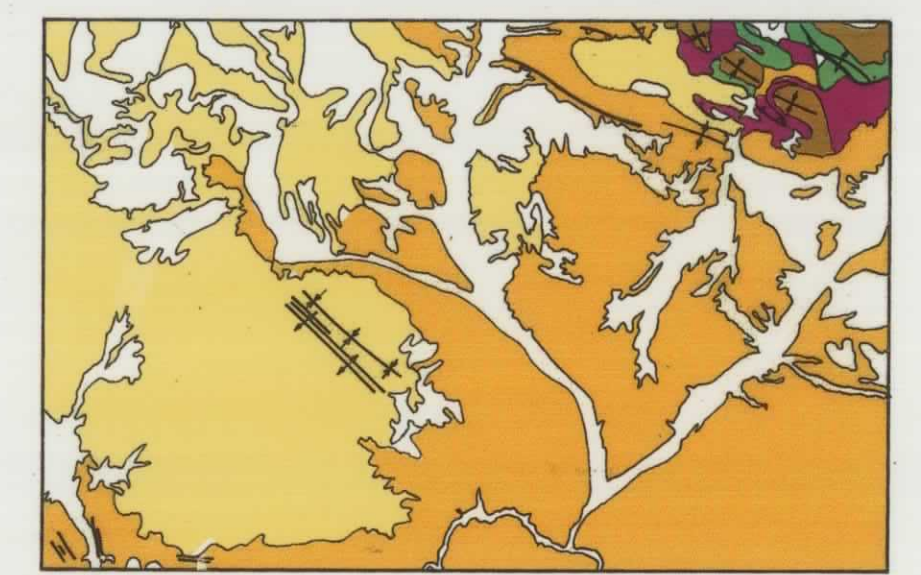
-----	Contacto concordante	~ ~ ~	Anticlinal tumbado
- - - - -	Contacto discordante	+ + +	Sinclinal
=====	Contacto mecánico	~ ~ ~	Sinclinal tumbado
=====	Falla	~~~~~	Utiecto o mineraltocto comprobado
=====	Falla inversa	~~~~~	Utiecto o mineraltocto posible
=====	Cabalgamiento	14	Uso
=====	Bloque cado gravitacionalmente	Clz	Sustancia
=====	Anticlinal	20	Nº de explotación o índice

CLAVE	SUSTANCIA	CLAVE	SUSTANCIA
Ala	Alabastro	Hal	Halita
Arc	Arcilla común	Ofi	Ofita
Ara	Arena	Yes	Yeso
Arn	Arenisca	Zah	Zahorra
Clz	Caliza		
Grv	Grava		

Nº	USO	Nº	USO
1	Rocas ornamentales	12	Vidrio
2	Rocas de construcción	13	Pigmentos
3	Aridos naturales	14	Químico
4	Aridos de machaqueo	15	Abrasivos
5	Aridos ligeros	16	Cargas, filtros y absorbentes
6	Cementos	17	Agricultura
7	Cales	18	Fundentes
8	Yesos	19	Arenas de moldeo
9	Cardmica estructural	20	Aislantes
10	Refractarios	21	Minerales decorativos y gemas
11	Lazos y porcelanas	22	Otros

COORDENADAS	
Geográficas	41°20'04"3
U.T.M.	464
Lambert	760

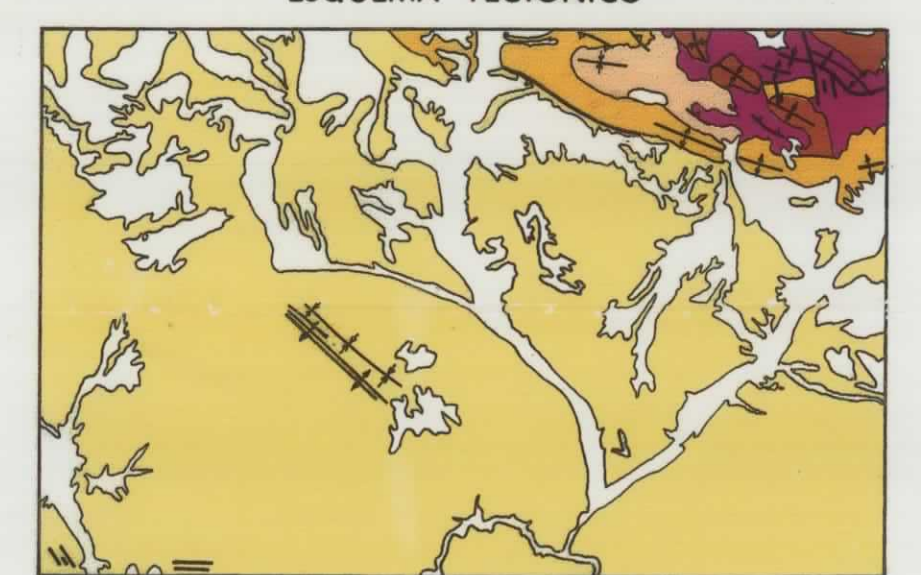
ESQUEMA GEOLOGICO REGIONAL



ESCALA 1:1.000.000

CUATERNARIO OLIGOCENO CRETACIO SUPERIOR
MIOCENO EOCENO-PALEOCENO TRIASICO-JURASICO

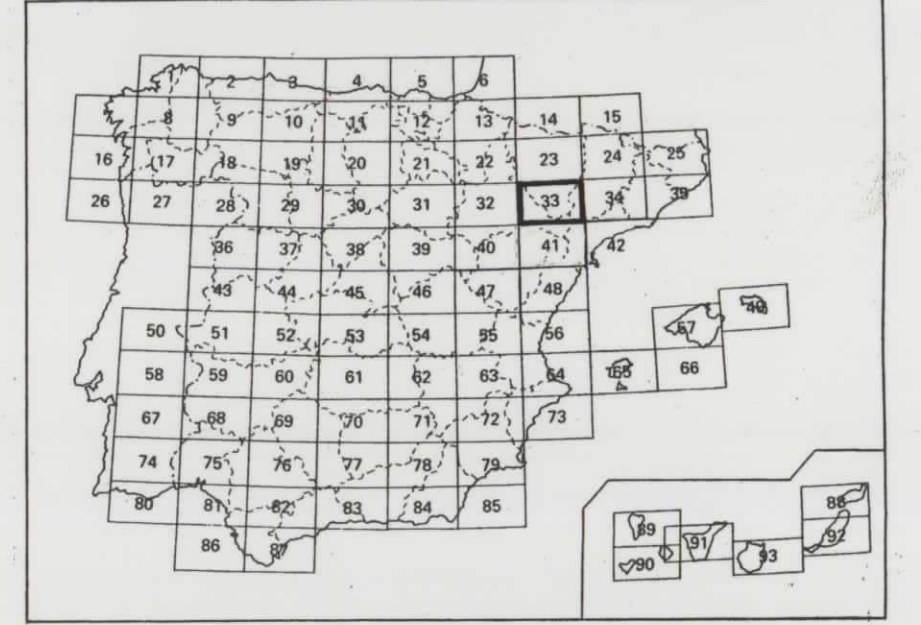
ESQUEMA TECTONICO



ESCALA 1:1.000.000

CUENCA TERCIARIA DEL Ebro (Autónoma) CUATERNARIO
SIERRAS MARGINALES (Alcorteno) MIOCENO / OLIGOCENO
EOCENO / MESOZOICO

DISTRIBUCION DE HOJAS ESCALA 1:200.000



Referencia Mapa Nacional 1:50.000			
324	325	326	327
356	357	358	359
385	386	387	388
413	414	415	416

Referencia Mapa Militar 1:50.000			
29-12	30-13	31-13	32-13
29-14	30-14	31-14	32-14
29-15	30-15	31-15	32-15
29-16	30-16	31-16	32-16



MAPA DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

E. 1:200.000

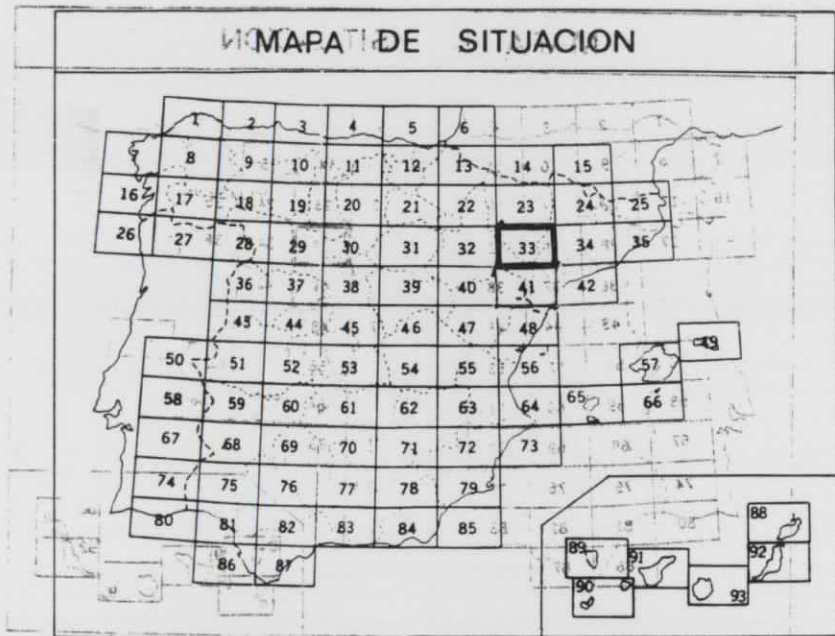
INVESTIGACIONES REALIZADAS

Instituto Tecnológico
GeoMinero de España

LLEIDA

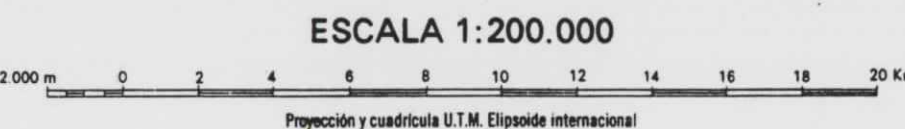
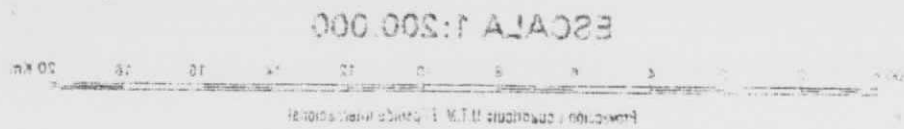
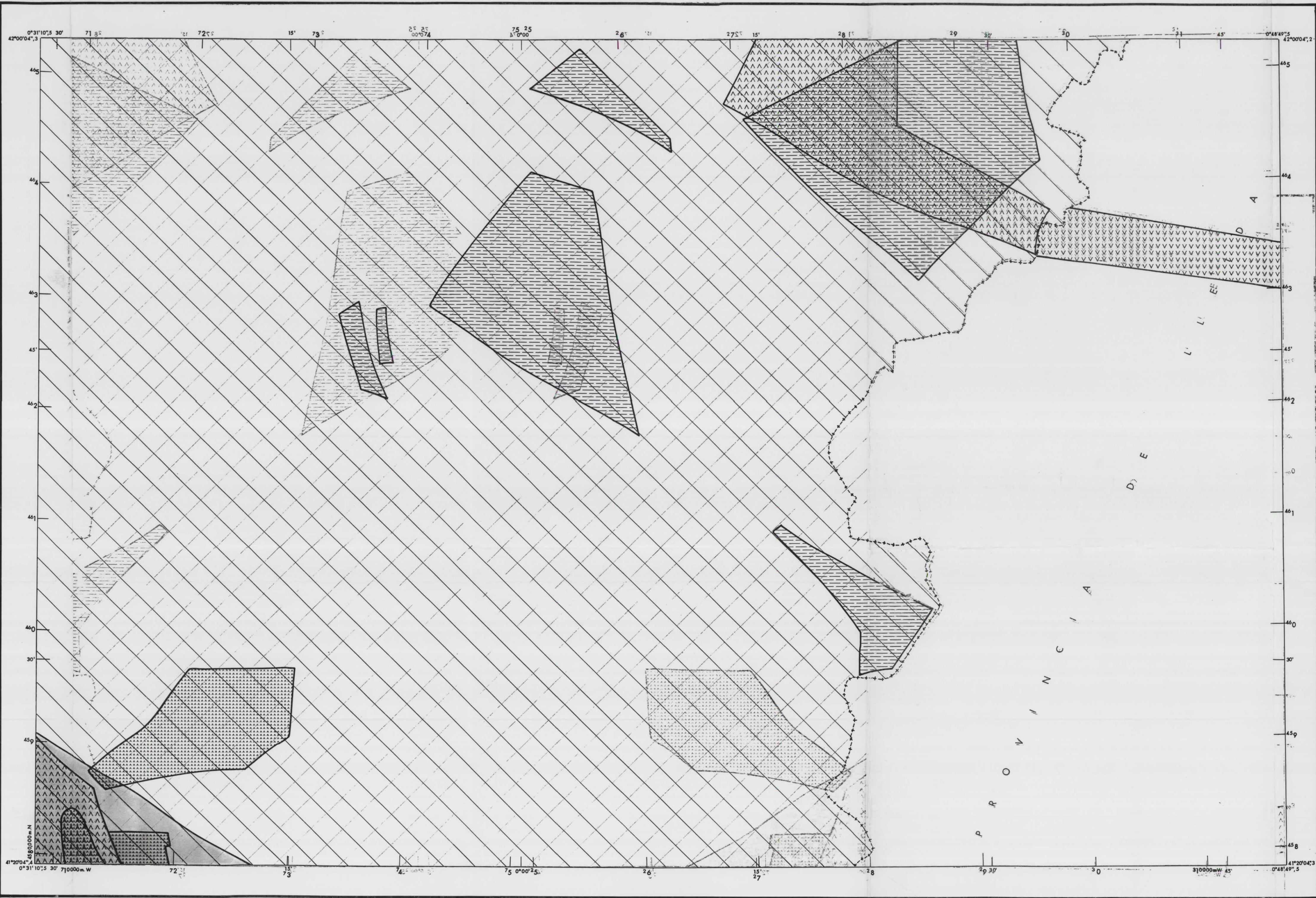
33

8-4



REFERENCIA NACIONAL
MAPA MILITAR 1:50.000

324 29-13	325 30-13	326 31-13	327 32-13
325 29-14	326 30-14	327 31-14	328 32-14
326 29-15	327 30-15	328 31-15	329 32-15
327 29-16	328 30-16	329 31-16	330 32-16



COORDENADAS

Geográficas	41°20'04",3
U.T.M.	40

COORDENADAS

Geográficas	41°20'04",3
U.T.M.	40

- IGME (1975). Estudio Sectorial de Yesos. Depresión del Ebro y Cuenca del Duero. Temas V-14 y V-15
- IGME (1985). Investigación de Alabastrinos en España. Zona XV Zaragoza-Teruel.
- IGME (1989). Aprovechamiento Industrial de Alabastrinos en las Áreas de Ablitas (Navarra), Quinto de Ebro y Velilla de Ebro (Zaragoza). Área de Retuerta y Zonas 1 y 2.
- IGME (1980). Estimación del potencial de Arcillas para la fabricación de tejas y ladrillos. Huesca, Zonas 3, 4, 5, 6 y 7.
- IGME (1985). Posibilidades de Arcillas Especiales en Aragón.
- ITGE (1992). Potencial Minero de los Recursos de Piedras Naturales para la Construcción.
- IGME (1969). Plan Nacional de Investigación de Yesos. Zona de Catañuña.

