

# **Panorama actual de las rocas y minerales industriales en España**

*José Pedro Calvo Sorando*

Instituto Geológico y Minero de España (IGME)

## **INTRODUCCIÓN**

Desde hace varias décadas, la denominada “minería no metálica”, es decir, aquella que incluye la explotación y aprovechamiento de rocas y minerales industriales, ha ido experimentando en España un crecimiento notable, tanto en términos absolutos como relativos. Tras siglos con una gran importancia minera, basada en sustancias metálicas tales como el plomo, cinc, oro, mercurio, cobre, plata, wolframio, hierro, etc., la producción de estos elementos ha sufrido una fuerte caída en nuestro país, siendo prácticamente inexistente a principios del siglo XXI. En lo que se refiere a minerales energéticos, la producción de hulla y lignitos en España ha tenido relevancia, aunque también está sujeta a un proceso de reducción progresiva, tal como sucede en buena parte de los países de la Unión Europea. Otras sustancias energéticas, como los hidrocarburos y minerales radioactivos, suponen una contribución prácticamente anecdótica a la demanda total del país, que se configura como altamente dependiente del abastecimiento exterior de combustibles fósiles sólidos.

En contraste con lo indicado para las sustancias metálicas y energéticas, la variedad de rocas y minerales industriales, la existencia de yacimientos de calidad y cantidad suficiente, el tejido industrial creado y los mercados abiertos en las últimas décadas han supuesto el que este sector minero tenga una importancia nada desdeñable en el conjunto de la actividad económica española, alimentando, entre otras, industrias tan notables como la de la construcción. El gran dinamismo mostrado por la construcción en los últimos años constituye, sin duda, una de las razones que explican la fuerte demanda de rocas y minerales industriales en España. Basta señalar que la industria de la construcción aportó en 2004 el 18,2% del PIB nacional. La explotación de áridos, de materias primas para cemento, de

piedra natural, de arcillas para cerámica, de yeso y de materias primas para la fabricación de vidrio ha experimentado una tendencia al alza en paralelo al incremento de la actividad constructiva, que corresponde en un 76% a edificación y en un 24% a obra civil.

En este artículo se presentan los datos más actualizados disponibles sobre la producción, en cantidad y valor, de rocas y minerales en España, al tiempo que se hace mención específica de algunas de las sustancias más relevantes. Asimismo, se describen las actuaciones más destacadas llevadas a cabo por el Instituto Geológico y Minero de España (IGME) en este sector minero. El artículo concluye con diversos comentarios sobre los problemas que se detectan actualmente y las oportunidades que aparecen abiertas para un desarrollo adecuado del aprovechamiento de las rocas y minerales industriales en nuestro país.

Quiero expresar mi agradecimiento a los miembros del Área de Rocas y Minerales Industriales de la Dirección de Recursos Minerales y Geoambiente del Instituto Geológico y Minero de España (IGME), y en particular a D. Manuel Regueiro y González-Barros y D<sup>a</sup>. Carmen Marchán, por su inestimable ayuda y sugerencias a la hora de presentar los datos que figuran en este trabajo. Los datos relativos a la actuación del IGME en la Región de Murcia han sido extraídos del estudio “Ordenación del Sector de los Áridos en la Región de Murcia (Estudio previo)” realizado por D. Paulino Muñoz y D<sup>a</sup>. Immaculada García a solicitud de la Consejería de Economía, Industria e Innovación de esa comunidad autónoma.

## EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN MINERA EN ESPAÑA

En la actualidad, la producción de sustancias minerales en nuestro país representa aproximadamente el 1% del PIB (algo más del 4,25% del PIB industrial), cifrándose en unos 5.300 millones de euros el valor del total de las sustancias minerales producidas. De este valor, la producción de rocas y minerales industriales supuso, en 2003, el 78% (Figura 1), mostrando la tendencia de incremento relativo en el conjunto de la minería española que se mantiene en los últimos años (Figura 2).

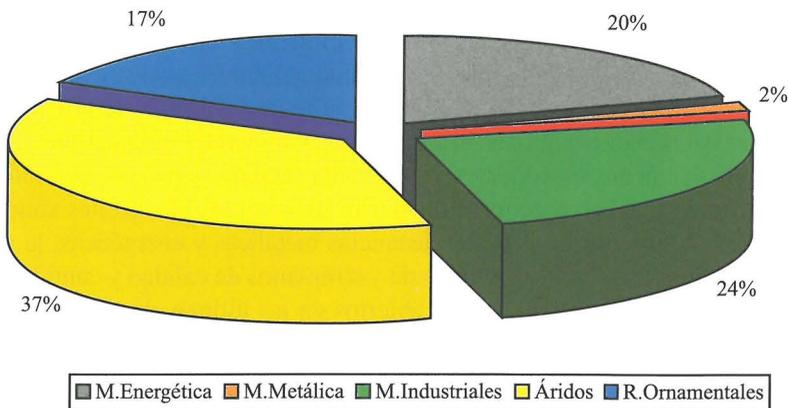


FIGURA 1. Distribución porcentual del valor de las sustancias energéticas, minerales metálicos y rocas y minerales industriales (subdivididos en áridos, rocas ornamentales y resto de minerales) en el año 2003.

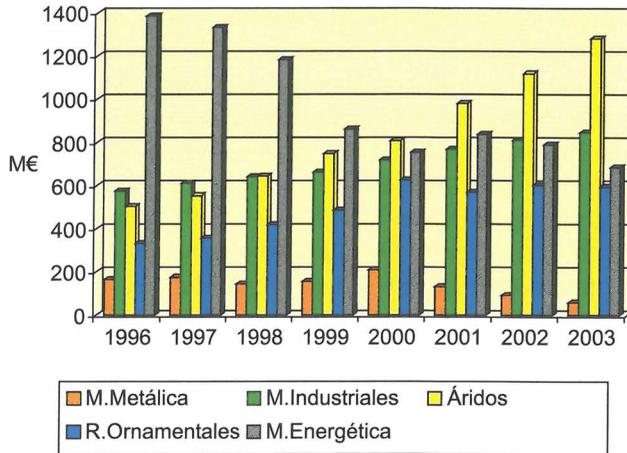


FIGURA 2. Evolución del valor de la producción, a pie de mina, de las sustancias energéticas, minerales metálicos y rocas y minerales industriales extraídos en España en el periodo 1996-2003 (Fuente: Estadística Minera de España, Ministerio de Industria, Turismo y Comercio).

La producción de minerales metálicos experimentó en España una serie de vaivenes que ha resultado en un continuado descenso a partir del año 2000. Aparte de la incidencia de los bajos precios de los metales en la coyuntura internacional en ese momento, el declive tiene relación también, a nivel local, con acontecimientos desgraciados, tales como la rotura de la balsa de lodos de Aznalcóllar, y el final de las reservas de cinc y mercurio en minas tan importantes como Reocín y Almadén, respectivamente. En la Figura 3 se muestra la evolución del valor de la producción de los minerales metálicos en España así como la cronología de algunos de los eventos que han contribuido de forma esencial a esa evolución.

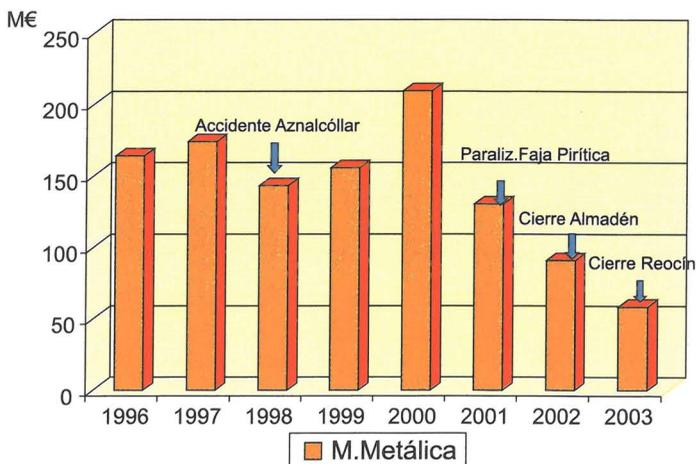


FIGURA 3. Cronología de algunos de los eventos más destacados que han condicionado la evolución de la minería metálica en España en los últimos años.

La puesta en marcha de nuevos proyectos mineros y el desarrollo de algunos operativos ya desde hace unos años en el sector de la minería metálica puede hacer variar estas cifras en un futuro, aunque difícilmente servirán para hacer recobrar a España su carácter de referente mundial en la producción de esas sustancias. Destacan es ese sentido las explotaciones de oro de la compañía Río Narcea Gold Mines, en Asturias (El Valle y Carlés), con la posible apertura de una nueva mina en Salave, la explotación de níquel y polimetálicos en Agua Blanca (Badajoz), propiedad también de Río Narcea Gold Mines, y el proyecto Las Cruces, para extracción de cobre, en Gerena (Sevilla), pendiente aún de autorización.

Por su parte, la producción de minerales energéticos supuso aproximadamente el 20% del valor total de la producción minera española en 2003 (Figura 1). La producción de minerales energéticos se centra esencialmente en la extracción y aprovechamiento de hullas, antracitas y lignitos, con una marcada tendencia decreciente en función de la reestructuración de este sector. La actividad extractiva se lleva a cabo en unas 50 explotaciones, de las que 47 corresponden a carbón y 3 a petróleo y gas.

Frente a esa situación, la producción de rocas y minerales industriales en España no ha dejado de experimentar un crecimiento importante en las dos últimas décadas y, en particular, presenta un desarrollo mantenido a lo largo del periodo 1996-2003 (Figura 4). Buena parte de este aumento en la producción de rocas y minerales industriales aparece relacionado con la notable demanda de áridos que, en el periodo aludido, prácticamente se ha triplicado con motivo de la realización de grandes obras de infraestructura así como de la edificación en nuestro país. La producción de rocas ornamentales, o piedra natural, no es ajena a este crecimiento y el resto de la producción de minerales industriales presenta asimismo un incremento mantenido.

De acuerdo con las estadísticas oficiales disponibles y con algunos datos directamente obtenidos por el IGME, la producción total de rocas y minerales industriales en España fue, en 2003 de unos 650 Mt., con un valor de producción a pie de cantera superior a los

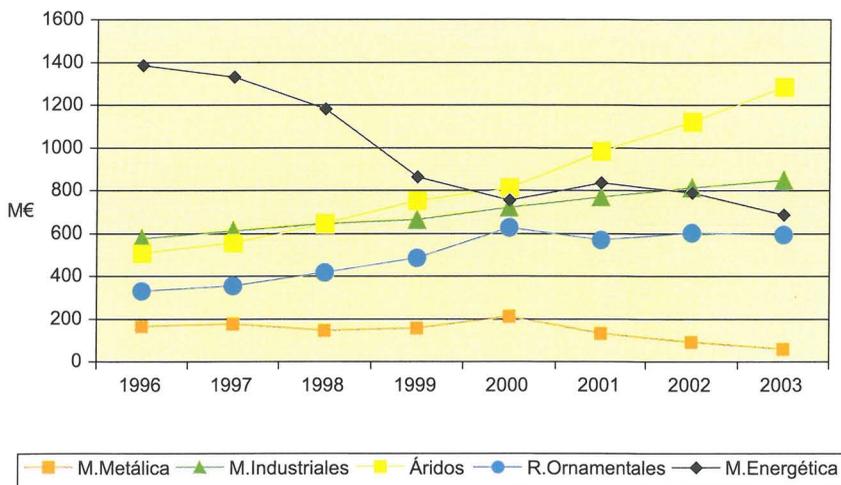


FIGURA 4. Evolución del valor de la producción minera en España durante el periodo 1996-2003 (referido a valores, en M€, a pie de mina).

2.500 M€. Esta elevada producción supone la existencia de más de 4.100 explotaciones de rocas y minerales industriales, sin contar aquellas de carácter efímero relacionadas con el aprovisionamiento circunstancial de algunas obras de infraestructura menores. El número de empresas del sector es de unas 3.800, lo que da idea de una considerable atomización empresarial que de por sí no es un aspecto positivo para el desarrollo de la actividad en un futuro. En cualquier caso, todo ello redundará en la generación de un importante volumen de empleo, cifrado en más de 25.000 puestos de trabajo directo para el sector de las rocas y minerales industriales y que, una vez más, resalta en su evolución con el presentado por los sectores de la minería energética y metálica (Figura 5).