MAPA DE ROCAS
Y
MINERALES INDUSTRIALES
ESCALA 1:200.000
HOJA Nº 33 (8-4) LLEIDA

ANEXOS

INDICE DE ANEXOS

	<u>Págs.</u>
8.1.- EXPLOTACIONES E INDICIOS	1
8.1.1.- Explotaciones e indicios inventariados	1
8.1.2.- Explotaciones e indicios no inventariados	6
8.2.- DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS	12
8.3.- DIRECTORIO DE CENTROS DE TRANSFORMACION	18
8.4.- CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DE ROCAS Y MINERALES IN- DUSTRIALES	23
8.4.1.- Arcilla Común	23
8.4.2.- Arenas y Gravas	26
8.4.3.- Caliza	27
8.4.4.- Cuarcita y Arenisca	38
8.4.5.- Diabasas y Ofitas	39
8.4.6.- Halita	41
8.4.7.- Yeso y Anhidrita	44
8.5.- USOS Y SECTORES ECONOMICOS DE CONSUMO DE LAS ROCAS Y MINERA- LES INDUSTRIALES	50
8.5.1.- Rocas Ornamentales y de Construcción	50
8.5.2.- Aridos Naturales y de Machaqueo	54
8.5.2.1.- Aridos para hormigones	54
8.5.2.2.- Aridos para tratamientos con ligantes bitu- minosos, por penetración	57
8.5.2.3.- Aridos para bases de carreteras	60
8.5.2.4.- Subbases granulares	61
8.5.2.5.- Balasto de ferrocarriles	62

8.5.3.- Cementos, Cales y Yesos	63
8.5.3.1.- Cementos	63
8.5.3.2.- Cales	67
8.5.3.3.- Yesos	68
8.5.4.- Cerámica Estructural	68
8.5.5.- Industria Química	71
8.5.6.- Cargas, Filtros y Absorbentes	74
8.5.7.- Usos Agrícolas	77
8.5.8.- Minerales Decorativos y Gemas	78

8.1.- EXPLOTACIONES E INDICIOS

8.1.1.- Explotaciones e Indicios inventariados

Nº DE ESTA.	SUSTANCIA	Nº DE HOJA	COORDENADAS U.T.M.			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOLOG.	USO ACTUAL
			X	Y	Z					
1	Halita	326	284450	4653000	530	Huesca	Peralta de la Sal	EA	10	22
2	Caliza	327	298600	4652800	740	Huesca	Estopiñan	IN	2	
3	Yeso	326	274450	4652450	460	Huesca	Fonz	EB	11	
4	Yeso	326	269200	4652200	370	Huesca	Fonz	EI	11	06-14
5	Caliza	327	297200	4650600	710	Lleida	Ager	EB	4	
6	Caliza	327	313250	4650400	940	Lleida	Ager	EI	9	02-22
7	Halita	326	264550	4651000	350	Huesca	Castejón del Puente	EA	10	14
8	Ofita	327	292700	4650500	710	Huesca	Estopiñan	EB	1	
9	Arcilla	324	718450	4647650	345	Huesca	Grañen	EB	18	
10	Grava-Arena	327	314200	4647500	810	Lleida	Ager	EB	22	
11	Arcilla	326	264300	4647450	330	Huesca	Castejón del Puente	EB	13	
12	Yeso	326	271550	4647450	400	Huesca	Almunia de San Juan	EB	11	
13	Grava-Arena	326	280000	4647600	410	Huesca	Peralta de la Sal	EI	24	03-04
14	Caliza	327	295000	4647450	610	Huesca	Camporrells	EI	4	
15	Yeso	326	272950	4647050	415	Huesca	Almunia de San Juan	EB	11	
16	Grava-Arena	326	277950	4647300	400	Huesca	Azanuy-Alins	EA	24	03-04
17	Grava-Arena	325	738300	4646900	360	Huesca	Huerto	EA	23	03-04
18	Grava-Arena	326	265300	4647000	280	Huesca	Castejón del Puente	EI	24	03-04
19	Caliza	327	295500	4645000	450	Huesca	Baldellou	IN	7	
20	Grava-Arena	327	311700	4644100	640	Lleida	Avellanes	EI	24	03
21	Grava-Arena	325	737800	4645350	330	Huesca	Huerto	EI	23	03-04
22	Arcilla	325	745100	4644600	420	Huesca	Peralta de Alcofea	EB	18	
23	Grava-Arena	325	738300	4643850	330	Huesca	Huerto	EA	23	03-04
24	Grava-Arena	325	738800	4644000	300	Huesca	Peralta de Alcofea	EA	24	03-04
25	Yeso	326	278950	4643000	455	Huesca	S.Esteban de Litera	EB	11	
26	Caliza	327	313900	4640700	620	Lleida	Avellanes	EB	4	
27	Arenisca	326	268800	4640250	300	Huesca	Monzón	EB	18	
28	Yeso	326	285500	4640000	395	Huesca	Tamarite de Litera	EB	11	
29	Caliza	327	298300	4639550	500	Huesca	Castillonroy	EB	7	
30	Yeso	326	285650	4639550	380	Huesca	Tamarite de Litera	EB	11	
31	Arena	327	302000	4639100	500	Lleida	Ibars de Noguera	EB	6	
32	Caliza	327	313100	4638250	490	Lleida	Os de Balaguer	EB	4	
33	Arcilla	326	287200	4638750	380	Huesca	Tamarite de Litera	EB	13	09
34	Yeso	326	298200	4638600	430	Huesca	Albelda	EB	11	
35	Grava-Arena	326	272000	4638300	420	Huesca	Binefar	EA	23	03-04
36	Arcilla	326	286850	4637700	340	Huesca	Tamarite de Litera	EA	13	09
37	Grava-Arena	327	297500	4636500	460	Lleida	Alfarras	EB	23	
38	Caliza	327	312200	4636100	445	Lleida	Os de Balaguer	EB	4	
39	Grava-Arena	327	297100	4635900	440	Lleida	Alfarras	EB	23	
40	Yeso	327	298000	4636000	380	Lleida	Alfarras	EB	11	
41	Caliza	327	302100	4636400	440	Lleida	Ibars de Noguera	EI	9	02
42	Yeso	327	297600	4635500	405	Lleida	Alfarras	EB	11	

Nº DE ESTA.	SUSTANCIA	Nº DE HOJA	COORDENADAS U.T.M.			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOLOG.	USO ACTUAL
			X	Y	Z					
43	Yeso	327	298100	4635600	380	Lleida	Alfarras	EB	11	
44	Yeso	327	300000	4635700	350	Lleida	Ibars de Noguera	EB	11	
45	Yeso	327	298000	4635500	350	Lleida	Alfarras	EB	11	
46	Yeso	327	297500	4634200	400	Lleida	Alfarras	EB	11	
47	Arcilla	359	297850	4634250	300	Lleida	Alfarras	EB	13	
48	Arcilla	359	299300	4633600	320	Lleida	Algerri	EA	13	22
49	Arcilla	359	299300	4633500	300	Lleida	Algerri	EA	13	17
50	Yeso	359	304050	4632875	400	Lleida	Algerri	EB	11	
51	Yeso	359	315675	4632250	350	Lleida	Balaguer	EB	13	
52	Yeso	359	303975	4632700	400	Lleida	Algerri	EB	13	
53	Yeso	359	315550	4631800	340	Lleida	Balaguer	EB	13	
54	Grava-Arena	359	317550	4631900	240	Lleida	Os de Balaguer	EB	22	
55	Grava-Arena	359	299400	4632950	250	Lleida	Algerri	EA	24	03-04
56	Grava-Arena	359	315600	4631550	320	Lleida	Balaguer	EB	22	
57	Yeso	359	317550	4631650	300	Lleida	Os de Balaguer	EB	13	
58	Arcilla	359	317550	4630650	260	Lleida	Balaguer	EB	13	
59	Arcilla	359	317900	4630600	260	Lleida	Os de Balaguer	EB	13	
60	Arcilla	359	317600	4630550	260	Lleida	Balaguer	EB	13	
61	Arcilla	357	737600	4631500	300	Huesca	Alcolea de Cinca	EA	14	09
62	Arcilla	358	278300	4630975	240	Huesca	Tamarite de Litera	EB	13	
63	Arcilla	359	298200	4629150	340	Lleida	Almenar	EA	13	09
64	Grava-Arena	358	271400	4629575	350	Huesca	Binaced	EB	22	
65	Arcilla	359	313600	4628200	265	Lleida	Balaguer	EA	13	09
66	Arenisca	357	746450	4629300	300	Huesca	Castelflorite	EB	18	
67	Arcilla	359	314700	4627900	260	Lleida	Balaguer	EA	13	09
68	Arcilla	359	315000	4627800	260	Lleida	Balaguer	EB	13	
69	Arcilla	356	721600	4627400	390	Huesca	Lanaja	EB	18	
70	Arcilla	359	298600	4626550	310	Lleida	Almenar	EB	13	
71	Arcilla	356	721600	4626400	360	Huesca	Lanaja	EB	19	
72	Arcilla	358	269400	4626600	325	Huesca	Belver	EA	18	09
73	Arcilla	356	733800	4625400	250	Huesca	Sariñena	EA	14	09
74	Arcilla	357	749300	4625700	250	Huesca	Villanueva de Sigena	EA	14	09
75	Grava-Arena	359	306525	4624350	260	Lleida	Albesa	EA	23	03-04
76	Grava-Arena	359	315800	4624425	215	Lleida	Termens	EA	23	03-04
77	Grava-Arena	359	307250	4623700	240	Lleida	Albesa	EB	23	
78	Arcilla	357	253000	4625400	240	Huesca	Alcolea de Cinca	EA	14	09
79	Arcilla	358	287800	4623600	300	Lleida	Almacellas	EA	13	09
80	Arcilla	359	298400	4623700	310	Lleida	Alguaire	EB	13	
81	Arcilla	357	250800	4624700	230	Huesca	Villanueva de Sigena	EA	14	09
82	Arcilla	357	252700	4625000	240	Huesca	Alcolea de Cinca	EA	14	09
83	Arcilla	357	253300	4624900	250	Huesca	Alcolea de Cinca	EA	14	09
84	Arcilla	358	263000	4624250	210	Huesca	Albalate	EB	13	
85	Arcilla	358	287550	4623400	300	Lleida	Almacellas	EB	13	
86	Arcilla	358	288050	4623550	300	Lleida	Almacellas	EI	13	09
87	Arcilla	359	298750	4623250	340	Lleida	Alguaire	EB	13	
88	Arcilla	357	256100	4623600	210	Huesca	Alcolea de Cinca	EB	14	
89	Arcilla	357	258300	4622900	210	Huesca	Alcolea de Cinca	EA	14	09
90	Grava-Arena	357	262100	4623200	180	Huesca	Ontiñena	EA	23	03
91	Arcilla	358	288550	4622850	300	Lleida	Almacellas	EA	13	09
92	Arcilla	359	298750	4621900	335	Lleida	Alguaire	EB	13	
93	Grava-Arena	358	286550	4622225	290	Lleida	Almacellas	EB	23	

Nº DE ESTA.	SUSTANCIA	Nº DE HOJA	COORDENADAS U.T.M.			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOLOG.	USO ACTUAL
			X	Y	Z					
94	Arcilla	359	298800	4621900	320	Lleida	Alguaire	EA	13	09
95	Grava-Arena	357	749500	4622200	200	Huesca	Villanueva de Sigüenza	EA	23	03
96	Grava-Arena	359	298400	4620400	380	Lleida	Roselló	EA	23	03-04
97	Arcilla	359	298150	4618975	240	Lleida	Torrefarrera	EB	13	
98	Grava-Arena	359	298200	4617750	240	Lleida	Torrefarrera	EB	23	
99	Grava-Arena	359	309350	4616850	170	Lleida	Corbins	EA	23	03-04
100	Arcilla	359	310950	4616900	180	Lleida	Villanueva de la Barca	EB	13	
101	Grava-Arena	359	309450	4616650	170	Lleida	Corbins	EA	23	03-04
102	Arcilla	359	297150	4617300	280	Lleida	Alpicat	EI	13	
103	Grava-Arena	358	263350	4617800	200	Huesca	Chalamera	EA	23	03-04
104	Grava-Arena	358	264200	4617525	160	Huesca	Chalamera	EA	23	04
105	Arcilla	386	257300	4617000	220	Huesca	Ontañón	IN	14	
106	Grava-Arena	388	306850	4615100	162	Lleida	Alcoletge	EA	23	03
107	Grava-Arena	388	305500	4613800	155	Lleida	Lleida	EI	23	03
108	Caliza	385	731100	4613500	540	Zaragoza	Castejón de Monegros	EB	19-m	
109	Arcilla	388	307500	4613150	220	Lleida	Alcoletge	EI	14	09
110	Caliza	385	727300	4612750	540	Zaragoza	Castejón de Monegros	EB	19-m	
111	Caliza	385	729000	4612400	530	Zaragoza	Castejón de Monegros	EB	19-m	
112	Grava-Arena	387	267550	4613900	160	Huesca	Osso	EB	23	
113	Caliza	385	727700	4611300	540	Zaragoza	Castejón de Monegros	EB	19	
114	Arc.-Arenis.	388	312200	4610900	195	Lleida	Alamus	EI	14	03
115	Arcilla	388	298100	4610800	208	Lleida	Lleida	EI	14	
116	Arcilla	388	300500	4608900	190	Lleida	Lleida	EI	14	09
117	Grava-Arena	387	287050	4609325	280	Lleida	Alcarras	EB	22	
118	Grava-Arena	387	287300	4609250	270	Lleida	Alcarras	EB	22	
119	Arcilla	388	299350	4608500	180	Lleida	Lleida	EB	14	
120	Grava-Arena	387	274275	4609100	205	Huesca	Zaidín	EI	23	03-04
121	Arcilla	388	304950	4608300	204	Lleida	Lleida	EI	14	09
122	Arcilla	387	269775	4608900	160	Huesca	Velilla de Cinca	EA	14	22
123	Arcilla	388	295000	4607200	170	Lleida	Alcarras	EB	14	
124	Grava-Arena	388	301750	4607300	130	Lleida	Lleida	EI	23	03-04
125	Arcilla	388	304800	4608300	196	Lleida	Lleida	EI	14	09
126	Grava-Arena	388	295500	4605300	165	Lleida	Alcarras	EB	22	
127	Grava-Arena	388	299600	4606000	140	Lleida	Lleida	EI	23	03-04
128	Grava-Arena	387	275850	4604650	100	Huesca	Fraga	EA	23	04-03
129	Arcilla	388	301300	4603950	175	Lleida	Albatarrech	EB	14	
130	Arcilla	386	255425	4604400	360	Huesca	Ballobar	EB	18	
131	Grava-Arena	388	295500	4602900	128	Lleida	Torres de Segre	EB	23	
132	Zahorra	388	307300	4601800	240	Lleida	Artesa de Llérida	EB	23	
133	Grava-Arena	387	278050	4601600	90	Huesca	Fraga	IN	24	
134	Arcilla	386	746600	4601700	280	Huesca	Peñalba	IN	18	
135	Arcilla	387	281450	4601650	240	Huesca	Fraga	EB	15	
136	Grava-Arena	387	287225	4601500	200	Lleida	Soses	EB	22	
137	Caliza	388	298150	4601000	1709	Lleida	Suñe	EB	14	
138	Grava-Arena	386	747325	4601150	302	Huesca	Peñalba	EB	24	
139	Arcilla	387	279050	4600950	100	Huesca	Fraga	EB	14	
140	Arcilla	387	279300	4600750	120	Huesca	Fraga	EB	14	
141	Arcilla	387	284375	4600900	150	Huesca	Fraga	EB	14	
142	Arcilla	388	303700	4600200	200	Lleida	Alfés	EB	14	
143	Arcilla	387	266150	4601125	320	Huesca	Fraga	EB	14	
144	Arcilla	387	279300	4600400	140	Huesca	Fraga	IN	14	

Nº DE ESTA.	SUSTANCIA	Nº DE HOJA	COORDENADAS U.T.M.			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD GEOLOG.	USO ACTUAL
			X	Y	Z					
145	Arcilla	387	280075	4600100	180	Huesca	Fraga	EB	14	
146	Arcilla	386	748125	4600375	300	Huesca	Peñalba	EB	18	
147	Arcilla	387	263300	4600500	270	Huesca	Fraga	IN	14	
148	Arcilla	387	279625	4599850	180	Huesca	Fraga	EB	14	
149	Arcilla	387	280700	4599900	260	Huesca	Fraga	EA	14	09
150	Arcilla	386	747500	4600275	280	Huesca	Peñalba	EB	18	
151	Arcilla	387	275250	4599200	200	Huesca	Fraga	IN	14	
152	Arcilla	387	280350	4599550	120	Huesca	Fraga	EB	14	
153	Arcilla	386	748075	4600050	280	Huesca	Peñalba	EB	18	
154	Grava-Arena	386	257900	4599925	315	Huesca	Candanos	EB	22	
155	Arcilla	387	272550	4599600	360	Huesca	Fraga	IN	16-t	
156	Arcilla	387	279300	4599550	140	Huesca	Fraga	EB	14	
157	Arcilla	387	279850	4599700	180	Huesca	Fraga	EB	14	
158	Arcilla	385	709300	4598400	180	Zaragoza	Pina de Ebro	EB	16	
159	Arcilla	387	279400	4599325	120	Huesca	Fraga	EB	14	
160	Grava-Arena	387	279200	4599050	100	Huesca	Fraga	EB	24	
161	Arenisca	388	305000	4598700	240	Lleida	Aspa	EI	14	02
162	Caliza	414	745250	4597800	320	Huesca	Peñalba	EB	19	
163	Grava-Arena	415	278600	4596500	80	Huesca	Fraga	EA	23	04-03
164	Grava-Arena	415	288600	4595950	90	Lleida	Aytona	EA	23	04-03
165	Caliza	416	295500	4596000	190	Lleida	Sarroca	EB	14-0	
166	Yeso	413	719800	4595200	255	Zaragoza	Pina de Ebro	EB	19	
167	Yeso	414	251650	4595900	240	Huesca	Candanos	EB	16	
168	Arenisca	415	267750	4595875	180	Huesca	Torrente de Cinca	EB	14	
169	Arcilla	415	280800	4594750	200	Lleida	Serós	EB	14	
170	Arcilla	415	285850	4595250	100	Lleida	Aytona	EB	14	
171	Caliza	416	295000	4594900	175	Lleida	Sarroca	EB	13	
172	Yeso	414	220000	4595300	280	Huesca	Peñalba	EB	19	
173	Arcilla	415	280450	4593650	140	Lleida	Masalcorreig	EB	14	
174	Arcilla	415	287175	4593450	160	Lleida	Aytona	EB	14	
175	Caliza	415	277950	4593200	110	Huesca	Torrente de Cinca	IN	14-0	
176	Yeso	413	719300	4593100	270	Zaragoza	Gelsa	EA	19	08-21
177	Grava-Arena	413	707650	4590700	190	Zaragoza	Quinto de Ebro	EA	23	03
178	Yeso	413	718500	4589500	310	Zaragoza	Gelsa	EA	19	08-09
179	Arcilla	414	258000	4590350	220	Huesca	Candanos	IN	14	
180	Grava-Arena	413	708450	4588900	190	Zaragoza	Quinto de Ebro	EA	23	03
181	Halita	413	734300	4589500	330	Zaragoza	Sastago	EB	19	
182	Arcilla	413	709350	4588000	200	Zaragoza	Quinto de Ebro	EB	14	
183	Grava-Arena	415	288500	4588400	90	Huesca	Torrente de Cinca	EB	23	
184	Arenisca	416	308300	4587300	480	Lleida	Soleras	EB	13	
185	Alabastro	413	713850	4587000	200	Zaragoza	Gelsa	EB	15	
186	Yeso	413	710500	4586500	190	Zaragoza	Quinto de Ebro	EB	15	
187	Grava-Arena	413	713300	4586800	160	Zaragoza	Gelsa	EB	23	
188	Alabastro	413	716200	4586300	210	Zaragoza	Velilla de Ebro	EI	16	21
189	Alabastro	414	742600	4587200	350	Zaragoza	Bujaraloz	EB	19-m	
190	Alabastro	413	711350	4285100	210	Zaragoza	Quinto de Ebro	EB	15	
191	Alabastro	413	716400	4585400	210	Zaragoza	Gelsa	EB	16	
192	Arcilla	413	708400	4584550	260	Zaragoza	Quinto de Ebro	EB	16	
193	Alabastro	413	715200	4585000	180	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15	
194	Alabastro	413	715000	4584750	180	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15	
195	Grava-Arena	413	714700	4584550	180	Zaragoza	Velilla de Ebro	EI	23	03

Nº DE ESTA.	SUSTANCIA	Nº DE HOJA	COORDENADAS U.T.M.			PROVINCIA	MUNICIPIO	ESTADO	UNIDAD		USO ACTUAL
			X	Y	Z				GEOLOG.		
196	Grava-Arena	415	274275	4584625		Zaragoza	Mequinenza	EB	22		
197	Caliza	415	274500	4584600	120	Zaragoza	Mequinenza	EB	14-O		
198	Alabastro	413	712200	4582700	200	Zaragoza	Quinto de Ebro	EA	15		21
199	Alabastro	413	715150	4584000	200	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15		
200	Arcilla	415	274500	4584450	120	Zaragoza	Mequinenza	EB	14-O		
201	Zahorra	416	296990	4583300	430	Lleida	Llardecans	EB	14		
202	Caliza	413	712200	4582700	200	Zaragoza	Quinto de Ebro	EA	14-O		03
203	Alabastro	413	713100	4583000	200	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15		
204	Alabastro	413	717900	4582900	200	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15		
205	Arena	415	275125	4583525	90	Zaragoza	Mequinenza	EB	23		
206	Alabastro	413	717800	4582800	180	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15		
207	Alabastro	413	712900	4582500	200	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15		
208	Alabastro	413	715100	4582200	180	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15		
209	Alabastro	413	721400	4582100	200	Zaragoza	Sastago	EB	14-O		
210	Arena	415	276600	4582575	100	Zaragoza	Mequinenza	EB	23		
211	Alabastro	413	713450	4581900	180	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15		
212	Alabastro	413	715100	4581800	180	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15		
213	Alabastro	413	715350	4581800	190	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15		
214	Alabastro	413	715500	4581800	200	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15		
215	Alabastro	413	718000	4581500	180	Zaragoza	Alforque	EB	15		
216	Alabastro	413	719800	4581850	190	Zaragoza	Sastago	EB	15		
217	Alabastro	413	721700	4581800	200	Zaragoza	Sastago	EB	15		
218	Alabastro	413	712200	4582700	200	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15		
219	Alabastro	413	719000	4581200	180	Zaragoza	Alforque	EB	15		
220	Alabastro	413	720000	4581400	190	Zaragoza	Sastago	EB	15		
221	Alabastro	413	718500	4580600	180	Zaragoza	Alforque	EB	15		
222	Alabastro	413	718200	4580400	200	Zaragoza	Alforque	EB	15		
223	Arcilla	413	708900	4579750	240	Teruel	Azaila	EB	16		
224	Alabastro	413	710450	4579750	200	Teruel	Azaila	EA	15		21
225	Alabastro	413	711400	4580000	200	Zaragoza	La Zaida	EA	15		21
226	Alabastro	413	712750	4580000	200	Zaragoza	La Zaida	EB	15		
227	Alabastro	413	715650	4579800	190	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15		
228	Alabastro	413	716500	4579300	190	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15		
229	Alabastro	413	707750	4570600	240	Teruel	Azaila	EA	16		21
230	Alabastro	413	713700	4579450	200	Zaragoza	La Zaida	EB	15		
231	Alabastro	413	716800	4579600	200	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15		
232	Alabastro	413	708600	4579100	250	Teruel	Azaila	EB	16		
233	Alabastro	413	713400	4580250	200	Zaragoza	La Zaida	EA	15		21
234	Alabastro	413	717400	4579350	200	Zaragoza	Velilla de Ebro	EB	15		
235	Alabastro	413	715000	4583900	190	Zaragoza	Cinco Olivas	EB	15		
236	Arcilla	416	303600	4580700	520	Lleida	Granadella	EB	14		
237	Grava-Arena	359	314250	4625250	270	Lleida	Balaguer	EA	23		04

8.1.2.- Explotaciones e indicios no inventariados

Hoja 1:50.000	C O O R D E N A D A S			Sustancia	Causas de la Baja
	X	Y	Z		
324	730700	4651900	390	GRV-ARE	Prohibida extracción cauce del río.
324	713450	4647650	340	GRV-ARE	No se extrae material del cauce del río.
324	713550	4651600	360	ARN	Reintegrada en el paisaje
324	730650	4643800	400	ARN	Proximidad a un núcleo urbano
325	739500	4642450	320	GRV-ARE	Prohibida actualmente su explotación.
325	736250	4647500	420	GRV-ARE	Abandonada la explotación. Hoy se encuentra ubicada una planta de hormigón.
325	738700	4647500	420	GRV-ARE	Terminada la explotación y terraplanada con tierra de labor.
326	270050	4640250	310	ARC	Hay, bancales preparados para la siembra.
326	277100	4636750	275	ARC	Relleno y siembra en la antigua plaza de cantera.
326	284500	4637900	370	ARC	Terrenos municipales, actualmente terraplenados para urbanizar
326	278650	4642500	440	YES	Construidas edificaciones en la plaza de cantera.
326	267200	4645200	300	ARC	Construcción de viviendas. Casco urbano.
326	280600	4648350	440	GRV-ARE	Ya no se extrae grava del cauce
326	282500	4642700	420	YES	No se observa frente de cantera. Se trata de un yacimiento yesífero de los muchos existentes en la zona.

Hoja 1:50.000	C O O R D E N A D A S			Sustancia	Causas de la Baja
	X	Y	Z		
326	265600	4651300	300	GRV-ARE	Actualmente esta prohibida la extracción de material en este tramo del río Cinca.
326	265250	4647500	290	GRV-ARE	Como en el caso anterior, no se extrae material.
327	312500	4635900	485	CLZ	Pequeña cantera, que se encuentra tapada al haberse plantado un robledal en sus inmediaciones.
327	293000	4637300	400	YES	No existe ninguna explotación.
327	313500	4649200	865	CLZ	No quedan vestigios de cantera, se encuentra actualmente integrada en el paisaje.
327	295900	4647600	600	CLZ	No existe explotación.
327	299200	4636000	300	GRV-ARE	Actualmente no permiten extraer grava de esta zona del río.
356	710200	4620500	565	CLZ	Integrada en el paisaje. Hace más de 25 años que no se extrae piedra de esta cantera.
356	711700	4619400	560	CLZ	Antigua cantera de pequeñas dimensiones que esta hoy totalmente integrada en el paisaje.
356	709500	4623500	710	CLZ	El frente de cantera apenas se aprecia, ya que esta creciendo un pinar en su entorno.
356	725400	4623800	390	ARC	Por el centro de la antigua explotación, pasa hoy el canal de Monegros.
356	721400	4619000	550	CLZ	No se aprecia apenas frente de cantera, al estar integrada en el paisaje.
356	708200	4631100	700	CLZ	Se están construyendo viviendas en sus proximidades.

Hoja 1:50.000	C O O R D E N A D A S			Sustancia	Causas de la Baja
	X	Y	Z		
356	708200	4632800	580	CLZ	Cantera de pequeñas dimensiones y baja calidad del material, estando integrada en el paisaje.
357	748500	4623150	230	ARC	Zona actualmente urbanizable.
357	261500	4626200	200	GRV-ARE	Prohibida la extracción de gravas del cauce del río.
357	736600	4634300	290	GRV-ARE	Prohibida la extracción de gravas del cauce del río.
357	737100	4632100	280	GRV-ARE	Prohibida la extracción de gravas del cauce del río.
358	266250	4633875	300	ARC	Se agotaron las reservas existentes.
358	288600	4622850	300	GRV-ARE	Explotación abandonada, ante la imposibilidad de continuar el frente, dada la plantación de árboles frutales.
358	288475	4622600	300	ARC	Han edificado granjas y se encuentra rodeada la plantación de árboles frutales.
359	303600	4632700	360	YES	Totalmente integrada de forma natural en el entorno.
359	306550	4632050	400	YES	Repoblación de pinos en la zona
359	309100	4632100	390	YES	No existe ningún vestigio de ella.
359	317200	4628200	260	ARC	Se ubica en este lugar la cerámica "La Coma".
359	318300	4632000	218	GRV-ARE	Restituida mediante plantación de chopos.
359	310400	4617500	180	ARC	Actualmente depósito de escombros del pueblo de Vilanova de la Barca.
359	313250	4619950	220	ARC	No existe cantera. Depósito de arcilla procedente de explanac.

Hoja 1:50.000	C O O R D E N A D A S			Sustancia	Causas de la Baja
	X	Y	Z		
359	311900	4622300	190	ARC	Arcillas explotadas a pie de carretera, estando dudosa, actualmente su posible continuidad de extracción.
359	303350	4624800	230	GRV-ARE	Antigua cantera, donde se han plantado árboles frutales.
359	299200	4629000	300	ARC	En este punto, acopio importante de arcillas para utilización en fábrica.
386	257800	4600100	325	GRV-ARE	Actualmente zona de cultivos.
387	274500	4605500	100	GRV-ARE	No queda ni rastro de gravera.
387	280500	4599825	150	ARC	En la parte alta del frente existe una nave.
387	289450	4601600	160	ARC	Toda la zona sembrada o con frutales.
387	289600	4603300	170	ARC	No hay rastro de cantera; área con frutales.
387	280100	4599750	160	ARC	Han plantado frutales. Junto a la cantera, fábrica de bovedillas parada.
387	280250	4600700	200	ARC	Solo queda la explanada. Próxima la cerámica.
387	283100	4601300	160	ARC	Pequeña explotación a pie de cantera. Quedan ya unas reservas mínimas.
387	270750	4607200	220	ARC	Explotación utilizada para la construcción de una balsa para riego.
387	280400	4598300	100	ARC	Pequeña explotación junto a carretera.
387	281000	4598500	130	ARC	Reconvertida la cantera en una gran balsa para riego.

Hoja 1:50.000	C O O R D E N A D A S			Sustancia	Causas de la Baja
	X	Y	Z		
387	281400	4598450	170	ARC	Ni rastro; actualmente plantaciones con frutales.
388	299000	4604800	145	ARC	Plantación de frutales en la zona de cantera.
388	290650	4603400	140	ARC	Terraplenada la zona de cantera
388	290700	4602400	130	ARC	Area de ubicación de escombros y plantaciones de frutales.
388	293300	4605000	140	ARC	Futuro polígono deportivo y presencia de edificaciones.
388	299750	2208600	190	ARC	Integrada en el paisaje. Ruinas de antiguas instalaciones de la planta cerámica.
388	297900	4610350	210	ARC	Vertedero municipal de Lleida y cementerio de coches.
388	298100	4610000	210	ARC	Vertedero municipal de Lleida y cementerio de coches.
388	314200	4612100	198	ARC	Depósito de escombros y basure ro.
388	307950	4613700	200	ARC	Escombros y edificaciones.
388	307450	4612300	220	ARC	Escombros y abundante vegetación.
413	710300	4587000	180	YES	Integrada en el paisaje.
413	708900	4594000	155	GRV-ARE	Prohibida la extracción, en esta zona del río Ebro, de material.
413	709800	4592000	140	GRV-ARE	Prohibida la extracción en el cauce del río Ebro en esta zona
413	708000	4594800	150	GRV-ARE	Prohibida la extracción del cauce del río Ebro.
414	744000	4598200	320	CLZ	Integrada en el paisaje.
414	738200	4588000	330	YES	Integrada en el paisaje.
415	280450	4596300	250	ARC	No existe ninguna explotación.

<u>Hoja</u> <u>1:50.000</u>	<u>C O O R D E N A D A S</u>			<u>Sustancia</u>	<u>Causas de la Baja</u>
	<u>X</u>	<u>Y</u>	<u>Z</u>		
415	271100	4583200	180	CLZ	Totalmente inaccesible debido a embalse.
415	274850	4584950	100	CLZ	Construida una nave en la plaza de cantera.
415	275300	4596350	260	YES	Integrada en el paisaje. Planta _c ión de almendros.
416	296000	4596900	190	CLZ	Plantaciones de frutales.
416	314400	4583500	560	ARN	Plantaciones de pinos y árboles frutales.
416	306400	4588000	410	ARN	En las inmediaciones de la plaza de cantera se han edificado naves para granjas.
416	295300	4583700	415	ARN	Escombreras y edificaciones.

8.2.- DIRECTORIO DE EMPRESAS EXPLOTADORAS

<u>Sustancia</u>	<u>Empresa Explotadora</u>		<u>Coordenadas U.T.M.</u>		<u>Uso</u>
	<u>Domicilio</u>	<u>Teléfono</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>	
Alabastro	López Uson S.A. Carretera Castellón km, 40 Quinto de Ebro (Zaragoza)	976/177626	711400	4580000	Ornamen- tal
Alabastro	López Uson S.A. Carretera Castellón km, 40 Quinto de Ebro (Zaragoza)	976/177626	713400	4580250	Ornamen- tal
Alabastro	NALSA Gaztambide, 6-4º Tudela (Navarra)	948/820756	712200	4582700	Ornamen- tal
Alabastro	NALSA Gaztambide, 6-4º Tudela (Navarra)	948/820756	710450	4579750	Ornamen- tal
Alabastro	NALSA Gaztambide, 6-4º Tudela (Navarra)	948/820756	707750	4579600	Ornamen- tal
Arcilla	Cerámica Literana Santa Teresa S.A. Carretera de Albelda s/n Tamarite de Litera (Huesca)	974/420061	287200	4638750	Revest. y Cerám. Estruct.
Arcilla	Cerámica Literana Santa Teresa S.A. Carretera de Albelda s/n Tamarite de Litera (Huesca)	974/420061	286850	4637700	Revest. y Cerám. Estruct.
Arcilla	Cerámica Sariñena PALAU Carretera de Fraga s/n Sariñena (Huesca)	974/570096	733800	4625400	Revest. y cerám. estruct.
Arcilla	Ladrillera La Nueva C.N. 1310 Villanueva de Sigüenza (Huesca)	-	749300	4625700	Revest. y cerám. estruct.
Arcilla	Cerámica Dobon S.A. Carretera s/n Alcolea del Cinca (Huesca)	974/468161	253000	4625400	Revest. y cerám. estruct.

<u>Sustancia</u>	<u>Empresa Explotadora</u>		<u>Coordenadas U.T.M.</u>		<u>Uso</u>
	<u>Domicilio</u>	<u>Teléfono</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>	
Arcilla	Cerámica Dobon S.A. Carretera s/n Alcolea del Cinca (Huesca)	974/468161	258300	4622900	Revest. y cerám. estruct.
Arcilla	Cerámicas CALAF Carretera de Folque km 38,2 Calaf (Barcelona)	93/8698250	250800	4624700	Revest. y cerám. estruct.
Arcilla	Cerámica Sigena Plaza de España, 1 Villanueva de Sigena (Huesca)	974/578311	252700	4625000	Revest. y cerám. estruct.
Arcilla	Canteras Fraga Alcolea del Cinca (Huesca)	-	253300	4624900	Revest. y cerám. estruct.
Arcilla	Cerámica Binefar S.C.L. c/ Palomar, 25 Binefar (Huesca)	974/428310	269400	4626600	Revest. y cerám. estruct.
Arcilla	Cerámica Simo González y Casa nova S.A. c/ Balmes, 12 Almacellas (Lleida)	973/740500	287800	4623600	Revest. y cerám. estruct.
Arcilla	Cerámica Simo González y Casa nova S.A. c/ Balmes, 12 Almacelles (Lleida)	973/740500	288050	4623550	Revest. y cerám. estruct.
Arcilla	Cerámica Almacellas S.A. c/ Lérida s/n Almacelles (Lleida)	973/740032 740371	288550	4622850	Revest. y cerám. estruct.
Arcilla	Ferrovial S.A. M. Alvaro, 35 Madrid	91/4686550	299300	4633600	Material de compac- tación.
Arcilla	Benito Arnó e Hijos Carretera Tamarite, 3 Alfarras (Lleida)	973/243262 760010	299300	4633500	Restituc. explotac. de gravas
Arcilla	Cerámica La Coma S.A. Carretera de Menarguens s/n Balaguer (Lleida)	973/445104	314700	4627900	Revest. y cerámica estruct.
Arcilla	Cerámica La Coma S.A. Carretera de Menarguens s/n Balaguer (Lleida)	973/445104	315000	4627800	Revest.y cerámica estruct.