### Empleo

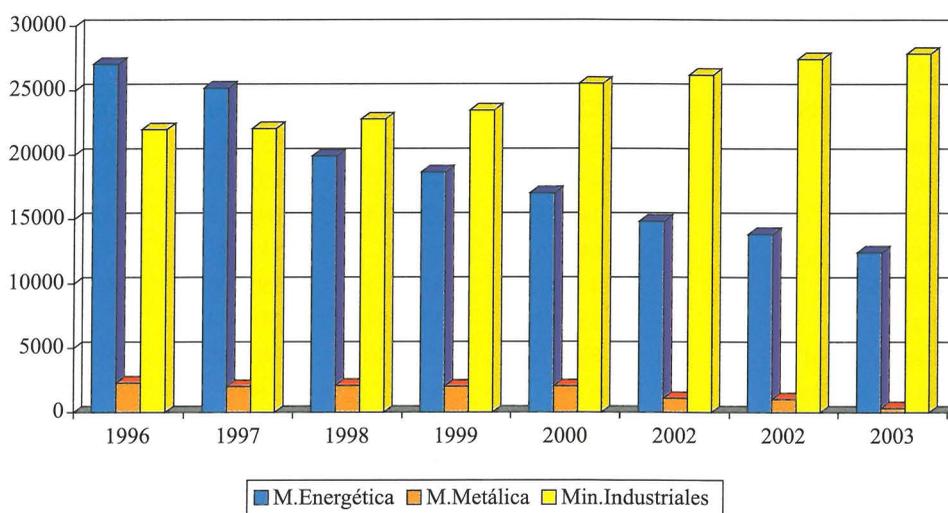


FIGURA 5. Evolución del empleo directo relacionado con los diversos sectores de la minería en España (periodo 1996-2003).

La importancia económica de las rocas y minerales industriales no queda sólo patente en las cifras anteriormente expuestas, debiendo ser complementadas con los resultados finales de los productos a los que dan lugar, sea, por ejemplo, el valor de la producción de piedra natural elaborada, baldosas, cemento u otros que, tras su fabricación presentan un valor añadido notable. Asimismo, el volumen de empleo indirecto generado a partir del uso como materia prima de los minerales y rocas industriales es muy elevado.

### SITUACIÓN ACTUAL DE LA PRODUCCIÓN DE ALGUNAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN ESPAÑA

En la Tabla 1 se presentan los datos de la producción de la mayor parte de las rocas y minerales industriales en España en los últimos años. Como se deduce a partir de dicha tabla, en nuestro país se extrae una amplísima variedad de las sustancias incluidas en este

sector minero, quedando fuera, no obstante, algunos minerales industriales de alto interés, por ejemplo, carbonato sódico, boratos, cromita, zeolitas, etc., cuya presencia no es acorde con las características geológicas de España.

**TABLA 1.**  
**EVOLUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN NACIONAL DE LAS DIVERSAS SUSTANCIAS INCLUIDAS EN EL SECTOR DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES A LO LARGO DEL PERIODO 2000-2003 (FUENTES: ESTADÍSTICA MINERA DE ESPAÑA, ASOCIACIONES EMPRESARIALES, ESTIMACIONES DEL IGME; P = DATOS PROVISIONALES, T = PRODUCCIÓN EN TONELADAS)**

	2000	2001	2002	2003 p
Arcillas especiales (t)	906 750	965 393	886 300	840 644
Azufre de piritas (t S)	94 222	89 796	0	0
Azufre de desulfuración (t S)	675 730	763 103	780 000	900 000
Barita (t )	28 796	50 640	52 844	40 776
Caolin (t)	430 000	440 000	450 000	430 000
Celestina (t)	148 352	129 794	160 158	152 383
Diatomita (t)	64 616	66 433	53 558	57 934
Feldespató (t)	4 92 028	514 285	550 000	563 915
Fluorita (t )	135 024	128 697	141 434	139 698
Sulfato sódico (t )	834 262	855 140	946 945	996 248
Litio (t lepidolita)	6 597	6 281	6 800	6 333
Magnesita cruda (t MgO)	221 077	233 089	268 200	218 786
Mica (t)	3 489	3 593	5 127	5 467
Óxidos de hierro (t)	87 000	126 000	153 444	180 275
Piedra pómez (t)	761 540	857 223	701 528	750 648
Potasa (t K <sub>2</sub> O)	521 984	470 717	406 695	594 355
Sal (t)	3 869 000	3 655 076	3 892 384	3 987 670
Sílice industrial (t)	5 041 207	5 032 501	4 984 618	5 072 154
Talco (t)	111 979	93 238	108 312	101 739
Turba (t)	44 000	46 000	55 300	56 492
Arcilla común (t)	37 000 000	45 500 000	50 000 000	50 500 000
Áridos (t)	355 700 000	378 900 000	396 000 000	419 900 000
Carbonato cálcico (t)	2 000 000	2 000 000	2 100 000	2 150 000
Dolomía (t)	1 500 000	1 600 000	1 898 000	1 751 418
Dunita (t)	739 000	695 000	906 533	950 000
Rocas ornamentales. Granito (t)	1 280 000	1 361 000	1 386 702	1 343 144
Rocas ornamentales. Mármol (t)	3 661 000	3 941 000	4 787 438	4 543 280
Pizarras de techar (t)	767 000	758 000	824 625	817 346
Otras rocas ornamentales (t)	956 000	875 000	519 212	1 058 366
Mat. Primas para cemento (t)	46 639 513	48 394 647	50 099 486	51 222 814
Yeso (t)	9 929 000	11 909 000	11 218 410	11 366 375

La tabla expuesta no permite, sin embargo, subrayar la importancia que, en términos relativos, tiene nuestro país dentro de la economía mundial de las rocas y minerales industriales. Se indicará, por ello, que España es en la actualidad el tercer productor mundial de piedra natural y, dentro de este sector que agrupa varios subsectores, es el primer productor de pizarras, segundo de mármoles y séptimo de granitos. España es también el 2º productor mundial de celestina, tras México, 2º productor de fluorita en Europa y principal productor de yeso en este continente, donde también es el único productor de sulfato sódico natural. Es asimismo el principal productor europeo de sepiolita. Nuestro país tiene las mayores reservas de arenas feldespáticas en el conjunto europeo y, un aspecto que a veces se olvida por lo común de la sustancia, es el principal productor y consumidor mundial de arcillas rojas. Tanto este último aspecto como el anterior están en estrecha relación con la enorme importancia que ha alcanzado el sector cerámico español en el ámbito mundial.