<u>Sustancia</u>	<u>Empresa Explotadora</u>		<u>Coordenadas U.T.M.</u>		<u>Uso</u>
	<u>Domicilio</u>	<u>Teléfono</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>	
Arcilla	Cerámica Cerfasa Carretera Lérida a Puigcerola km, 21. Balaguer (Lleida)	973/445098	313600	4628200	Revest.y cerámica estruct.
Arcilla	Teulería Almenar S.A. (TEALSA) Carretera Vall de Aran km 20 Almenar (Lleida)	973/770182 770602	298200	4629150	Revest.y cerámica estruct.
Arcilla	Cerámica Alguaire S.A. Partida Piñana s/n Alguaire (Lleida)	973/756150 756258	298750	4621900	Revest.y cerámica estruct.
Arcilla	Cerámica Llovera S.A. Avda. Ramón Espinet s/n Alguaire (Lleida)	973/756023	298800	4621900	Revest.y cerámica estruct.
Arcilla	Cerámica La Huerta S.A. Carretera N-II km 439 Fraga (Huesca)	974/470398 471568	280700	4599900	Revest.y cerámica estruct.
Arcilla	Excavaciones Hermanos Aldaña S.A. Juan XXIII, 17 Grañen (Huesca)	974/390658	269775	4608900	Material de subba se.
Arcilla	Teulería Les Forques S.A. Camino Viejo Lleida s/n Alcoletge (Lleida)	973/196443	307500	4613150	Revest.y cerámica estruct.
Arc-Arenisca	OCISA Plaza Juan XXIII, 6 Lleida	973/211191	312200	4610900	Material de subba se.
Arcilla	Cerámica del Seguí S.A. Príncipe de Viana, 32 Lleida	973/247550 260411	298100	4610800	Revest.y cerámica estruct.
Arcilla	Cerámica del Seguí S.A. Príncipe de Viana, 32 Lleida	973/247550 260411	300500	4608900	Revest.y cerámica estruct.
Arcilla	Cerámica Toldra S.A. Carretera N-II, s/n Lleida	973/262815	299350	4608500	Revest.y cerámica estruct.
Arcilla	Cerámica La Bordeta S.A. Partida C. Pilans s/n Lleida	973/205873	304950	4608300	Revest.y cerámica estruct.

<u>Sustancia</u>	<u>Empresa Explotadora</u>		<u>Coordenadas U.T.M.</u>		<u>Uso</u>
	<u>Domicilio</u>	<u>Teléfono</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>	
Caliza	Benito Arnó e Hijos Carretera Tamarite s/n Alfarrás (Lleida)	973/760010 760122	302100	4636400	Ornament. sillería
Caliza	Excavaciones Carranza Jaime Casassus, 29 Pina de Ebro (Zaragoza)	948/165188			
Grava-Arena	Marino Sisques Clemente c/ Granada, 9 Binefar (Huesca)	974/428930	277950	4647300	Aridos de machaqueo
Grava-Arena	Hormigones del Pirineo S.A. HORPISA c/ Paseo San Juan Bosco s/n Monzón (Huesca)	974/400129	265300	4647000	Hormigon. y áridos de macha- queo
Grava-Arena	Hormigones del Pirineo S.A. HORPISA c/ Paseo San Juan Bosco s/n Monzón (Huesca)	974/401530	749500	4622200	Hormigon. y áridos de macha- queo
Grava-Arena	Hormigones del Pirineo S.A. HORPISA c/ Paseo San Juan Bosco s/n Monzón (Huesca)	974/401530	277200	4638300	Hormigon. y áridos de macha- queo
Grava-Arena	Hormigones del Pirineo S.A. HORPISA c/ Paseo San Juan Bosco s/n Monzón (Huesca)	974/401530	749500	4622200	Hormigon. y áridos de macha- queo
Grava-Arena	Hormigones Grañen S.A. La Lera s/n Grañen (Huesca)	974/390422	738300	4646900	Hormigon. y áridos de macha- queo.
Grava-Arena	Boira S.C. c/ Baja s/n Salillas (Huesca)	974/390705	738300	4643850	Aridos de machaqueo
Grava-Arena	Aridos Quibus S.L. El Pilar s/n Ontiñena (Huesca)	974/468224	262100	4623200	Hormig. y áridos de machaqueo
Grava-Arena	Excavaciones Hnos. Aldaña S.A. c/ Juan XXIII, 17 Grañen (Huesca)	974/390658	263350	4617800	Aridos de machaqueo

<u>Sustancia</u>	<u>Empresa Explotadora</u>		<u>Coordenadas U.T.M.</u>		<u>Uso</u>
	<u>Domicilio</u>	<u>Teléfono</u>	<u>X</u>	<u>Y</u>	
Grava-Arena	Aridos Lazaro c/ Teruel, 16-4º C Binefar (Huesca)	974/428556	264200	4617525	Aridos de machaqueo
Grava-Arena	Benito Arnó e Hijos Carretera Tamarite, 3 Algerri (Lleida)	973/243262 760010	299400	4632950	Aridos de machaqueo
Grava-Arena	Aridos Pelegri S.A. (ARPELSA) Sant Miquel, 11 Miralcamp (Lleida)	973/601733	309450	4616650	Aridos de machaqueo
Grava-Arena	SORIGUE S.A. Pasaje Pompeyo, 4 Lleida	973/242904	309350	4616850	Hormig. y áridos de machaqueo
Grava-Arena	M. i J. Gruas S.A. Avda. Jaime Nadal, 67 Alguaire (Lleida)	973/756000 756026	306525	4624350	Hormig. y áridos de machaqueo
Grava-Arena	SACYR Avda. César Augusto, 48 Zaragoza	976/200537 200504	298400	4620400	Aridos de machaqueo y hormig.
Grava-Arena	Aridos Daniel S.A. Urgel, 35 Balaguer (Lleida)	973/432199	315800	4624425	Aridos de machaqueo y hormig.
Grava-Arena	SORIGUE S.A. Pasaje Pompeyo, 4 Lleida	973/242904 237416	314250	4625250	Aridos de machaqueo y hormig.
Grava-Arena	Aridos y Excavaciones Loarcin SL. Barranco, 6 Fraga (Huesca)	974/473461	275850	4604650	Aridos de machaqueo
Grava-Arena	Excmo. Ayuntamiento Plaza General Franco, 4 Zaidin (Huesca)	974/478000	274275	4609100	Aridos naturales y machaq.
Grava-Arena	Aridos Lazaro Teruel, 16-4º C Binefar (Huesca)	974/428556	267550	4613900	Aridos de machaqueo
Grava-Arena	Hormigones Uniland Carretera C-7313 km. 2 Lleida	973/200336	306850	4615100	Aridos de machaqueo y hormig.

Sustancia	Empresa Explotadora		Coordenadas U.T.M.		Uso
	Domicilio	Teléfono	X	Y	
Grava-Arena	CAFISOL S.A. Partida de Grenyana, 17 Lleida	973/200512	305500	4613800	Aridos de machaqueo y prefabrica. de hormigon.
Grava-Arena	SORIGUE S.A. Pasaje Pompeyo, 4 Lleida	973/265222 242904	301750	4607300	Aridos de machaqueo y hormig.
Grava-Arena	Aridos Industrializados S.A. (ARISA). Principe de Viana, 44 Lleida	973/265489 260975	299600	4606000	Aridos de machaqueo Aglom.Asf. y hormig.
Grava-Arena	Manuel García Moreno Santa Ana, 2 Quinto de Ebro (Zaragoza)	976/177616	707650	4590700	Aridos de machaqueo
Grava-Arena	Hormiquinto S.A. Carretera Castellón km. 391 Quinto de Ebro (Zaragoza)	976/177392	708450	4588900	Aridos de machaqueo y hormig.
Grava-Arena	Hormigones Fraga S.L. Avda. Reyes Católicos, 26 Fraga (Huesca)	974/470247	278600	4596500	Aridos de machaqueo y hormig.
Grava-Arena	Aridos y Hormigones TRANSAHC SA Avda. de Lleida, 18 Granja de Escarpe (Lleida)	973/782033 782262	288600	4595950	Aridos de machaqueo y hormig.
Halita	Sales de Monzón c/ San Francisco, 2 Monzón (Huesca)	974/403039	264550	4651000	Industria Química
Halita	SALPURA S.A. c/ San José s/n Peralta de la Sal (Huesca)	974/411047	274450	4652450	Industria Química Doméstico
Yeso	Española de Placas de Yeso S.A. Madre Rafols, 2 Zaragoza	-	719300	4593100	Yesos
Yeso	Yesos Alfa S.A. General Sanjurjo, 10 Zaragoza	976/439407 439811	718500	4589500	Yesos y escayolas

8.3.- DIRECTORIO DE CENTROS DE TRANSFORMACION

PROVINCIA DE HUESCA

<u>Sustancia</u>	<u>Proceso</u>	<u>Producto final</u>	<u>Empresa - Domicilio</u>	<u>Municipio</u>
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Cerámica Literana Santa Teresa S.A. Carretera Albelda s/n Tel. 420061	Tamarite de Litera
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Cerámica Sariñena PALAU. Ctra. de Fraga s/n. Tel. 974/570096	Sariñena
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Ladrillera La Nueva C.N. 1310	Villanueva de Sigüenza
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Cerámica DOBON S.A. Carretera s/n Tel. 974/468161	Alcolea del Cinca
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Cerámica BINEFAR SCL c/ Palomar, 25 Tel. 974/428310	Binefar
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Cerámica La Huerta SA Carretera N-II km 439 Tel. 974/470398-471568	Fraga
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	Hormigones del Pirineo S.A. Ctra. Comarcal 1310 km. 73	Sariñena
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	Hormigones Quintín Ctra. de Fraga s/n Tel. 570160	Sariñena
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	Hormigones Grañen S.A. c/ La Lera s/n Tel. 390422	Grañen
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	Hormigones del Pirineo S.A. Afueras s/n Tel. 390743	Salillas
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	Hormigones del Pirineo S.A. San Juan Bosco s/n Tel. 400129	Monzón

<u>Sustancia</u>	<u>Proceso</u>	<u>Producto final</u>	<u>Empresa - Domicilio</u>	<u>Municipio</u>
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	Hormigones del Piri- neo S.A. Camino Valdemoros s/n Tel. 468507	Alcolea del Cinca
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	Aridos Quibus S.L. El Pilar s/n Tel. 468224. Ontiñena	Alcolea del Cinca
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos	Excavaciones Hnos Al- dana S.A. c/ Juan XXIII, 17 Tel. 390658. Grañen	Veilla de Cinca
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	Hormigones del Piri- neo S.A.	Valfarta
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	Hormigones del Piri- neo S.A. Ctra. Tarragona-San Sebastián km 122 Tel. 425063	Altorricón
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos	Aridos Lazaro Teruel, 16-4º C Tel. 974/428556	Binefar
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos	Aridos y Excavaciones LOARCIN S.L. Barranco, 6 Tel. 974/473461	Fraga
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	Hormigones Fraga S.L. Camino de Sotet s/n Avda. Reyes Católicos, nº 26. Tel. 471550 471754-470247	Fraga
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Pretensados de Hormigón	PREFRAGA S.A. Carretera N-II km 445 Tel. 974/472645	Fraga
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Pretensados de Hormigón	Prefabricados de Hor- migón Mur Camino Giraba s/n Tel. 974/471246	Fraga
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Pretensados de Hormigón	Pretensados Galicia Avda. de los Deportes s/n. Tel. 470637	Fraga

<u>Sustancia</u>	<u>Proceso</u>	<u>Producto final</u>	<u>Empresa - Domicilio</u>	<u>Municipio</u>
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	Boiria S.C. c/ Baja s/n Tel. 390705. Salillas	Peralta de Alcofea
Halita	Evaporación	Sal	Sal Pura S.A. c/ San José s/n Tel. 411047	Peralta de la Sal
Halita	Evaporación	Sal	Sales de Monzón c/ San Francisco, 2 Tel. 403039. Monzón	Castejón del Puente

PROVINCIA DE LLEIDA

Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Cerámica Simo Gonzá lez y Casanova S.A. c/ Balmes, 12 Tel. 740137/740500	Almacelles
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Cerámicas de Almace llas S.A. c/ Lleida s/n Tel. 740032/740371	Almacelles
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Teulería Almenar S.A. (TEALSA) Carretera Km 20 Tel. 770182/770602	Almenar
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Cerámica Llovera S.A. Avda. Ramón Espinet s/n. Tel. 756023	Alguaire
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Cerámica Alguaire S.A. Partida Piñana, s/n Tel. 756150/756258	Alguaire
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Cerámica Industrial de Balaguer S.A. Carretera Gerp, 1 Tel. 445445/445573	Balaguer
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Cerámica La Coma S.A. Ctra. Menarguens s/n Tel. 445104/450547	Balaguer
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Teulería Les Forques Camino Viejo de Llei da s/n Tel. 196443	Alcoletge

<u>Sustancia</u>	<u>Proceso</u>	<u>Producto final</u>	<u>Empresa - Domicilio</u>	<u>Municipio</u>
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Cerámica del Segria S.A. Principe de Viana, 32 Tel. 247550/260411	Lleida
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Cerámica Toldra S.A. Carretera N-II s/n Tel. 262815	Lleida
Arcilla	Cocción	Cerámica Estructural	Cerámica La Bordeta S.A. Partida C. Pilans s/n Tel. 205873	Lleida
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	Benito Arnó e Hijos Ctra. Tamarite s/n Tel. 760010/760122	Alfarrás
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	Aridos Daniel S.A. Urgel, 35 Tel. 432199	Balaguer
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	Sorigue S.A. Pasaje Pompello, 4 Tel. 242904/237416	Lleida
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos	Aridos Pelegri S.A. (ARPELSA) Sant Miquel, 11 Tel. 601733	Miralcamp
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	M. i J. GRUAS S.A. Avda. Jaime Nadal, 67 Tel. 756000/756026	Alguaire
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	SACYR Avda. César Augusto, 48. Zaragoza Tel. 200537/200504	Roselló
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos y Hormig.	Hormigones UNILAND Carretera C-7313 km 2 Tel. 200336	Lleida
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos Machaqueo y Prefabricados de hormigones	Cafisol S.A. Partida de Grenyana 17 Tel. 200512	Lleida

<u>Sustancia</u>	<u>Proceso</u>	<u>Producto final</u>	<u>Empresa - Domicilio</u>	<u>Municipio</u>
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos Machaqueo, Aglomer. Asfálti. y hormigones	Aridos Industrializa dos S.A. (ARISA) Principe de Viana, 44 Tel. 265489/260975	Lleida
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos machaqueo y hormigones	Aridos y Hormigones TRANSMABC S.A. Avda. de Lleida, 18 Tel. 782033/782262	Granja de Escarpe
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos machaqueo y hormigones	TRANSMABC S.A. c/ Afores s/n Tel. 791303. Alcarrás	Soses
PROVINCIA DE ZARAGOZA				
Alabastro		Ornamental	López Usón S.A. Ctra. Castellón km 40 Tel. 177626	Quinto de Ebro
Alabastro		Ornamental	NALSA Gaztambide, 6-4º Tel. 948/820756 Tudela (Navarra)	Quinto de Ebro
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos de machaqueo	Manuel García Moreno Santa Ana, 2 Tel. 177616	Quinto de Ebro
Grava-Arena	Tritur. Clasific.	Aridos de macha queo y hormig.	Hormiquinto S.A. Ctra. de Castellón km 391. Tel. 177392	Quinto de Ebro
Yeso	Tritur. Clasific.	Yeso	Española de Placas de Yeso S.A. Madre Rafols, 2	Quinto de Ebro
Yeso	Tritur. Clasific.	Yesos y escayolas	Yesos Alfa S.A. General Sanjurjo, 10 Tel. 439407/439811	Gelsa

8.4.- CARACTERISTICAS Y ESPECIFICACIONES DE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

8.4.1.- Arcilla Común

Se incluyen dentro de esta denominación general aquellos materiales arcillosos cuyos usos, como consecuencia de su composición mineralógica, se dirigen al campo de la cerámica estructural, alfarería y áridos ligeros obtenidos en procesos industriales de expansión de arcillas.

Son rocas sedimentarias compuestas esencialmente por minerales de la arcilla (ilita, caolinita, clorita, esmectitas, ...) siendo su composición más frecuente de tipo ilítico o ilítico-caolinítico. Entre las impurezas que suelen presentar aparecen cuarzo, carbonatos, óxidos diversos, feldespatos, materia orgánica y sulfuros.

Propiedades físicas

La propiedad más importante de las arcillas es su plasticidad al ser mezcladas con agua y la posibilidad de ser moldeadas. Esta propiedad no es exclusiva de las arcillas, pudiendo producirse también por la presencia de coloides orgánicos o geles inorgánicos.

El valor cuantitativo de la plasticidad en una pasta arcillosa va a depender de una serie de factores:

- . Tamaño de partículas
- . Capacidad de cambio de la arcilla
- . Naturaleza de los iones adsorbidos
- . Cantidad de agua en la pasta
- . Naturaleza de los iones contenidos en el agua de amasado

Usos y especificaciones

El principal uso de estos materiales arcillosos se da en el campo de la cerámica de construcción: (tejas, ladrillos, tubos, ... baldosas), alfarería tradicional, lozas groseras y medias, azulejos y gres.

Son asimismo utilizadas en manufactura de cementos y en la producción de áridos ligeros -arcillas expandidas-.

No existe normativa oficial sobre las materias primas utilizadas en la elaboración de los productos cerámicos antes citados, primando, en general, criterios económicos.

Dentro de la cerámica estructural pueden tomarse las siguientes pautas:

- . Arcillas de naturaleza ilítica o ilítico-caolinítica.
- . Contenidos en esmectitas (<10-15%) para evitar una excesiva plasticidad y problemas de contracción en el secado.
- . Arena silíceas en proporción variable: hasta 30-40%, actuando como desgrasante.
- . Ausencia de carbonatos en granos, siendo tolerable la calcita muy fina (<15%).
- . Elementos colorantes:

5-10% de Fe_2O_3 para tonalidades rojizas

3-10% de TiO_2 en presencia de Fe_2O_3 : tonalidades amarillentas

0,5-4% MnO_2 en presencia de Fe_2O_3 : tonalidades ocreas.

El color aparece asimismo afectado por otros factores tales como:

- Temperatura de cocción
- Grado de vitrificación

- Contenido en Al_2O_3 , CaO y MgO
- Composición de los gases liberados durante la cocción

. Impurezas no deseables:

- SO_4Ca <4%
- NaCl <1,5%
- Na_2SO_4 <0,4%
- Mg SO_4 <1%

El uso de estas arcillas en lozas queda restringido a las lozas de baja calidad (lozas groseras y medias), requiriéndose arcillas semirrefractarias con relaciones de contenido caolín/otras arcillas, altas. Para gres se utilizan arcillas ilítico-caoliníticas (1/1) con contenidos en Fe_2O_3 <15%. El objetivo en este sector es obtener pastas cerámicas capaces de obtener impermeabilidad por cocción, sin necesidad de esmaltes o cubiertas vidriadas, así como alta resistencia al ataque por ácidos.

Para la producción de arcillas expandidas son utilizados materiales ilita, clorita,, esmectita, vermiculitas, ... La presencia de caolinita es un factor limitante por su carácter refractario (<40%).

Interesan arcillas con contenido elevado en materia orgánica y óxidos de hierro para poder liberar el gas necesario para la expansión:

- . Materia orgánica: 0,5 - 2%
- . Fe_2O_3 : >3%

Asimismo no hay restricciones importantes respecto a la presencia de granos carbonatados, yeso y piritita (<2%).

En la manufactura de cemento, las arcillas son utilizadas como fuente de alúmina y sílice. Prácticamente todas las arcillas son aptas para este uso, primando consideraciones económicas:

Ensayos

- . Análisis químico
- . Granulometría
- . Difracción de R-X, A.T.D.
- . Límites de Atterberg
- . Contracción lineal
- . Márgenes de cocción y resistencias a compresión
- . Color de cocción

8.4.2.- Arenas y Gravas

Se incluyen en este grupo aquellas rocas detríticas no consolidadas que por su granulometría, independientemente de su naturaleza litológica, pueden ser clasificadas como arenas o gravas.

Son los áridos naturales por excelencia, que se extraen de terrazas fluviales, lechos de ríos, rañas, ... mediante medios mecánicos convencionales.

La denominación por tamaños (en mm) más usual es la siguiente:

. Morro		>	100
. Grava gruesa	50	a	100
. Grava media	40	a	60
. Grava menuda	30	a	50
. Gravilla gruesa ..	20	a	40
. Gravilla menuda ..	15	a	30
. Garbancillo	7	a	15
. Arena gruesa	2	a	5
. Arena media	0,5	a	2
. Arena fina	0,1	a	0,5
. Filler o polvo ...	0,005	a	0,08

Para mayor información sobre ensayos, usos y especificaciones, se remite al apartado 8.5.2 (Aridos).

8.4.3.- Caliza

Las calizas son rocas sedimentarias de origen químico, detrítico u organógeno, con más del 95% de carbonato cálcico, generalmente en forma de calcita (CO_3Ca).

Usos y especificaciones

Poseen un amplísimo mercado, teniendo una importante demanda en las más variadas aplicaciones industriales. Por lo general los factores que condicionan su aplicación, no son sólo los de calidad, sino que tienen gran importancia los de orden económico. Debido a la abundancia de materiales sustitutivos y a la capacidad de adaptación de muchos procesos industriales a las características de la materia prima disponible, las calizas se encuentran a menudo en competencia con otros productos.

Del mismo modo, en muchas ocasiones se prefiere una caliza de peor calidad que la teóricamente aconsejable para el proceso debido a que la relación calidad/precio puede llegar a justificar tal elección.

La demanda, asimismo, se ve fuertemente condicionada por la influencia del transporte, que limita enormemente la distancia a donde pueden llegar estos materiales, salvo en casos muy determinados de calidad muy especial.

Las calizas se utilizan en un gran número de sectores y aplicaciones industriales, aunque los sectores de la construcción y aglomerantes se reparten un 58,2% y un 38,6% respectivamente del tonelaje total extraído en España.

Debido a este gran número de procesos industriales en que entran a formar parte las especificaciones son muy diversas, basándose en sus cualidades químicas o físicas según el uso al que se destinan.

- Construcción

Las dos formas esenciales de utilización de la caliza en construcción son los áridos de trituración y la piedra tallada y pulida para ornamentación o sillería.

Como roca ornamental, comercialmente se asimila al mármol, por lo cual ha de cumplir todas las especificaciones exigidas a este material, siendo su campo de utilización el mismo.

Respecto a su uso como material triturado, además de la solidez, son importantes la resistencia a la abrasión, la dureza y la estabilidad química, así como la absorción de agua, el peso específico y la granulometría.

En cuanto a las especificaciones se refieren fundamentalmente a la presencia de sustancias perjudiciales, como pueden ser los terrones de arcilla, yesos, piritas y rocas friables o porosas en exceso.

- Fabricación de cemento

En la industria cementera se denominan calizas a aquellas rocas carbonatadas cuya riqueza en carbonato cálcico supera el 75-85%.

Las calizas son las materias primas que entran en mayor proporción en el crudo (75-90%) o mezcla de materias primas que dan lugar a un cemento, siendo su quimismo determinante en el resto de las materias primas adicionales o correctores.

A título orientativo exponemos una tabla con las limitaciones analíticas de las calizas para la fabricación de cemento:

SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Alcalis	SO ₃	S=	Cl ⁻
<13	<6	<3	>45	<3,5	<1	<0,7	<0,3	<0,1

Para mayor información ver el capítulo de Cementos, Cales y Yesos en el apartado 8.5.3.

- Fabricación de cal

Para la fabricación del cal no existen especificaciones precisas respecto de las características de la caliza como materia prima.

La presencia de Magnesio, Hierro, Azufre y materias orgánicas tiene una gran importancia en la naturaleza del producto final.

La norma UNE 41-066 clasifica las cales como:

. Cales aéreas:

Cal dolomítica (cal gris) = $MgO > 5$

Cal grasa = $MgO < 5\%$

Cal viva

Cal apagada, en polvo o en pasta

. Cales hidráulicas:

De bajo contenido en magnesia: $MgO < 5\%$

De alto contenido en magnesia: $MgO > 5\%$

La norma UNE 41-067 clasifica la cal aérea como:

		Residuos tamiz UNE		
		CaO+MgO	CO ₂	
				0,2
				0,08
- Cal aérea I	90%	5%	5%	10%
- Cal aérea II	60	5	15	-

La norma UNE 41-068 clasifica la cal hidráulica como:

	$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$	Residuos		Resisten. Compres.
		Tamiz 0,2	Tamiz 0,08	
- Cal hidráulica I	20%	5%	20%	50 Kg/cm ²
- Cal hidráulica II	15	10	-	30
- Cal hidráulica III	10	10	-	15

CO_2 <5% para las tres calidades.

Para que una caliza sea de buena calidad se requieren unas propiedades físicas referidas al tipo de cristalinidad que hagan que durante la calcinación no tenga tendencia a decrepitar. En cuanto a su calidad química, se prefieren calizas con un alto contenido en Carbonato Cálcico, pero teniendo en cuenta que es necesaria la presencia de más de un 5% en arcillas para obtener cales hidráulicas. La composición química apta del material viene regida por el índice hidráulico.

El índice hidráulico es la proporción de los compuestos de Sílice, Aluminio e Hierro presentes en las arcillas en forma de silicatos y el Magnesio y Calcio de caliza expresados en porcentaje en peso de los óxidos correspondientes.

De este índice hidráulico depende fundamentalmente el tiempo de fraguado, pudiéndose clasificar las cales según el cuadro siguiente:

Naturaleza del Producto	Indice Hidráulico	% Arcilla en la caliza primitiva	Tiempo de Fraguado
Cal grasa	0,0-0,1	0,0-5,3	-
Cal débilmente hidráulica	0,1-0,16	5,3-8,2	16-30
Cal medianamente hidráulica	0,16-0,31	8,2-14,8	10-15
Cal propiamente hidráulica	0,31-0,42	14,8-19,1	5-9
Cal eminentemente hidráulica	0,42-0,5	19,2-21,8	2-4
Cal límite, cemento lento	0,5-0,65	21,8-26,7	1-12
Cemento rápido	0,65-1,20	26,7-40,0	5-15

- Papel y pulpa de papel

La caliza se emplea en la manufactura de pulpa de papel por medio del proceso de sulfito, en el cual el carbonato reacciona con el dióxido de azufre para obtener el bisulfito de calcio, que se utiliza como digestor de madera en la Torre del sistema Jannsen.

Un análisis típico de caliza para papel es el siguiente:

CO_3Ca	96%
CO_3Mg	4% máximo
$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Al}_2\text{O}_3$	<1%
SiO_2	<1%
Materia orgánica	0%
Libre de piritas y escamas de micas y grafito.	
Tamaño mínimo 6 cm.	

- Cargas blancas

La caliza, finamente pulverizada, tiene una importante aplicación como cargas inorgánicas en numerosas industrias, exigiéndose que el material tenga un buen color blanco y una granulometría adecuada, tamaños de 200 mallas o más.

Los sectores en los que se utilizan son:

- . Cerámica
- . Insecticidas
- . Pinturas y pigmentos
- . Papel
- . Caucho
- . Baldosas y pigmentos
- . Asfaltos
- . Productor de calafateado
- . Papel de fumar
- . Cosméticos
- . Lapiceros
- . Explosivos
- . Alimentación
- . Cubiertas de suelos
- . Gravas y aceites
- . Colas
- . Cueros
- . Linóleos
- . Pulimentos de metales
- . Jabón y detergentes
- . Pasta dentrífica
- . Tintas blancas
- . Aislamientos de cables eléctricos

- Vidrio

La caliza se emplea, bien en crudo o bien calcinada, como constituyente en el baño de vidrio, actuando como fundente, si bien el aporte de óxido de calcio aumenta la estabilidad química y mecánica del vidrio.

En general se exige que la caliza contenga un mínimo del 98% de Carbonato de Calcio y Magnesio, siendo muy importante la limitación de los óxidos de Hierro y materia orgánica que no deben exceder del 0,035% y 0,1% respectivamen-

te. Los óxidos de Manganeso, Plomo, Azufre y Fósforo, deben ser mantenidos al mínimo, sin que en ningún caso excedan del 0,1%. El residuo insoluble en ClH, incluyendo la sílice debe ser menor del 1%.

Un análisis medio de caliza empleado por Cristalería Española, es el siguiente:

CaO	55,0%
MgO	0,2%
SiO ₂	-
Al ₂ O ₃	-
Fe ₂ O ₃	0,1%
Insoluble en ClH	1,1%
Pérdida al fuego	43,6%

La granulometría debe ser tal que el material sea de tamaño inferior a 2 mm y no se presenten finos en cantidades importantes (Ver apartado 8.5.7: Vidrio).

- Metalurgia

La caliza se emplea en la metalurgia del hierro y de los metales no férreos, principalmente como fundente, aunque también se puede emplear, por sus características químicas, para que participe específicamente en una reacción química, como es el caso del proceso Bayer de obtención del aluminio.

En general las especificaciones requeridas para las calizas en metalurgia son:

CO ₃ Ca + CO ₃ Mg	97,0%
S	0,1%
P	0,02%
SiO ₂	1,0%
Al ₂ O ₃	1,5%

- Tratamiento de azúcares

La caliza se emplea para purificar el zumo de la remolacha azucarera. Se precisa para ésto una caliza muy pura, con las siguientes características:

CO_3Ca}	.....	96-97,0%
SiO_2	.....	1,0% máximo
CO_3Mg}	.....	4,0% "
Fe_2O_3	.....	0,5% "

- Desulfuración de los gases de combustión

El azufre se puede eliminar antes, durante o después de la combustión. El procedimiento más generalmente utilizado es la eliminación del azufre en los gases de salida. Este proceso puede llevarse a cabo por vía seca o húmeda. El más empleado es el de vía húmeda, en el que la caliza actúa como reactivo absorbente en forma de carburo de calcio y en mezclas de cal o caliza.

Las principales exigencias en cuanto a la calidad de la caliza se refieren a la calidad química, reactividad y contenido en residuos insolubles.

CO_3Ca}	.....	85-95,0%
CO_3Mg}	.....	0-5,0%
Inertes	.....	5,0% máximo

- Calizas como correctores de suelos en agricultura

El efecto de la adición de encalantes al suelo viene determinado por:

- . Ca o Mg que se aportan: suele expresarse como elementos (Ca, Mg), como óxidos (CaO , MgO) o como carbonato de calcio equivalente (C.C.E.).

C.C.E. calcita	.....	100
C.C.E. magnesita	.....	118
C.C.E. dolomita	.....	108,6

- . Elementos metálicos pesados que se aportan indeseadamente, Pb, Hg, Cd, Cr, ...
- . Granulometría: afecta a la rapidez de la neutralización y a la homogeneidad de su disposición sobre el terreno.
- . Valor neutralizante: número que representa la cantidad de CaO que tendría la misma capacidad de neutralización que 100 Kg del producto considerado.
- . Rapidez del efecto neutralizante. Los productos cálcicos presentan una neutralización rápida y los magnésicos más lenta y duradera. Se mide por la solubilidad carbónica: % de producto disuelto en una solución saturada de gas carbónico.

Como valores generales se puede tomar:

C.C.E. >80%
 V.N. >45%
 Solub. carbónica >45%

No existe normativa española al respecto, pudiendo tomarse como referencia las normas francesas (NF-U-44-001, 44-001, 44-173 y 44-174).

A continuación se ofrecen datos obtenidos sobre calizas de la Formación "Calizas de Vegadeo". (I.G.M.E. 1985-f).

Ca %	Mg %	P %	Cr (ppm)	Pb (ppm)	Cd (ppm)	S.C.	C.C.E.	V.N.
34,3	0,37	0,0018	-	36	61	60,62	94	56
36,7	0,16	0,0043	6	36	-	62,5	91,0	55,7

Ensayos generales sobre calizas

Los ensayos preliminares más utilizados son:

- . Análisis químico completo
- . Comportamiento ante la calcinación
- . Reactividad

Con posterioridad dependiendo del campo de utilización se realizan otros ensayos como el de blancura, alcalinidad, residuo insoluble, etc.

En el caso de su utilización en ornamentación los ensayos son más específicos, realizándose ensayos de pulido, choque térmico y todos los normalizados que aparecen detallados en el capítulo de rocas ornamentales (8.5.1).

Normativa

Otras normas para distintos ensayos son:

- . UNE-70-94-55 - Método para la determinación de la humedad en cales y calizas.
- UNE-70-95-55 - Método para la determinación del anhídrido silícico y del residuo insoluble, de los óxidos de aluminio y hierro, del óxido de calcio y del óxido de magnesio en cales y calizas.
- UNE-70-96-55 - Método para la determinación del anhídrido sulfúrico en cales y calizas.
- UNE-70-97-55 - Determinación del azufre total en cales y calizas.
- UNE-70-98-55 - Determinación del óxido manganeso en cales y calizas.
- UNE-70-99-56 - Determinación de la pérdida por calcinación, del contenido en anhídrido carbónico y del agua total en cales y calizas.

- UNE-73-52-75 - Determinación de sodio en minerales de hierro, escorias y calizas mediante la técnica de absorción atómica.
- UNE-73-53-75 - Determinación de potasio en minerales de hierro, escorias y calizas.
- UNE-73-58-78 - Determinación de plomo en minerales de hierro, escorias y calizas, mediante la técnica de absorción atómica.
- UNE-73-59-78 - Determinación del cobre en minerales de hierro, escorias y calizas, mediante la técnica de absorción atómica.
- UNE-73-59-78 - Determinación de cinc en minerales de hierro, escorias y calizas.
- ASTM D75-79 - Ensayo a la abrasión Los Angeles.
- ASTM D 3-18 - Resistencia al impacto.
- ASTM C88-61 - Resistencia a los agentes atmosféricos.