La producción de piedra natural, tanto en bruto como en producto elaborado, ocupa desde hace años una posición privilegiada en el sector español de rocas y minerales industriales, ofreciendo además un balance comercial positivo de más de 600 M€. España sigue siendo el tercer productor mundial, tras China e Italia, de roca ornamental y el primero en producción de pizarra de techar. La industria española de piedra natural se ha dotado de los elementos y útiles más modernos, tanto en lo que se refiere a la extracción como a la transformación de los productos (Figura 6), aunque se advierte en la actualidad una fuerte competencia y una relativa disminución de mercado como resultado de la entrada de varios países (Brasil, India, ...) con variedades de rocas no existentes en nuestro territorio, por ejemplo, granitos negros y rojos, mármoles verdes, etc...



FIGURA 6. Frente de la explotación de granitos Azul Platino en las proximidades de Trujillo, provincia de Cáceres.

Las deficiencias observadas en la industria de la piedra natural en España, que intentan corregirse con una mayor producción de material elaborado frente a la venta en bloques, exige una mayor concentración empresarial y una búsqueda decidida de mercados exteriores, al tiempo que una mayor innovación en los productos. Un aspecto positivo que rentabiliza las explotaciones de piedra natural, tanto en el caso de los granitos como de mármoles, es la instalación de plantas de machaqueo de áridos, que dan salida económica y medio-ambiental a los estériles generados durante la extracción. En lo que se refiere a la extracción de pizarras, concentrada en las provincias de León y Orense y con explotaciones más reducidas en Badajoz y Segovia, existen ya varios casos de extracción mediante minería subterránea, lo que redundará favorablemente en una menor generación de estériles.

Tal como se muestra en las Figuras 2 y 4, el valor de la producción de áridos ha experimentado un aumento creciente, alcanzando los 1.300 M€ en 2003, con un valor medio en origen superior a 5€/t, que corresponden a una cifra superior a los 430 Mt de áridos, tanto naturales como de machaqueo (Tabla 1). España figura actualmente como segundo país productor de áridos en Europa, por detrás de Alemania. La extracción de áridos se realiza en unas 2.255 explotaciones, de las que 1.915, repartidas por todo el país, estaban activas en 2004 (datos de ANEFA). Por comunidades autónomas, las mayores producciones se dan en Andalucía, Comunidad Valenciana, Cataluña y Madrid, que suponen en conjunto el 56% de la producción nacional. Dentro de los materiales utilizados como áridos destacan las calizas, las arenas y gravas y los granitos. Aparte de estas sustancias, la extracción de áridos de alta calidad para su uso en infraestructuras muy exigentes, tales como balastos para el tendido de las vías del AVE, supone una producción bastante elevada y de valor económico muy notable (Figura 7).



FIGURA 7. Planta móvil de trituración y cribado de áridos con destino a las obras de infraestructura del AVE en Almonacid de Toledo (Áridos Arnó).

La extracción de áridos supone el empleo directo de 12.920 trabajadores, a los que se suman los relacionados con su transporte y la fabricación de productos transformados. Una relación de las empresas productoras de áridos en nuestro país se encuentra en Bustillo et al. (2001) y en las estadísticas de ANEFA.

En los últimos 10 años, se ha duplicado el consumo de áridos para la construcción en España. Sólo en 2004, dicho consumo experimentó un incremento del 4,2% con respecto al año anterior. Por comunidades autónomas, los mayores incrementos tuvieron lugar en Extremadura, Castilla-León, Castilla-La Mancha y Andalucía. Como se indica posteriormente, otras comunidades autónomas tienen previsto aumentar notablemente su producción y consumo de áridos, coincidiendo con la previsión y planificación de importantes infraestructuras a nivel regional.

Por su lado, la industria cementera mantiene las necesidades de abastecimiento en las 42 fábricas existentes y las incrementará con algunas nuevas instalaciones. Es de señalar que actualmente se está importando clinker para cubrir las necesidades de abastecimiento en el sector de la construcción. La producción de materias primas para cemento supera los 51 Mt, con un incremento mantenido en los últimos años (Tabla 1). El cumplimiento del Protocolo de Kyoto supone una seria amenaza para el mantenimiento y desarrollo de la actividad de las fábricas de cemento, que deberán adecuar sus procesos de fabricación de clinker a las restricciones de emisión de gases de efecto invernadero derivadas de dicho protocolo.

Este último aspecto es también aplicable a la industria cerámica, tanto estructural como azulejera, en particular en lo que se refiere a una mayor eficiencia energética de los procesos de fabricación. De igual forma, la necesidad de disminuir la emisión de otros efluentes contaminantes constituye un reto que la industria cerámica debe resolver para garantizar el alto nivel de desarrollo alcanzado.

En el sector de cerámica estructural, la demanda de arcillas comunes es intensa en comarcas tales como La Sagra, provincia de Toledo, en Cataluña, Rioja, etc. y está en vías de ampliación en zonas ya tradicionales, como Bailén. Como se ha indicado previamente, España es en la actualidad el mayor productor, al tiempo que consumidor, de arcillas rojas a nivel mundial. La producción de arcillas superó, en 2003, los 50 Mt (Tabla 1).

La fabricación de baldosas, con fuerte consumo no sólo de arcillas de cocción roja y blanca, sino también de feldespatos, carbonato cálcico y otros minerales, y una adecuación a nuevas tecnologías, mantiene su posición de liderazgo dentro de la Unión Europea, siempre centrada en Castellón y con áreas de abastecimiento de la materia prima arcillosa en esa provincia y en áreas próximas (Figura 8). Dentro de la industria cerámica española, que con una facturación superior a los 6.000 M€ representó en 2004 aproximadamente el 1,20% del PIB nacional, el sector de pavimentos y revestimientos constituye la parte más dinámica y, en conjunto, más productiva, generando alrededor del 60% del valor total de la producción cerámica en España. Según ASCER, en ese año, la producción de baldosas cerámicas fue algo superior a los 635 millones de m<sup>2</sup>, con un valor de 3.670 M€. El 53% de la producción de baldosas cerámicas fue destinada a la exportación, especialmente a Europa, Norteamérica y Oriente medio. España tiene actualmente una cuota del 24,7% del comercio mundial de baldosas.