Como se menciona para el caso de las dolomías, para muchos de los usos no existen normativas en España, estando en estudio el proyecto de normativa realizado por el I.G.M.E. en el que se incluyen además de las ya citadas en 8.4.9, las siguientes:

- . Caliza para purificación de azúcares.
- . Calizas para alimentación animal.

8.4.4.- Cuarcita y Arenisca

Las cuarcitas son, en su acepción más general, rocas metamórficas, formadas casi exclusivamente por cuarzo. Derivan habitualmente del metamorfismo sobre areniscas y en menos ocasiones tienen un origen metasomático.

Existe una total gradación entre areniscas y cuarcitas, función del grado de metamorfismo sufrido.

Usos

- . La cuarcita es considerada como un abrasivo silíceo natural de grado intermedio, siendo utilizada en muelas abrasivas, molinos de bolas, etc...
- . Como árido natural o árido de machaqueo.
- . La cuarcita es utilizada asimismo en manufactura de refractarios de sílice y metalurgia.
- . Las areniscas son utilizadas fundamentalmente como abrasivos y como roca de construcción.

Ensayos

- . Petrografía
- . Análisis químicos
- . Ensayos para áridos y refractarios

Normativa

Ver normativa general para áridos 8.5.2. y rocas de construcción 8.5.1.

8.4.5.- Diabasas y Ofitas

Las diabasas son rocas de composición mineralógica idéntica a la de los gabros, es decir, formadas esencialmente por plagioclasas y piroxenos, en particular augita, pero de yacimientos filonianos o subvolcánicos. Las diabasas se caracterizan por su estructura ofítica, que consiste en un entrecruzado de cristales aplanados de plagioclase en cuyos intersticios se encuentran piroxenos en grandes placas que incluyen cristales de plagioclase.

El término "ofita" se aplica a las rocas volcánicas básicas asociadas a fenómenos de diapirismo pero que petrológicamente corresponden a diabasas con textura ofítica.

Propiedades y usos

Su compacta textura hace de las diabasas una roca muy dura, tenaz, y muy resistente a la alteración. Son rocas duras, pero debido a la ausencia de cuarzo o a su muy pequeña proporción, no resultan abrasivas a la maquinaria.

Poseen una densidad de 2,8 a 3,1 t/m³, resistencia a compresión alta (1800-2500 kp/cm²) y conductividad térmica de 500 a 560 x 10⁵ cal/s/cm.

Su utilización fundamental se efectúa en el campo de los áridos de trituración (agregados de hormigón, carreteras, balasto); modernamente se aplican como agregados de alta densidad en blindajes de hormigón de reactores nucleares. También se pueden utilizar, aunque es poco frecuente, como roca de construcción (ornamental, sillería, revestimientos).

Análisis y ensayos

Como posible roca de construcción, cabe considerar los siguientes análisis y ensayos:

- Estudio petrográfico
- Loseta pulida
- Resistencia a compresión simple

- Absorción y peso específico
- Resistencia al desgaste por rozamiento
- Resistencia al choque
- Coeficiente de dilatación lineal térmica
- Módulo elástico
- Microdureza Knoop

Es decir, se consideran los ensayos habituales para definir totalmente una roca destinada a su uso como revestimiento en general. Para su utilización como árido de machaqueo, se tienen los siguientes ensayos:

Aridos para hormigón

- Granulometría
- Sustancias reaccionantes
- Estabilidad al sulfato magnésico
- Compuestos de azufre
- Absorción de agua y peso específico
- Ensayo Los Angeles
- Coeficiente de forma
- Equivalente en arena
- Partículas blandas

Aridos para aglomerados asfálticos

- Ensayo Los Angeles
- Adhesividad al betún
- Pulimento acelerado
- Absorción de agua y peso específico
- Estabilidad al sulfato magnésico

Normativa

Ver normativa general para áridos.

8.4.6.- Halita

La halita -ClNa-, sal gema y sal común es un mineral corriente y abundante, con una amplia distribución mundial.

Se presenta en solución en el agua de los océanos (1-5% ClNa), en lagos salados (asociado con sulfato sódico, minerabilita, thenardita, trona, burkeyta ...), en aguas subterráneas ... y en forma de depósitos minerales tipo "playa lake", estratificado, en domos y diapiros ... asociada con otros minerales evaporíticos.

Composición y propiedades

% Cl.	% Na	Dureza	Peso Específico	Punto de fusión
60,7	39,3	2,5	2,16	772°C

Solubilidad en agua (0°C) - 35,7%
(100°C) - 39,8%

Usos y especificaciones

- * La industria química absorbe más del 50% de la producción de sal común, siendo utilizada en la producción de cloro, carbonato sódico, hidróxido sódico, ácido clorhídrico, sulfato sódico ... compuestos que, a su vez intervienen en la manufactura de más de 14.000 productos químicos diferentes.
- * Como nutriente o condimento, en la industria conservera, sal de mesa, quesos, mantequillas, ...
- * Como conservante en carnes, pescados, queso, ...
- * Lodos de perforación.

* En procesos metalúrgicos

* Como anticongelante, en carreteras con nieve, manufactura de hielo, helados
...

Explotabilidad

En general, la pureza de los depósitos debe ser del 95% o superior.

Explotación y procesado

La explotación de sal común se realiza mediante minería subterránea -cámaras y pilares; por disolución y por evaporación solar.

En el primero de los casos, el procesado suele ser simple, requiriéndose un machacado y tamizado. Para obtener grados mayores de pureza (99%) se utiliza el proceso Sortex o el proceso Termoadhesivo. Para grados aún mayores (99,99% ClNa), sal, finalmente triturada es disuelta y recristalizada.

Ensayos

- Análisis químico
- Análisis mineralógico

Normativa

UNE 34-202-81 Cloruro sódico (sal comestible). Determinación de materias insolubles en agua o en medio ácido y preparación de las disoluciones de partida para otras determinaciones.

UNE 34-203-81 Idem. Determinación de la pérdida de masa a 110°C.

UNE 34-204-81 Idem. Determinación del calcio y del magnesio. Método complejo-métrico con EDTA.

UNE 34-205-81 Idem. Determinación de halógenos expresados en cloro. Método mercurimétrico.

UNE 34-206-81 Idem. Determinación de nitritos. Método permanganimétrico.

UNE 34-207-81 Idem. Determinación de yoduros. Método yodométrico.

UNE 34-208-81 Idem. Determinación de potasio. Método volumétrico.

UNE 34-209-81 Idem. Determinación de hierro. Método fotométrico.

UNE 34-210-81 Idem. Determinación de fluoruros. Método fotométrico.

UNE 34-231-81 Idem. Determinación de hexacianoferrato soluble en agua. Método fotométrico con azul de prusia.

UNE 34-232-81 Idem. Análisis granulométrico por tamizado mecánico.

UNE 34-233-81 Idem. Determinación de sulfatos como sulfato bórico. Método gravimétrico.

PNE 30-302-77 Cloruro de sodio para uso industrial. Determinación de las materias insolubles en agua o en medio ácido.

PNE 30-303-77 Idem. Determinación de la pérdida de masa a 110°C.

PNE 30-304-77 Idem. Determinación complexométrica con EDTA de calcio y magnesio.

PNE 30-305-77 Idem. Determinación mercurimétrica de halógenos.

8.4.7.- Yeso y Anhidrita

El sulfato de calcio se presenta en la naturaleza bajo dos formas estables: una anhidra (CaSO_4 - anhidrita), poco utilizada industrialmente, y otra dihidratada ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ - yeso), materia prima del yeso industrial.

Entre estos dos minerales estables, los sulfatos de calcio resultantes de la cocción y molido del yeso aparecen, fundamentalmente, bajo dos formas semihidratadas, en función del proceso de cocción: hemihidratos α y β .

Ambos son minerales evaporíticos, con amplia distribución mundial, y aparecen frecuentemente asociados. El yeso puede originarse por alteración de anhidrita y aparece entre otras formas como ganga en algunos filones metálicos asociado a minerales diversos.

El alabastro es una variedad de yeso masivo de grano fino; el espato satinado es una variedad fibrosa: la selenita se presenta en hojas de exfoliación incoloras y transparentes.

Composición y propiedades

	CaO	SO ₃	H ₂ O	Dureza	Peso Específico
Yeso	32,6	46,5	20,9	2	2,32
Anhidrita	41,2	58,8	-	3-3,5	2,89-2,98

De la diferente composición química de ambos minerales se derivan sus diferentes propiedades físicas: dureza, densidad, solubilidad y especialmente su distinto comportamiento térmico: el yeso, al ser calentado a 190-200°C, pasa a la forma semihidratada, mientras que la anhidrita es inerte a esas temperaturas. El yeso, al ser hidratado de nuevo, cristaliza y se endurece fraguando, derivándose de aquí el 90% de su uso industrial.

Usos

- Yeso Crudo

- . Ornamentación: Alabastro
- . Agricultura: Como corrector de suelos: en fertilizantes y abonos
- . Cemento: Como retardador del fraguado
- . Industria química: Para dar dureza permanente; obtención de sulfato amónico
- . Otros usos: Enología, farmacia, papel, algodón, pinturas, minería del carbón, metalurgia, etc.

- Yeso calcinado

- . Construcción: Como aglomerante; morteros de yeso; conglomerados ligeros; guarniciones y tundidos; como material ignífugo; estuco; prefabricados; etc.
- . Otros usos: Odontología, cerámica, imprenta, orfebrería, galvanoplastia, cementos rápidos, etc.

Explotación y procesado

La materia prima utilizada para la fabricación del yeso empleado en construcción es la piedra de yeso o algez, en sus variedades laminar, fibrosa, etc., generalmente acompañado de impurezas de tipo arcilloso.

La explotación se efectúa a cielo abierto, teniendo especial incidencia la proximidad a centros de consumo.

El procesado requiere una primera etapa de trituración y molienda que debe adecuarse al sistema de deshidratación a utilizar, variando el grado de

trituration de la roca cruda. Habitualmente se emplean machacadoras de mandíbulas y de conos.

La cocción se efectúa con o sin contacto directo con los gases de combustión en hornos fijos o rotatorios.

En otros procedimientos, la cocción se efectúa sin combustión, mezclando yeso molido con cal viva, obteniéndose un aglomerante mixto compuesto por sulfato cálcico, hemihidrato e hidróxido de cal.

Tras la cocción tiene lugar una molienda de refino y el envasado.

Explotabilidad

- Volumen mínimo explotable: 50.000 Tm
- Relación espesor cobertera/capa explotable <2
- Espesor mínimo explotable: 1 m

Ensayos

- Análisis químico
- Ensayos de calcinación
- Difracción de R-X
- Humedad

Especificaciones y normativas

La norma UNE 41-169-73 regula la clasificación y características de la piedra de yeso:

Clase	% Mínimo de $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	% Mínimo Agua cristalizada	Humedad
I Extra	95	19,88	<4%
I	90	18,83	<4%
II	80	16,74	<4%
III	70	14,65	<4%
IV	60	12,56	<4%

Tipo	Granulometría	Tolerancia
1	0-20 mm	Hasta 5% >20 mm
2	20-50 mm	Hasta 5% >50 mm
3	50-150 mm	Hasta 5% >150 mm y 20% 50 mm
4	0-150 mm	Hasta 5% >5 mm
5	0-300 mm	

La Orden de 31-5-1085 (B.O.E. nº 138, 10-6-1985) especifica el Pliego General de Condiciones para la recepción de yesos y escayolas en las obras de construcción, anulando las normas UNE 102-010 y 102-011. Se establecen los siguientes tipos y características:

- YG (Yeso grueso)
- YF (Yeso fino)
- YP (Prefabricados)
- E-30 (Escayolas)
- E-35 (Escayola especial)

CARACTERISTICAS	YG YGGL	YF YF/L	YP	E-30 E-30/L	3-35-E-35/L
Químicas:					
Agua combinada, en tanto por ciento, máximo	6	6	6	7	7
Índice de pureza (contenido teórico total en sulfato de calcio y agua) en tanto por ciento, mínimo	75	80	85	90	92
Sulfato de calcio semihidrato ($\text{SO}_4\text{Ca}21/2\text{H}_2\text{O}$) en tanto por ciento, mínimo	-	-	-	85	87
pH mínimo	6	6	6	6	6
Finura de molido:					
Retención en el tamiz 0,8 UNE-7.050, en tanto por ciento, máximo	-	-	-	0	0
Retención en el tamiz 0,2 UNE-7.050, en tanto por ciento, máximo	50	15	30	5	1
Resistencia mecánica a flexotracción, mínima en kp/cm^2 (M Pa) ...	20(2,0)	25(2,5)	30(3,0)	30(3,0)	35(3,5)
Trabajabilidad:					
Tiempo en pasar del estado líquido al plástico, máximo en minutos	8:20	8:20	8	8:20	8:20
Duración del estado plástico, mínimo en minutos	10:30	10:30	10	10:30	10:30

- Otras normas son:

UNE 102-037 - Yesos y escayolas de construcción. Método de análisis de fases

UNE 102-031 - Métodos de ensayos físicos y mecánicos

UNE 102-032 - Métodos de análisis químicos.

- Normas francesas:

NF B 12-201 - Yesos de construcción

NF B 12-401 - Finura por tamizado

NF B 12-303 - Yesos finos de construcción para enlucidos de muy alta dureza

NF B 12-302 - Yesos para staff

- Normas inglesas:

BS 1191 - Pláster de yeso para la construcción

BS 4598 - Pláster para impresiones dentales

- Normas USA:

ASTM C 22-50 - Especificaciones standard para la piedra de yeso

ASTM C 563-72 - Método standard de ensayo para determinar el SO_3 óptimo en el cemento Portland

ASTM C 471-72 - Análisis químico del yeso y productos de yeso

ASTM C 61-64 - Especificaciones para el cemento Keene

ASTM C 28-68 - Especificaciones para pláster de yeso

ASTM C 36-73 - Especificaciones para tabiques de yeso

ASTM C 59-73 - Especificaciones para yesos de enlucido y pláster de molduras

ASTM C 317-64 - Especificaciones para hormigón de yeso

8.5.- USOS Y SECTORES ECONOMICOS DE CONSUMO DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

8.5.1.- Rocas Ornamentales y de Construcción

Aunque la mayor parte de las rocas pueden ser utilizadas como tales, su inclusión definitiva en este grupo depende de dos factores, el segundo de los cuales es muy variable y subjetivo:

- Composición y comportamiento físico-químico
- Estética

Las principales rocas utilizadas son:

• GRANITOS

Desde el punto de vista comercial se incluye aquí un amplio grupo de rocas ígneas con textura granular o gneisica visible:

- Granitos s.s., granodioritas, adamellitas, ...
- Sienitas, sienitas nefelínicas, monzonitas, monzosienitas
- Basaltos, basanitas, nefelinitas, ...
- Gabros s.s., gabros olivínicos, troctolitas, noritas, anortositas, diabasas, ...
- Pórfidos y lamprófidios
- Fenolitas, tefritas, ...
- Harzburgitas, wehrlitas, lertzolitas, ...
- Gneises y migmatitas

Comercialmente, las rocas de color oscuro son denominadas como "granitos negros" (basaltos, gabros, ...)

- **MARMOLES**

Desde el punto de vista comercial se incluyen:

- Mármoles s.s.
- Calizas marmóreas, calizas ornamentales, conglomerados y bechas calcáreas
- Travertinos
- Serpentininas
- Falsas ágatas, ónice

- **ARENISCAS**

- **PIZARRAS**

Su uso principal es la fabricación de placas delgadas (3 a 6 mm) para cubiertas, aunque también se utilizan losas algo más gruesas (10-30 mm) para revestimientos y solados, e incluso pequeños bloques para mampostería. Las pizarras de grano fino se utilizan preferentemente para cubiertas, mientras que las pizarras de grano grueso, pizarras arenosas y limonitas tienen su aplicación en los otros usos constructivos; en estos últimos también se utilizan en ocasiones rocas fácilmente exfoliables: areniscas esquistosas de grano fino, esquistos e incluso calizas tableadas, las cuales, a veces, también se comercializan bajo el nombre genérico de pizarras.

**VALORES MINIMOS Y ACOTACION DE RESULTADOS DE LAS ROCAS UTILIZADAS PARA
PAVIMENTOS, SILLARES Y COLUMNAS**

	Peso Específico	% Absorción Agua	Resistencia Compresión	Resistencia Flexión	Resistencia Heladas	Resistencia Agentes Químicos
Granito	2,5	< 1,4	> 1.300	> 80	Buena	Buena
Mármol	2,5	< 1,6	> 500	> 70	Baja	Atacable
Arenisca	2,4	< 4,5	> 250	> 50	Baja	Baja
Cuarcita	2,6	< 1,3	> 1.300	> 90	Muy buena	Muy buena
Caliza	2,0	< 2,0	> 400	> 70	Baja	Atacable
Pizarra	2,5	< 1,8	> 800	> 300	Buena	Buena

**VALORES MINIMOS Y ACOTACION DE RESULTADOS DE LAS ROCAS UTILIZADAS PARA
REVESTIMIENTOS**

	Densidad	Absorción Agua	Resistencia Compresión	Resistencia Flexión
Granito	2,5	< 1,4	> 800	> 80
Mármol	2,5	< 0,75	> 500	> 70
Caliza	2,0	< 3,0	> 400	> 70

VALORES MINIMOS DE PIZARRAS PARA CUBIERTAS, SEGUN UNE 22-201-84

Peso Específico Aparente	Absorción Agua	Módulo de Rotura a Flexión	Resistencia Heladas
> 2,6	< 3%	> 290	< 3%

Al margen de normativas oficiales, es aconsejable realizar estudios de fracturación en el yacimiento (determinación de tamaño de bloque), oxidaciones e índices de deterioro.

Normativa UNE

Las normas UNE son muy detalladas para granitos, mármoles y pizarras. No obstante, los ensayos que se citan pueden hacerse extensibles al resto de las rocas contempladas:

- 7-067-54 Determinación del peso específico de los materiales pétreos
- 7-068-53 Ensayo de compresión de adoquines de piedra
- 7-069-53 Ensayo de desgaste por rozamiento, en adoquines de piedra
- 7-070-53 Ensayo de heladicidad en adoquines de piedra
- 22-170-85 **Granitos Ornamentales.** Características generales
- 22-171-85 Idem. Tamaño de grano
- 22-172-85 Idem. Absorción y peso específico aparente
- 22-173-85 Idem. Resistencia al desgaste por rozamiento
- 22-174-85 Idem. Resistencia a las heladas
- 22-175-85 Idem. Resistencia a la compresión
- 22-176-85 Idem. Resistencia a la flexión
- 22-177-85 Idem. Módulo elástico
- 22-178-85 Idem. Microdureza Knoop
- 22-179-85 Idem. Resistencia al choque
- 22-180-85 **Mármoles y Calizas Ornamentales.** Características generales
- 22-181-85 Idem. Clasificación

22-182-85 Idem. Absorción y peso específico aparente
22-183-85 Idem. Resistencia al desgaste por rozamiento
22-184-85 Idem. Resistencia a las heladas
22-185-85 Idem. Resistencia a la compresión
22-186-85 Idem. Resistencia a la flexión
22-187-85 Idem. Módulo elástico
22-188-85 Idem. Microdureza Knoop
22-189-85 Idem. Resistencia al choque
22-190-85 **Pizarras Ornamentales (Placas y losas). Generalidades**
22-191-85 Idem. Absorción y peso específico aparente
22-192-85 Idem. Resistencia al desgaste por rozamiento
22-193-85 Idem. Resistencia a las heladas
22-194-85 Idem. Resistencia a la compresión
22-195-85 Idem. Resistencia a la flexión
22-196-85 Idem. Resistencia al choque
22-197-85 Idem. Resistencia a los cambios térmicos
22-198-84 Idem. Resistencia a los ácidos
22-199-85 Idem. Calcimetría
22-200-85 Idem. Curvatura de superficie
22-201-85 Pizarras ornamentales. Pizarras para cubiertas

8.5.2.- Aridos naturales y de machaqueo

8.5.2.1.- Aridos para hormigones

• ARIDOS FINOS

Se define como árido fino a emplear en hormigones el material granular compuesto por partículas duras y resistentes, del cual pasa por el tamiz 4 (ASTM) un mínimo del 90% en peso.

- **Granulometría:** La curva granulométrica estará comprendida dentro de los límites que se señalan a continuación:

Tamiz ASTM	CERNIDO PONDERAL ACUMULADO (%)	
	Obras de fábrica	Pavimentos rígidos
1/4"	100	-
4	9-100	100
8	80-100	65-85
16	50-85	40-60
30	25-60	15-40
50	10-30 (*)	6-23
100	2-10 (*)	1-8
200	0-5	0-2

Los límites 10 y 2 pueden reducirse, respectivamente, a 5 y 0 si el hormigón tiene una dosificación de cemento superior a 300 Kg/m³, o a 250 Kg/m³ si se emplea un aireante.

La fracción comprendida entre cada dos tamices consecutivos de la serie indicada no podrá rebasar el 45%, en peso, del total del árido fino. El módulo granulométrico deberá estar comprendido entre 2,3 y 3,1.

- **Terrones de arcilla:** Su cantidad será inferior al 1% en peso.
- **Material retenido** por el tamiz 50 ASTM y que flota en un líquido de peso específico 2, debe ser inferior a 0,5% en peso.
- **Compuesto de azufre,** expresado en SO₃ y referidos al árido seco, inferiores al 1% en peso.

El árido fino estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los álcalis que contenga el cemento.

- **Materia orgánica:** No se utilizarán aquellos áridos finos que presenten una proporción de materia orgánica, expresada en ácido tánico, superior al 0,05%.
- **Estabilidad al sulfato sódico o magnésico:** Las pérdidas serán inferiores respectivamente al 10% y 15% en peso.

• **ARIDOS GRUESOS**

Se define como árido grueso a emplear en hormigones la fracción de lo que queda retenido en el tamiz 4 ASTM con un mínimo de 70% en peso.

- **Granulometría:** El tamaño máximo del árido no será inferior a 13 mm (tamiz 1/2" ASTM).

El árido grueso cumplirá las siguientes limitaciones granulométricas:

Tamaño Máximo	CERNIDOS PONDERALES ACUMULADOS MAXIMOS (%)			
	Tamiz 4	Tamiz 8	Tamiz 16	Tamiz 200
> 2"	5	-	-	1
1 1/2"	10	5	-	1
1"	10	5	-	1
3/4"	15	5	-	1
1/2"	30	10	5	1

La mitad del tamaño máximo corresponderá a un cernido ponderal acumulado superior al 85%.

- **Terrones de arcilla:** Su cantidad será inferior al 0,25% en peso.

- **Partículas blandas:** Su contenido será inferior al 5% en peso.

El árido grueso estará exento de cualquier sustancia que pueda reaccionar perjudicialmente con los álcalis que contenga el cemento.

- **Estabilidad al sulfato sódico o magnésico:** Las pérdidas serán inferiores, respectivamente, al 12% y 18% en peso.
- **Desgaste Los Angeles:** El coeficiente de calidad medido por este ensayo será inferior a 40 para el árido grueso.

8.5.2.2.- Aridos para tratamientos con ligantes bituminosos, por penetración

a) LIGANTES BITUMINOSOS VISCOSOS

• ARIDOS GRUESOS

Además de una composición granulométrica, que se especifica en el Pliego de Prescripciones Técnicas Generales del M.O.P.T., se tienen las siguientes prescripciones, que también se considerarán en puntos sucesivos:

- **Desgaste Los Angeles:** El coeficiente de calidad será inferior a 40.
- **Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg :** Pérdidas menores respectivamente al 16% y 24% en peso.
- **Adhesividad:** Porcentaje ponderal de árido totalmente envuelto superior al 75%, siempre que en el 25% restante no haya más del 15% del total que presente caras totalmente descubiertas.

• ARIDOS FINOS

Además de la composición granulométrica, su aptitud en esta utilización viene determinada por las siguientes especificaciones:

- **Desgaste Los Angeles:** Coeficiente inferior a 40.

- Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg : Pérdidas menores al 12% y 18% en peso respectivamente.

b) LIGANTES BITUMINOSOS FLUIDOS

• ARIDOS GRUESOS

La calidad del árido viene definida por las siguientes especificaciones, además de su granulometría.

- Desgaste Los Angeles: Coeficiente inferior a 40.
- Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg : Pérdidas menores al 16% y 24% en peso respectivamente.
- Adhesividad: Condiciones análogas al apartado a)

• ARIDOS FINOS

Además de la granulometría, debe cumplir:

- Desgaste Los Angeles: Coeficiente inferior a 40.
- Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg : Pérdidas menores, respectivamente, al 12% y 10% en peso.
- Adhesividad: Medida por el ensayo Riedel-Weber, coeficiente superior a 4.

c) MEZCLAS BITUMINOSAS EN FRIO

• ARIDOS GRUESOS

Fracción de la que queda retenida en el tamiz 8 ASTM o más del 85% en peso.

Los parámetros que disponen la calidad del árido en este uso deben cumplir:

- **Desgaste Los Angeles:** Coeficiente inferior a 35 para capas de regularización, de base o intermedias y a 30 para capas de rodadura.
- **Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg :** Pérdidas inferiores, respectivamente, al 12% y 18% en peso.
- **Adhesividad:** Análogas condiciones que en el apartado a).

• **ARIDOS FINOS**

Fracción de la que queda retenida en el tamiz 8 ASTM con un máximo del 15% en peso.

Los parámetros que definen la calidad deben cumplir:

- **Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg :** Pérdidas inferiores al 12% y 18% en peso respectivamente.
- **Adhesividad:** Coeficiente superior a 4 (ensayo Riedel-Weber).

d) MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE

• **ARIDOS GRUESOS**

Fracción retenida en el tamiz 8 ASTM.

- **Desgaste Los Angeles:** Coeficiente menor de 35 para capas de regularización, o de base e inferior a 25 para capas intermedias o de rodadura.
- **Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg :** Pérdidas inferiores al 12% y 18% en peso respectivamente.

- **Coefficiente de pulido acelerado:** Mayor de 0,45 para capas de autopistas o carreteras de tráfico pesado y mayor de 0,40 para el resto de vías.
- **Adhesividad:** Porcentaje del árido totalmente envuelto, después del ensayo de inmersión en agua, superior al 95%.

• **ARIDOS FINOS**

Fracción que pasa por el tamiz 8 ASTM y retenida por el 200 ASTM.

- **Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg :** Pérdidas inferiores al 12% y 18% en peso respectivamente.
- **Adhesividad:** Coeficiente superior a 4, medido en el ensayo Riedel-Weber.

8.5.2.3.- Aridos para bases de carreteras

a) BASES DE MACADAM

• **ARIDOS GRUESOS**

Además de la composición granulométrica debe cumplir:

- **Coefficiente Los Angeles:** Inferior a 35.
- **Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg :** Pérdidas menores al 16% y 24% en peso respectivamente.

b) BASES GRAVA-CEMENTO

Aparte de las características granulométricas debe cumplir:

- **Coefficiente Los Angeles:** inferior a 40.

- **Estabilidad al SO_4Na_2 o SO_4Mg :** Pérdidas inferiores al 16% y 25% en peso respectivamente.
- **Terrones de arcilla:** Menor del 2% en peso
- **Materia orgánica:** Menor del 0,05% (expresada en ácido tánico).
- **Plasticidad:** La fracción cernida por el tamiz 40 ASTM debe cumplir: límite líquido menor de 25 e índice de plasticidad menor de 6.
- **Equivalente en arena:** Superior a 30

**INDICES DE CALIDAD DE LOS VALORES QUE SE OBTIENEN CON LOS
ENSAYOS NORMALIZADOS MAS CARACTERISTICOS**

E N S A Y O S	C O M P O R T A M I E N T O			
	MALO	REGULAR	BUENO	EXCELENTE
% de absorción de agua	> 3	3-2	2-1	< 1
% de pérdida por acción del sulfato magnésico	> 24	24-15	15-6	< 6
Coefficiente de desgaste Los Angeles	> 40	40-30	30-20	< 20
Coefficiente de pulimento acelerado	< 0,35	0,35-0,45	0,45-0,55	> 0,55

Tomado de SALINAS, J.L.

8.5.2.4.- Subbases granulares

Además de las características granulométricas, debe cumplir:

- **Desgaste Los Angeles:** Coeficiente inferior a 50.
- **CBR:** Mayor de 20
- **Plasticidad:** La fracción cernida por el tamiz 40 ASTM, debe poseer: límite líquido menor de 25 e índice de plasticidad menor de 6.

8.5.2.5.- Balasto de ferrocarriles

Las especificaciones reactivas a la calidad del árido vienen dadas por:

- **Coeficiente de desgaste Los Angeles:** En cualquiera de las granulometrías ensayadas, inferior a 30, si bien en casos excepcionales puede admitirse hasta 35.
- **Estabilidad al sulfato magnésico:** Pérdidas inferiores al 10% en peso.

Normativa UNE

- 7-050-53 Cedazos y tamices de ensayos.
- 7-073-54 Determinación de impurezas ligeras en las arenas empleadas en los materiales de construcción.
- 7-082-54 Determinación aproximada de la materia orgánica en arena para hormigones o morteros.
- 7-083-54 Determinación del peso específico y de la absorción en gravas y arenas.
- 7-088-55 Determinación de la compacidad en los áridos para morteros y hormigones.
- 7-133-58 Determinación de terrones de arcilla en áridos para la fabricación de morteros y hormigones.
- 7-134-58 Determinación de partículas blandas en áridos gruesos para hormigones.
- 7-135-58 Determinación de finos en áridos utilizados para la fabricación de hormigones.

- 7-136-58 Estabilidad de áridos frente a disoluciones de sulfato sódico o sulfato magnésico.
- 7-137-58 Ensayo químico para determinar la reactividad de los áridos utilizados en la fabricación de hormigones, con álcalis de cemento.
- 7-139-58 Análisis granulométrico de áridos.
- 7-140-58 Determinación de los pesos específicos y absorción de agua en áridos finos.
- 7-151-59 Ensayo del recubrimiento de áridos con emulsiones asfálticas.
- 7-238-71 Determinación de coeficiente de forma del árido grueso empleado en la fabricación de hormigones.
- 7-244-71 Determinación de partículas de bajo peso específico que puede contener el árido utilizado en hormigones.
- 7-245-71 Determinación de los compuestos de azufre contenidos en los áridos.
- 7-324-76 Determinación del equivalente de arena.
- 7-438-78 Determinación en los áridos, del material que pasa por el tamiz 0,080 UNE 7-050.
- 41-110-58 Toma de muestras de los áridos empleados en la fabricación de hormigones.
- 41-111-58 Áridos finos para hormigones.
- 41-112-58 Áridos gruesos para hormigones.

8.5.3.- Cementos, cales y yesos

8.5.3.1.- Cementos

Las materias primas utilizadas normalmente en la fabricación del cemento son:

- Calizas o componentes fundamentales
- Correctores o componentes secundarios
- Añadidos

La mezcla, tras un proceso de molienda y homogeneización, de calizas y correctores se denomina crudo.

El crudo, calcinado a elevadas temperaturas (1400-1450°C), y enfriado con relativa rapidez, da lugar al clinker.

Por fin, la mezcla íntima, con una determinada finura, de clinker y yeso en una proporción aproximada de 95:5 se denomina cemento.

En el apartado calizas ya se han comentado las características que estos materiales deben tener para que sean aptos para la fabricación de cementos.

Entre los materiales correctores lo más importantes son:

<u>MATERIAL</u>	<u>APORTA</u>
Arenas	SiO_2
Cenizas de pirita	Fe_2O_3
Mineral de hierro	Fe_2O_3
Caolines	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2$
Bauxitas	$\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$
Arcillas, pizarras, esquistos	$\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$

El material arcilloso es la segunda materia prima en importancia a entrar a formar parte de un crudo (10-25%). Sus limitaciones analíticas suelen fluctuar entre los varoles siguientes:

	<u>%</u>
SiO_2	50-65
Al_2O_3	9-22
Fe_2O_3	4-8
CaO	0,5-10
MgO	0,5-10
Alcalis	2,0-4,5
So_3	0,5-4,0
S	< 1
Cl	< 0,3

Los añadidos son aquellos materiales naturales o industriales que, en determinadas proporciones y molidos conjuntamente con el clinker, no perjudican el normal comportamiento del cemento resultante, pudiendo aportar alguna calidad posterior adicional o mejorar algunas de las características que ya posee.

Existen dos tipos de adiciones:

- **Adiciones hidráulicamente activas (adiciones activas):** Poseen propiedades hidráulicas latents, como las escorias siderúrgicas, o son capaces de fijar la cal de los cementos (puzolanas).
- **Adiciones inertes,** que sin perturbar el fraguado, el endurecimiento o la estabilidad del cemento, introducen algunamejora que favorezca a éste (adherencia, plasticidad, blancura, rendimiento de pastas, etc.)

Entre las adiciones activas las más utilizadas son:

a) **Escorias siderúrgicas.** La adición de estas escorias en los cementos especiales fluctúa entre el 20 y el 8% en peso.

b) **Puzolanas.** Baja este norme se designanlos siguientes materiales:

- Rocas volcánicas (riolitas, andesitas, etc.)
- Rocas sedimentarias (diatomeas)
- Cenizas volantes
- Arcillas activadas

Se incluyen a continuación las expresiones frecuentemente empleadas para caracterizar crudos y una tabla de valores límite normalmente aceptados para componentes minoritarios:

A - Módulo de silicatos

$$MS = \frac{\% \text{ SiO}_2}{\% \text{ Al}_2\text{O}_3 + \% \text{ Fe}_2\text{O}_3}$$

Los valores límites del módulo de silicatos se sitúan entre 1,2 y 4,0, oscilando los valores de utilización entre 2,4 y 2,7.

B - Módulo de fundentes

$$MF = \frac{\% \text{ Al}_2\text{O}_3}{\% \text{ Fe}_2\text{O}_3}$$

Los valores de utilización de esta relación se sitúan entre 1,5 y 3,0.