La fabricación de cerámica sanitaria supone asimismo un importante sector de consumo de arcillas, en este caso de cocción blanca, siendo abastecida por explotaciones de caolín y arcillas caoliníferas, como las existentes en diversas formaciones mesozoicas de la Cordi-



FIGURA 8. Vista de uno de los frentes de explotación de arcillas caoliníferas en Riodeva (Sibelco Minerales S.A.), en el límite de las provincias de Teruel y Valencia.

llera Ibérica. Estas explotaciones combinan en muchos casos la producción de arcillas de cocción blanca con la extracción de arenas silíceas destinadas a la fabricación de vidrio. Esta coincidencia de yacimientos con sustancias de aplicación en la industria cerámica y en la del vidrio se da también en depósitos de arenas feldespáticas, como los explotados en la provincia de Segovia (Figura 9).

La situación de privilegio de nuestro país en cuanto a líder de producción de determinadas sustancias minerales de interés industrial se mantiene en el caso del yeso y los productos de base yeso consumidos por el sector de la construcción. Como se ha indicado anteriormente, España sigue siendo el primer productor europeo y segundo en el mundo de piedra de yeso y sus derivados. Asimismo se puede resaltar que es el primer abastecedor europeo de materia prima para roca ornamental de alabastro. Esta situación dominante se basa en las inagotables reservas existentes en nuestro sustrato geológico así como en el desarrollo de un potente tejido industrial en el que la innovación en la eficiencia de los procesos de fabricación y calidad de los productos acabados es destacable. La producción de yeso en España superó en 2004 los 11Mt, dentro de un crecimiento sostenido en los últimos años (Tabla 1). En la Figura 10 se muestra una vista general de la mayor cantera de yesos existente actualmente en Europa, que se localiza en las inmediaciones de Sorbas, en la provincia de Almería.



FIGURA 9. *Extracción de arenas feldespáticas y silíceas a partir de depósitos de dunas eólicas en la provincia de Segovia (Industrias del Cuarzo S.A.).*



FIGURA 10. *Explotación de yesos de edad Messiniense en Sorbas, provincia de Almería. En esta explotación, la mayor parte del yeso se comercializa en crudo, siendo directamente embarcado para su exportación en el vecino puerto de Carboneras.*

Dentro de la producción de minerales industriales con destinos diferentes a la industria de la construcción, persiste la importancia de varias de las sustancias que son reconocidas mundialmente como características de la minería española. Es el caso de algunas arcillas especiales, en particular la sepiolita, con el mayor depósito del mundo localizado en Madrid y sus alrededores (Figura 11).



FIGURA 11. *Explotación por transferencia de sepiolita en Cabañas de la Sagra, Cuenca de Madrid.*

La producción de sulfato sódico, en sus dos variedades, glauberita y thenardita, se aproxima al millón de toneladas y las reservas estimadas en depósitos terciarios de la Cuenca de Madrid, Duero y Ebro superan los 730 Mt (Figura 12), siendo España el único productor europeo y primer productor mundial de sulfato sódico natural.

Otro mineral relevante es la celestina, de la que nuestro país es segundo productor mundial, detrás de Méjico, con una producción de más de 150.000 t, valorada en unos 7 M€, en 2003. Otras sustancias, tales como la dunita, presentan también un incremento notable y suponen una contribución importante al mercado de los materiales refractarios (Tabla 1). La dolomita y magnesita (Figura 13) ocupan también un puesto importante en el mercado de refractarios, siendo su producción, no obstante, insuficiente para satisfacer la demanda actualmente existente (Regueiro y Marchán, 2004).

El carbonato cálcico, sobre todo en su variedad de ultramicronizado, ha ido aumentando su cuota de mercado. Talco, fluorita, óxidos de hierro utilizados como pigmentos, potasa y



FIGURA 12. Explotación de glauberita en Cerezo de Río Tirón, provincia de Burgos. La extracción se realiza mediante voladuras que esponjan el material, el cual es posteriormente lixiviado haciendo circular agua a la temperatura adecuada para la disolución incongruente del sulfato sódico.

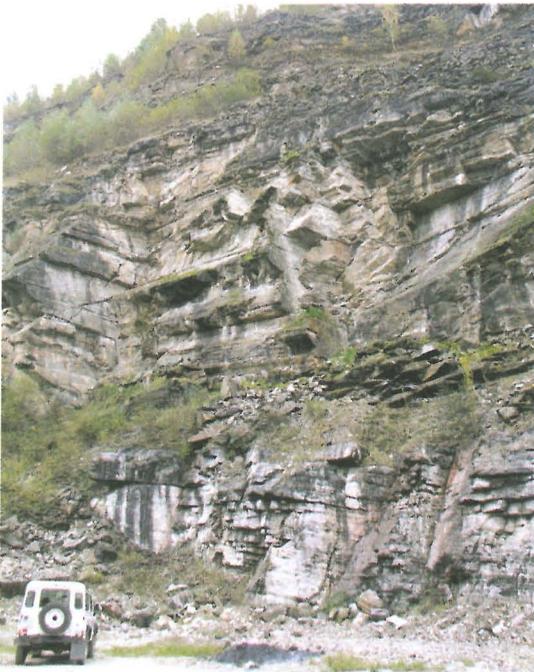


FIGURA 13. Afloramiento de los niveles de magnesita (parte inferior de la sección) junto a la bocamina de la explotación subterránea de Magnesitas de Rubián S.A. en la provincia de Lugo.

diatomita completan este panorama de los minerales industriales producidos en cantidades importantes a partir de los yacimientos existentes en nuestro país. Dicho panorama se completa con la producción de sal común, que en 2003 se acercó a los 4 Mt, y que tiene varias fuentes de suministro, tanto yacimientos diapíricos de sal gema como salmueras beneficiadas en salinas costeras. En lo que se refiere a esto último, el aprovechamiento combinado de los sistemas tradicionales de beneficio de las salmueras litorales con las procedentes de los procesos de desalación en la costa levantina supondrá un incremento notable en la producción de sal, resolviendo al tiempo los problemas ambientales derivados de la necesidad de eliminación de las salmueras residuales.

## Actividades del IGME en el sector de las rocas y minerales industriales

La relevancia del subsector de las rocas y minerales industriales dentro del conjunto de la producción minera nacional ha hecho necesario el disponer de una infraestructura geológica sólida que favoreciese su crecimiento, desarrollo y modernización. El Instituto Geológico y Minero de España, como organismo encargado de generar dicha infraestructura, desde su creación en 1849, ha contribuido de forma decisiva a la tarea de investigar y evaluar los recursos mineros existentes en nuestro país y, en particular, los de carácter no metálico. Un papel muy importante jugado por el IGME ha sido la confección de mapas mineros temáticos y la realización de proyectos específicos dirigidos a la investigación de rocas y minerales industriales que, en algunos momentos, ha tenido un carácter globalizado a escala de todo el territorio.

La información sobre la existencia de explotaciones de rocas y minerales industriales figura ya en la 1ª Serie del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000, que se desarrolló entre los años 1928 y 1969. Dentro de las extensas memorias que acompañan las hojas geológicas de esa serie cartográfica figuran numerosas y, en muchos casos, proliferas descripciones de canteras de muy diversos productos, en ocasiones con datos sobre su producción y uso.

Con el Plan Nacional de Abastecimiento de Materias Primas Minerales (PNAMPM), desarrollado entre 1970 y 1976, tiene lugar un fuerte impulso de la investigación minera en España que, en lo relativo al IGME, se concreta en una importante contribución de este organismo al Plan mediante el análisis sistemático de las sustancias minerales conocidas en nuestro país y su potencial desarrollo, así como con la puesta en marcha de la 2ª Serie del Mapa Geológico Nacional a escala 1:50.000, conocido como Plan MAGNA, que ha culminado en 2003. No hay que olvidar que dicho plan de cartografía geológica, que ha cubierto la totalidad de las 1.164 hojas del territorio nacional, se inició como un soporte indispensable para la evaluación de los recursos mineros y de petróleo en nuestro país.

Coincidiendo con el Pnampm, se llevó a cabo el Mapa de Rocas Industriales a escala 1:200.000, que consistió en 93 hojas y sus correspondientes memorias. Este mapa supuso la creación de un inventario muy completo de indicios y yacimientos que ha sido objeto de numerosas consultas, tanto por parte de la Administración como de particulares y empresas. De especial interés es la documentación complementaria obtenida durante la realización de los mapas, información que queda recogida en forma de fichas de inventario a partir de las cuales se conforma el Archivo Nacional de Rocas y Minerales Industriales (ANRMI), disponible en el Instituto Geológico y Minero de España. Como resultado de todo ello, se puede decir que España es posiblemente el único país del mundo que posee mapas de rocas y minerales industriales a una escala suficientemente detallada que cubren todo su territorio.

Obviamente, con el paso del tiempo la información derivada de la fase de investigación anteriormente descrita fue quedando obsoleta, dada la pujanza del subsector de las rocas y minerales industriales dentro del panorama económico español. Entre los años 70 y 80 se solicitan numerosos permisos de investigación, se abren explotaciones y se experimenta con nuevas aplicaciones, dentro de un subsector caracterizado por una gran versatilidad en el uso e innovación de las sustancias. Todo ello obligó a plantear una actualización de los programas de investigación y cartografía de rocas y minerales industriales dentro del IGME, recogiendo el enorme volumen de información generado desde el periodo anterior.

Así, durante los años 1987 y 1988 se elaboró un Manual de Metodología para la realización de nuevos mapas de Rocas Industriales a escala 1:200.000. Dicho manual ha servido de base para la realización de más de 20 hojas que, a su vez, han propiciado la confección de mapas de rocas y minerales industriales a nivel provincial y de comunidad autónoma. Los criterios de valoración utilizados en estos mapas incluyen criterios geológicos (tamaño y calidad del yacimiento, entre otros), criterios técnicos (formas de extracción y tratamiento) y criterios socio-económicos e infraestructurales (estudio de mercado, vías de comunicación, disponibilidad de agua y energía, propiedad del suelo, etc), sin olvidar otros aspectos políticos y legales tanto en términos de seguridad minera como de regulación medioambiental.

La elaboración de esta nueva serie cartográfica se continúa en la actualidad con nuevas hojas que, dadas las mejoras tecnológicas disponibles, en particular el uso de soportes digitales y el manejo de amplias bases de datos, se conciben como documentos flexibles en los que se puede almacenar de forma adecuada la información cambiante que caracteriza este tipo de mapas temáticos.

En cualquier caso, la nueva serie cartográfica iniciada a finales de los años 80 se configura como un documento capaz de proporcionar información fiable sobre indicios y explotaciones activas o inactivas en una región que favorezcan la exploración y explotación de rocas y minerales industriales en ella, sugiriendo áreas con posibilidades razonables de llevar a cabo una investigación con éxito. Los nuevos mapas presentan, además, una caracterización tecnológica de las principales sustancias existentes en la región, definiendo sus posibles usos industriales.

En conjunto, se considera que esta documentación cartográfica generada por el IGME debe incidir en la planificación del territorio allí donde están puestas en marcha actividades económicas que requieren un amplio uso de rocas y minerales industriales.

Recientemente, el IGME ha llevado a cabo diversos proyectos que ejemplifican la necesidad de evaluar y definir de forma integrada los recursos existentes y potenciales de una determinada sustancia de cara a su aprovechamiento en función de la planificación de las actividades económicas previstas en una determinada región. Un caso reciente, que describiré de forma breve, es el de la ordenación del sector de los áridos en la Región de Murcia, que se suma a otros desarrollados a nivel provincial en Málaga y, posiblemente, en fecha próxima, en la Comunidad de Cantabria.

El estudio previo de Ordenación del sector de los áridos en la Región de Murcia ha sido realizado por el IGME a solicitud de la Dirección General de Industria, Energía y Minas de la Consejería de Economía, Industria e Innovación de la Región de Murcia. El objetivo de este estudio es el de marcar las pautas a seguir para la ordenación sostenible del sector ante la fuerte demanda de áridos prevista para un horizonte no menor de 7 años con motivo de una serie de grandes actuaciones infraestructurales en la región. Dichas infraestructuras abarcan la construcción de diversas autovías, un nuevo aeropuerto, la construcción de una línea de ferrocarril de alta velocidad y el desarrollo de numerosas áreas residenciales. El trazado o situación de estas nuevas infraestructuras previstas se recoge en la Figura 14.

El estudio realizado por el IGME ha abarcado diversas fases en las que:

- a) Se ha recopilado y analizado la información actualmente disponible sobre los áridos en la Región de Murcia, concluyéndose que esta información es escasa, dispersa y heterogénea.



FIGURA 14. Situación de las nuevas infraestructuras, tanto construcción como obra pública, previstas en la Región de Murcia.