C- Módulo hidráulico

$$MH = \frac{\% \text{ CaO}}{\% \text{ SiO}_2 + \% \text{ Al}_2\text{O}_3 + \% \text{ Fe}_2\text{O}_3}$$

Los valores de esta relación deben estar comprendidos entre 1,7 y 2,2.

D - Grado de saturación o standar de cal

Es la cantidad de CaO que se puede combinar con la SiO₂, Al₂O₃ y Fe₂O₃ del crudo en condiciones normales de cocción y enfriamiento. El grado de saturación máximo teórico es 100%.

En la práctica industrial es muy difícil obtener clinkers sin cal libre, es decir, con el standar de cal en crudo del 100%, por lo que se fija generalmente entre el 94 y 98%.

	VALOR MAXIMO EN CRUDO	VALOR MAXIMO EN CLINKER
MnO	0,022	0,036
Cr ₂ O ₃	0,012	0,002
Cl ⁻	0,012 - 01	0,05
S ⁼	0,3	
$\frac{SO_3}{K_2O + 0,5 Na_2O}$	0,8 - 1,0	
K ₂ O + Na ₂ O expr. como Na ₂ O	1,0	2,0
MgO	< 2,0 - 2,2	

8.5.3.2.- Cales

Según la norma UNE 41-066, cales son todos los productos de variada composición química y aspecto físico procedentes de la calcinación de rocas calcáreas (calizas, dolomía, margas, ...) y que se clasifican en dos grupos fundamentales:

- **Cal aérea:** material aglomerante constituido fundamentalmente de óxido o hidróxido de calcio y que amasada con agua tiene la propiedad de endurecerse únicamente en el aire, por acción del CO₂.

Puede ser:

- Dolomítica o gris si contiene más de 5% de MgO
- Grasa si el contenido de MgO es < 5%
- Viva compuesta prácticamente por CaO y capaz de apagarse con el agua
- Apagada compuesta por hidróxido cálcico.

- **Cal hidráulica:** es el material aglomerante, pulverulento e hidratado que se obtiene calcinando calizas que contienen sílice y alumina, a

una temperatura casi de fusión, para que se forme CaO libre necesario para permitir su hidratación y al mismo tiempo deje cierta cantidad de silicatos de calcio deshidratados que dan al polvo sus propiedades hidráulicas. Se diferencian de las aéreas, además, en que son capaces de endurecer en agua. Pueden ser de alto o bajo contenido en magnesia, si la cantidad de MgO, sobre muestra calcinada, excede o no del 5%.

8.5.3.3.- Yesos

El yeso es una roca sedimentaria, de estructura cristalina, cuyo constituyente esencial es el sulfato cálcico dihidratado.

Para un conocimiento más exhaustivo sobre ensayos, especificaciones y normativas sobre cementos, cales y yesos, se remite, a fin de evitar innecesarias repeticiones, a los apartados de Calizas (4.17.), Dolomías (4.26.), Arcillas (4.5.) y Yeso (4.61.).

8.5.4.- Cerámica estructural

El término de cerámica estructural agrupa principalmente los siguientes materiales utilizados en el sector de la construcción:

- Ladrillos: macizos, huecos ordinarios o de calidad
- Tejas
- Bovedillas

El material natural utilizado es la arcilla común, fundamentalmente illítica -esmeclítica- caolinítica, con cantidades variables de cuarzo, carbonato cálcico, feldespatos, óxidos de hierro y otras impurezas.

La marcha analítica a adoptar es la siguiente:

- Análisis químico, con expresión de SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO y MgO
- Análisis mineralógico por difracción de Rayos-X

- Análisis granulométrico
- Límites Atterberg
- Temperatura y margen de cocción con expresión de la contracción lineal a distintas temperaturas
- Resistencias a compresión de productos acabados

Las principales especificaciones industriales son las siguientes:

Ladrillo macizo

$\text{Fe}_2\text{O}_3 < 5\%$

$\text{SO}_4^{=}\text{CO}_3^{=} < 5\%$

Silice libre $< 10\%$

El índice plástico ha de estar comprendido entre 25 y 35.

Ladrillo hueco, Tejas o Bovedillas

La cantidad de Fe_2O_3 ha de estar comprendida entre el 5 y el 10%. El resto de las especificaciones son iguales que para el ladrillo macizo.

Normativa UNE

La normativa española hace referencia únicamente a productos de fábrica

- 7-058-52 Método de ensayo de la resistencia del gres al ataque por agentes químicos.
- 7-062 Ensayo de heladicidad en los ladrillos de arcilla cocida.
- 7-063-53 Ensayo de fluorescencia en los ladrillos
- 7-191-62 Ensayo de permeabilidad de las tejas de arcilla cocida
- 7-192-62 Determinación de la resistencia a la intemperie de las tejas de arcilla cocida.
- 7-193-62 Determinación de la resistencia a la flexión de las tejas de arcilla cocida.

- 7-193-77 IR Método de ensayo para la medida de la resistencia a la flexión de tejas.
- 7-268-73 Determinación de la succión de los ladrillos.
- 7-312-77 Método de ensayo para la medida de la resistencia a la flexotracción del material constituyente de grandes piezas cerámicas.
- 7-318-77 Determinación de la dilatación potencial de materiales cerámicos por tratamiento con agua caliente.
- 7-319-77 Medida de la resistencia a la flexión de piezas en vano de bovedillas cerámicas.
- 67-019-84 IR Ladrillos de arcilla cocida para la construcción. Características y usos.
- 67-024-78 Tejas cerámicas.
- 69-026-84 Ladrillos de arcilla cocida. Determinación de la resistencia a la compresión.
- 67-027-84 Idem. Determinación de la absorción de agua.
- 67-028-84 Idem. Ensayo de heladicidad.

8.5.5.- Industria Química

Casi todos los minerales industriales y muchas rocas industriales (ya descritas en el apartado 4 encuentran importantes aplicaciones en la industria química y sus derivados.

Según Jones (1973) los minerales más comunes, los productos químicos derivados de ellos y los usos finales, se pueden glosar en la siguiente tabla:

MINERAL	REACTIVOS	PRODUCTO	USOS FINALES
Espodumena	Acido sulfúrico Caliza	Sulfato de Litio Hidróxido de Litio	Cerámica, vidrio, moldeos Refrigerantes, brillantinas, vidrios altamente resistentes
Halita	Electricidad, agua	Sosa caústica Cloro Hidrógeno	Productos químicos diversos, textil, papel, metales Productos químicos, papel Síntesis de amoníaco, metalurgia, productos químicos
	Amoníaco, Cal, CO ₂	Carbonato sódico Cloruro Cálcico	Productos químicos, vidrio, jabones y metalurgia Supresión de polvo, tratamiento para carreteras
Silvina	Electricidad, agua	Hidróxido potásico Cloro Hidrógeno	Fertilizantes, detergentes Ver Halita Ver Halita
Berilo	Fluoroferrito sódico	Hidróxido de berilio	Tubos fluorescentes, tubos TV, vidrio, cerámica
Caliza	Calor, oxígeno	Cal CO ₂	Sosa caústica, tratamientos de aguas Productos químicos, carbonato Na

MINERAL	REACTIVOS	PRODUCTO	USOS FINALES
Anhidrita	Gas, Carbón, Oxígeno	Acido sulfúrico Cal	Fertilizantes, química, pigmentos, refinado de petróleo, metalurgia Ver Caliza
Epsomita Magnesita Salmueras	Dolomías Calor, oxígeno	Oxido Magnésico (Magnesia) Acido clorhídrico	Refractarios, productos químicos diversos, cementos Química orgánica
Celestina	Carbón	Carbonato de estroncio	Vidrio, cerámica, pirotecnia, Tubos TV
Barita	Carbón	Carbonato de Bario Cloruro de Bario	Vidrio, cerámica, tubos TV, pirotecnia, oxigenoterapia, magnetos, medicinas, ladrillos, detergentes para metales
Bastnaesita, Monacita Xenotima	Acido sulfúrico	Oxidos de Tierras raras	Colorantes para vidrio, polvos abraxios, catálisis, lentes fotográficas, arcos de carbono
Zircón	Cloro, coque	Oxícloruro de circonio	Producción de metales, productos químicos especiales
Rutilo	Cloro, coque	Tetracloruro de titanio	Pigmentos, Titanio (metal) agentes resistentes al agua
Pirolusita	Acido Clorhídrico	Cloruro de Manganeso	Baterías, detergentes, fertilizantes, vidrio, esmaltes
Colemanita	Carbonato sódico	Borato sódico	Detergentes, filtrantes
Bauxita	Acido sulfúrico	Hidróxido aluminico, Sulfato aluminico	Tratamientos de aguas, refractarios, floculantes, catalizadores
Cuarzo	Carbonato sódico Cloro, coque	Silicato sódico Tetracloruro de silicio	Adhesivo, cementos, jabones, defloculantes Siliconas y cauchos
Caliches	Acido sulfúrico	Acido nítrico	Fertiizantes, química en general

MINERAL	REACTIVOS	PRODUCTO	USOS FINALES
Rocas fosfatadas	Acido sulfúrico Sílice, coque	Acido fosfórico Fósforo	Fertilizantes, detergentes, cargas en alimentación Tratamiento en agua
Azufre	Aire, calor	SO ₂ Acido sulfúrico	Fungicidas, insecticidas, disolventes, agentes reductores Ver anhidrita
Pirita	Aire, calor	Acido sulfúrico	Ver anhidrita
Fluorita	Acido sulfúrico	Acido fluorhídrico	Química orgánica, fundentes, metalurgia, dentífricos, separación de isótopos, grabados de agua fuerte

8.5.6.- Cargas, filtros y absorbentes

Cargas

Las cargas minerales son materiales inertes que son incorporados a otras sustancias con el fin de modificar algunas propiedades:

- Coste de elaboración
- Características físicas
- Flujo y/o reología
- Resistencia al fuego
- Densidad
- Conductividad térmica
- Color, brillo, opacidad
- Dureza, fragilidad, resistencia a impactos
- Deformabilidad, viscosidad, punto de reblandecimiento
- Conductividad eléctrica
- Textura superficial
- Expansión térmica
- Resistencia a la abrasión
- Etc.

Estos efectos son consecuencia de las propiedades específicas de la sustancia utilizada como carga: inercia química, granulometría, forma de partículas, color índice de refracción, etc.

Los ensayos para evaluar estas propiedades son muy variados, dependiendo de cada mineral, de la propiedad que se quiera estudiar y de las especificaciones concretas del sector. Los más habituales son:

- Análisis químico y mineralógico
- Granulometría; tamaño, forma y distribución de los granos
- Blancura
- Humedad
- Densidad

- pH
- Absorción de aceite (Normas Ford y Westinghouse)

PRINCIPALES PROPIEDADES DE ALGUNAS CARGAS MINERALES

	Peso Específico	Dureza	Indice Refracción	pH	Absorción aceite cc/100 gr
Asbestos	2,5-2,6	2,5-4,0	1,51-1,55	8,5-10,3	40-90
Barita	4,3-4,6	2,5-3,5	1,64	7,0	6-10
Bentonita	2,3-2,8	1,5	1,55-1,56	6,2-9,0	20-30
Diatomita	2,0-2,35	4,5-6,0	1,42-1,49	6,0-8,5	100-300
Calcita	2,7	3,0	1,66	7,8-8,5	6-30
Caolín	2,6	2,0-2,5	1,56-1,58	4,5-7,0	25-50
Mica	2,7-3,0	2,0-3,0	1,59	7,4-9,4	25-50
Perlita	2,5-2,6	5,0	1,72	11,0-12,6	20
Pumita	2,2-2,6	5,0-6,0	1,49-1,50	7,0-9,0	30-40
Pirofilita	2,8-2,9	1,0-2,0	1,57-1,59	6,0-8,0	40-70
Pizarra	2,7-2,8	4,0-6,0	-	6,0-8,0	20-25
Sílice cristalina	2,6-2,65	6,5-7,0	1,53-1,54	6,0-7,0	20-50
Talco	2,6-3,0	1,0-1,5	1,57-1,59	8,1-9,0	20-50
Vermiculita	2,2-2,7	1,5	1,56	7,0	-
Yeso	2,3	1,5-2,0	1,52	6,5-7,0	17-25

Condensado de Ind. Minerals and Rocks, AIME, 1983

Filtros

Para que una sustancia pueda ser utilizada como filtro industrial debe reunir las siguientes características:

- Formar una costa o torta muy porosa
- Area superficial baja
- Correcta distribución granulométrica acorde al tipo de filtrado a realizar
- Baja retención
- Resistencia a colapso bajo presión
- Posibilidad de poder ser suministrada en varios grados

Los materiales más frecuentemente utilizados son:

- Arenas silíceas
- Diatomita
- Perlita expandida
- Asbestos
- Turba
- Zeolitas
- Tierras de Fuller (arcillas paligorskíticas y/o esmectíticas)
- Bauxitas activadas

Absorbentes

Los principales minerales utilizados son:

- Sepiolita
- Paligorskita
- Bentonitas
- Bauxitas activadas
- Tierras de Fuller

Los ensayos generales a realizar son:

- Absorción de agua y aceite (Normas Ford y Westinghouse)
- Poder decolorante
- Degradación granulométrica
- Humedad

8.5.7.- Usos agrícolas

Se incluyen en este grupo:

- Fertilizantes
- Correctores de suelos
- Sustratos para cultivos

El objetivo de los fertilizantes es suplir las deficiencias en nutrientes de un determinado suelo. En este sentido, los nutrientes esenciales, considerados como minerales fertilizantes, pueden ser divididos en:

- **Primarios:** Nitrógeno, Fósforo y Potasio
- **Secundarios:** Calcio, Magnesio y Azufre
- **Trazas:** Boro, Hierro, Manganeso, Cobre, Zinc, Molibdeno y Cloro

Los principales minerales y rocas, directa o indirectamente utilizados, son:

- Nitratos: Potásico, cálcico, magnésico
- Fosfatos y apatito
- Potasas
- Caliza, calcita, dolomita, magnesita
- Azufre, piritas
- Yeso
- Borax, colemanita
- Calcopirita, cuprita, esfalerita, molibdenita

En el capítulo de corrección de suelos, las principales sustancias utilizadas son los carbonatos: Caliza, calcita, mármol, etc. Aparte del Ca^{++} y Mg^{++} , que se aportan como nutriente, el principal factor a evaluar es el valor neutralizante y la solubilidad carbónica (ver apartado 4.17)

La principal sustancia utilizada como sustrato para cultivos es la turba.

Otras sustancias son: Perlita, Pumita, Vermiculita.

Entre otros factores, interesan:

- pH
- Retención de agua
- Contenido en materia orgánica y azufre (turba)
- Granulometría adecuada a la demanda aire/agua específica de cada planta

8.5.8.- Minerales Decorativos y gemas

Se incluyen bajo esta denominación una serie de sustancias utilizadas en la elaboración de elementos decorativos tras un proceso de corte y tallado o pulido.

No se hace una mención especial de los minerales considerados como gemas, remitiéndose a los capítulos correspondientes.

Se expone a continuación una relación de las principales sustancias contempladas, algunas de las cuales pueden ser consideradas como gemas semi-preciosas, y de sus características físicas.

	Composición química	Dureza	Densidad	Color
Ambar	Hidrocarbano	2,0-2,5	1,0-1,5	Amarillo translúcido a marrón rojizo
Azabache	C, H, O	2,0-2,5	1,1-1,4	Negro
Azurita	Carbonato Cu	3,5-4,0	3,8	Azul
Calcita: • Calcita estalactítica pisolítica • Calc. espática	CaCO ₃	3,0	2,7	Blanco, transparente a rojizo bandeada
Coral	Ca CO ₃	3,5-4,0	2,6-2,7	Negro, rojo, blanco...
Cuarzo: • Calcedonia: Agata Crisoprasa Heliotropo Onice • Jaspe	SiO ₂ Var. criptocrist. fibros. Granulares Criptocrist.	7,0	2,65	Capas de diferentes colores Verde Verde con puntos rojos Capas de diferentes colores Rojizo
Falsa ágata	CaCO ₃	3,5	2,7	Bandeada
Jade • Jadeita • Tefrita	Silicato Na, Al Silicato Ca, Mg, Fe	6,5-7,0 6,5-7,0	3,3 3,0-3,2	Verde, amarillento, blanco, ... Verde amarillento
Lazurita (Lapislázuli)	Aluminosilicato Na, S	5,0-5,5	2,4-2,9	Azul intenso
Malaquita	Carbonato Cu, OH	3,5-5,5	3,9-4,0	Verde
Obsidiana	Aluminosilicato, vidrio	5,0-5,5	2,3-2,6	Incoloro a negro
Opalo	SiO ₂ .nH ₂ amorfo	5,5-6,5	1,9-2,3	Variable
Sepiolita	Aluminosilicato Mg, OH	2,0-2,5	1,0-2,0	Blanco, crema
Variscita	Fosfato hidratado, Al, Fe	3,5-5,0	2,5-2,8	Blanco amar. azul, verde
Xilópalo	SiO ₂ .nH ₂ O amorfo	5,5-6,5	1,9-2,3	Variable
Yeso Alabastro	CaSO ₄ .2H ₂ O	2,0	2,32	Blanco a marrón