- b) Se ha planteado la metodología a seguir para obtener unos resultados útiles y de aplicación directa para definir la idoneidad de la explotación de áridos y la satisfacción de la demanda. Esta metodología gravita sobre el parámetro “distancia centro de producción – centro de consumo”, por lo que se trabajó sobre dos modelos de distancias críticas (radios de 15 y 30 km).
- c) Se ha determinado la futura demanda de áridos en los sectores de la construcción y de la obra pública derivados de las grandes actuaciones infraestructurales previstas.
- d) Se ha definido la distribución geográfica de la demanda.
- e) Se ha precisado la capacidad actual de satisfacción de la demanda previsible.
- f) Se han llevado a cabo los estudios geológico-mineros necesarios para la ubicación de nuevas explotaciones de áridos en caso de déficit.

Un dato relevante extraído del estudio se refiere a la producción actual de áridos en Murcia, tanto los de naturaleza carbonatada y silíceas como los derivados del tratamiento de estériles producidos en las explotaciones de mármoles en la región (Tabla 2).

**TABLA 2**  
**PRODUCCIÓN ACTUAL DE ÁRIDOS EN LA REGIÓN DE MURCIA**  
**Y RESERVAS ESTIMADAS**

Tipo de árido	Producción anual (t)	Reservas estimadas (t)
Carbonatados	12.665.040	271.107.583
Silíceos	1.271.835	37.404.829
Procedentes de escombreras en canteras de mármol	1.764.610	6.063.460

Estos datos se acompañan con los de reservas estimadas para cada tipo de árido. Asimismo, como conclusión del análisis efectuado, se valora el volumen total de áridos necesario para satisfacer la demanda de las grandes infraestructuras previstas (Tabla 3), teniendo en cuenta, por ejemplo, que la construcción de 1 km de autovía requiere unas 30.000 t de árido, la de 1 km de ferrocarril unas 10.000 t, o que la edificación de una vivienda unifamiliar consume entre 100 y 300 t de árido.

**TABLA 3**  
**DEMANDA ESTIMADA DE ÁRIDOS DERIVADA DE LAS GRANDES**  
**ACTUACIONES DE INFRAESTRUCTURA PREVISTAS EN LA REGIÓN**  
**DE MURCIA, CON UN HORIZONTE DE AL MENOS SIETE AÑOS**

Tipo de Infraestructura	Áridos carbonatados (t)	Áridos silíceos (t)
Autovías	13.501.680	3.208.320
Aeropuerto	326.800	108.000
Línea Alta Velocidad	616.200	1.333.800
Residenciales	12.475.600	1.247.560
<b>Totales</b>	<b>26.920.280</b>	<b>5.897.680</b>

Las conclusiones en cuanto a la producción de áridos y la ubicación de canteras en Murcia respecto a la situación de la demanda prevista son, por una parte y para un modelo de estudio de radio 30 km, que las necesidades de áridos estarían suficientemente cubiertas con el volumen de producción actual y con las reservas estimadas.

Esta conclusión es algo diferente si se utiliza una distancia crítica entre los centros de producción – centros de consumo de 15 km; en ese caso se detectan cinco áreas deficitarias en áridos (Figura 15), de las que tres (Oeste de Caravaca de la Cruz y Moratalla, Término municipal de Murcia y límite con la provincia de Alicante, Zonas SO y S de la Región de Murcia) exigirían investigaciones geológico-mineras más detalladas, con la consiguiente

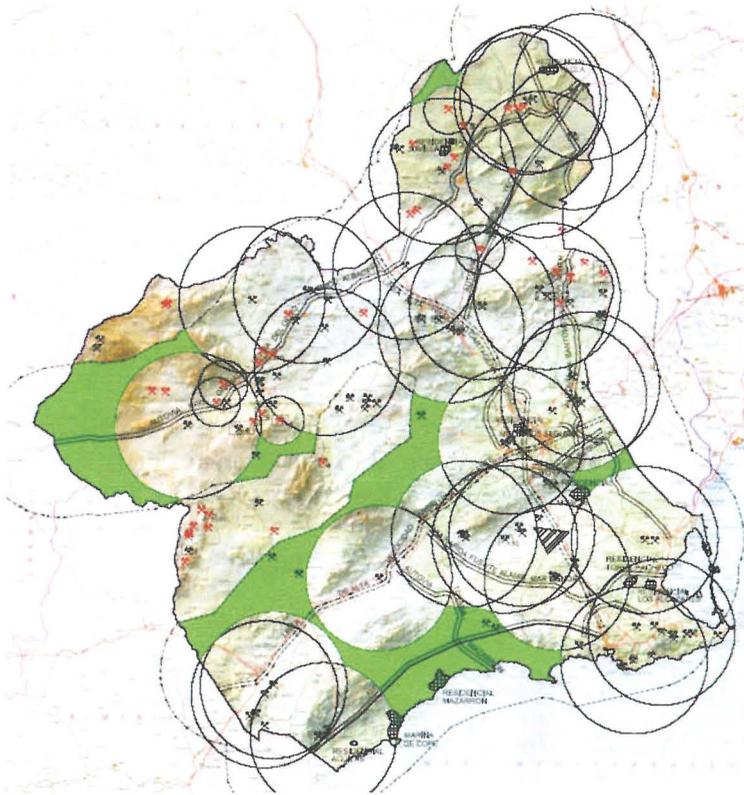


FIGURA 15. Intersección de las áreas de influencia (para un modelo de radio = 15 km) de las nuevas grandes infraestructuras previstas en la Región de Murcia con las canteras de áridos y roca ornamental actualmente existente. En verde quedan señaladas aquellas áreas donde existe un déficit de áridos carbonatados y silíceos de acuerdo con el modelo propuesto en el estudio previo para la ordenación del sector de áridos en la Región de Murcia.

caracterización tecnológica de los materiales. Una recomendación destacable del estudio previo realizado es la necesidad de incorporar de forma plena las canteras-escombreras de rocas ornamentales, casi exclusivamente mármoles, al sector de los áridos dentro del plan general de ordenación de estos.

## PERSPECTIVAS DEL SECTOR DE LAS ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES EN ESPAÑA

Dada la evolución reciente del sector de las rocas y minerales industriales en nuestro país, es difícil pensar que dicho sector experimente una disminución importante en un futuro inmediato, teniendo en cuenta la amplia variedad de sustancias explotadas, la dimensión de las industrias a las que aporta materia prima y el considerable grado de especialización adquirido por los industriales del sector. De hecho, las posibilidades de crecimiento son aún muy elevadas. A ello contribuye la notable cantidad de reservas estimadas de muchas

sustancias; los casos del yeso, de los áridos, de algunas arcillas, tanto comunes como especiales, de muchas variedades de piedra natural, etc, son ejemplos de esta abundante presencia de rocas y minerales industriales en nuestro subsuelo.

Aunque el balance es positivo desde un punto de vista económico y social, con una relevante contribución al PIB y al mercado de trabajo, se atisban algunos nubarrones ante los cuales el sector español de rocas y minerales industriales deberá reaccionar. Uno de ellos es el crecimiento de la competencia por parte de algunos países emergentes, entre ellos China, pero también India, Brasil y otros países en vías de desarrollo, que comienzan a invadir mercados hasta ahora cómodos para la industria española sobre la base de costes de fabricación más reducidos. Este hecho obliga, por una parte, a mejorar la eficiencia energética de los procesos de extracción y manufactura así como la calidad de los productos.

Este último aspecto es sustancial y debe ir acompañado de la potenciación en las actividades de I+D+i, con su consiguiente incremento de inversiones, de forma que se obtenga un mayor valor añadido en los productos. Ejemplos más arriba mencionados, como el de los ultramicrozados de carbonato cálcico, dolomía y de sílice, u otros relativos a productos cerámicos, acabados de la piedra, etc., marcan pautas a seguir en el campo de la innovación de las rocas y minerales industriales.

Por otra parte, el recorte en algunos mercados hace necesaria la búsqueda de otros nuevos, que se lograrán necesariamente con una mejor oferta de calidad frente a los países en competencia. Esta salida al exterior estará favorecida por un engrosamiento de la capacidad financiera, que posiblemente supone una mayor concentración empresarial y, sin duda, apoyos por parte de las diversas administraciones. La presencia de empresas multinacionales fuertes en algunas industrias del sector de las rocas y minerales industriales, un aspecto resaltado por Regueiro y Marchán (2004), posiblemente contribuye a dotar de mayor solidez del sector.

Tal como se ha indicado en la introducción de este trabajo, la construcción constituye el motor esencial de la actividad en el ámbito de las rocas y minerales industriales. Una posible, evidentemente no deseable, contracción de este sector redundaría de forma dramática en el actual panorama.

El sector de las rocas y minerales industriales, al igual que el conjunto de la minería, se enfrenta desde hace ya unos años a una situación incómoda para su actividad, que se ha concretado en la ralentización, cuando no paralización, de varios proyectos mineros. Esto es debido, por una parte, al rechazo social que progresivamente ha ido generando la actividad minera y que se deriva de su incidencia medioambiental. Lamentablemente, son numerosos los ejemplos en el pasado, aunque también en fechas algo recientes, de esta incidencia negativa de la minería en el paisaje, en el medio hídrico y edáfico, y aún en lo que supone de riesgo para la vida humana y en la fauna y flora. Las dificultades que en este momento se están planteando, por ejemplo en la localidad de Borabia, en Soria, para un proyecto de explotación de magnesitas atestiguan esta situación. La necesidad de buenos proyectos mineros respetuosos con el medio ambiente y de buenas prácticas de restauración es condición necesaria para lograr una mayor aceptación social de un hecho, el de la extracción de sustancias útiles para el desarrollo humano, al que es difícil sustraerse. Todo ello debería llevar aparejada una correcta formación e información hacia el ciudadano sobre la importancia del aprovechamiento de estos recursos para su bienestar.

Por otro lado, algunas administraciones se muestran reacias a la concesión de permisos de exploración y explotación, tanto por motivos medioambientales como por preferir un uso del suelo dirigido a otros cometidos, sobre todo residenciales. Ello está suponiendo un encarecimiento de las licencias para la apertura de explotaciones mineras en su demarcación territorial que introduce un factor de incertidumbre importante en el futuro de las empresas mineras.

La ausencia de una actualización de la vigente Ley de Minas, que data de hace más de 30 años, está suponiendo una dificultad para el desarrollo de la actividad minera en el sector de las rocas y minerales industriales sin que se vislumbre una salida inmediata a esta cuestión. Otras iniciativas legislativas, como la aplicación del reciente Decreto-ley de modificación del reglamento de explosivos, se anuncia asimismo como un elemento que puede imponer, si no se adecua convenientemente, severas restricciones a la actividad cotidiana de muchas explotaciones.

Por último, la aplicación del Protocolo de Kyoto, en lo que supone de obligatoriedad de disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>, lleva aparejada un incremento en los costes de fabricación de muchos productos cuya materia prima son las rocas y minerales industriales. Es de confiar en que se alcanzará un adecuado balance entre la rentabilidad económica de estos usos de sustancias minerales y los beneficios medioambientales que dicho protocolo supone.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bustillo, M. y Calvo, J.P. (2005). *Materiales de Construcción*. Fuego Editores, Madrid, 458 pp.
- Bustillo, M., Calvo, J.P. y Fuego, L. (2001). *Rocas Industriales. Tipología, aplicaciones en la construcción y empresas del sector*. Ed. Rocas y Minerales, Madrid, 410 pp.
- Espí, J.A. (2004). La minería española durante el periodo 2002-03. *Canteras y Explotaciones*, 443: 8-16.
- Fuego, L. (2004). El árido y la actual ley de minas. *Rocas y Minerales*, 395: 46-60.
- Marchán, C. y Regueiro, M. (2004). La industria española de las rocas y minerales industriales. *Rocas y Minerales*, 392: 64-80.

Páginas web con información sobre el sector de rocas y minerales industriales

ATEDY (Asociación Técnica y Empresarial del Yeso) – <http://www.atedy.es/>

ANEFA (Asociación Nacional de Empresarios Fabricantes de Áridos) – <http://www.aridos.org/>

ASCER (Asociación Española de Fabricantes de Azulejos y Pavimentos Cerámicos) – <http://www.spaintiles.info/esp/ascer/>

IGME (Instituto Geológico y Minero de España) - Panorama Minero – [http://www.igme.es/internet/Recursos Minerales/indexc.htm](http://www.igme.es/internet/Recursos%20Minerales/indexc.htm)

OFICEMEN (Agrupación de Fabricantes de Cemento de España) – <http://www.oficemen.com/>