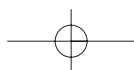
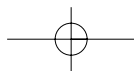
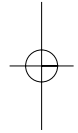
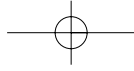


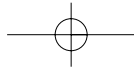
DOCUMENTOS
COTEC SOBRE
NECESIDADES
TECNOLÓGICAS



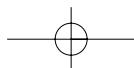
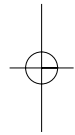
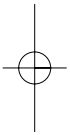


ÍNDICE

I. Presentación	5
II. El sector de las rocas ornamentales.	
Situación en España.	11
1.- Introducción.	11
2.- Conclusiones principales de las sesiones.	13
III. Amenazas tecnológicas en el sector industrial español de las rocas ornamentales y principales líneas de I+D para la competitividad del sector.	17
1.- Introducción	17
2.- Exploración:	18
• Reconocimiento de la geología regional	18
• Localización concreta de áreas explotables	19
• Evaluación de yacimientos localizados	20
• Otras carencias	21
3.- Explotación:	22
• Rendimiento de la actividad extractiva	22
• Proceso de corte del granito	23
• Dimensiones de las chapas del granito	24
• Explotación selectiva de Pizarras	24
• Explotación de mármoles	25
• Efectos medioambientales y reducción de estériles en los tres subsectores	26
4.- Elaboración:	27
• Caracterización y ensayos	27
• Proceso de elaboración	27
• Adquisición de maquinaria y equipos	28
• Transferencia real de tecnología	28
• Normalización	30



IV. Investigación y asesoramiento sobre rocas ornamentales en España.	33
Universidades	33
Escuelas Técnicas	35
Laboratorios y Centros de I+D	37
Consultoras	38
ANEXO A : Las rocas ornamentales	39
ANEXO B : Las rocas ornamentales en España	49
ANEXO C : Las rocas ornamentales en el mundo	59
BIBLIOGRAFIA	67



1

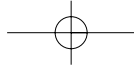
PRESENTACIÓN

La Fundación COTEC para la Innovación Tecnológica organiza regularmente Sesiones de Identificación de Necesidades de Tecnología, en línea con su objetivo de contribuir al desarrollo tecnológico del sistema productivo español.

Estas Sesiones tienen como finalidad concreta conocer las amenazas y las oportunidades de índole tecnológica con las que se enfrenta una actividad empresarial determinada, así como las vías de Investigación y Desarrollo que permitirían afrontarlas.

En ellas, la Fundación COTEC reúne a un reducido número de expertos empresariales e investigadores de centros públicos especialmente cualificados, para que analicen la situación tecnológica del sector e identifiquen sus necesidades tecnológicas más perentorias para hacer frente a las exigencias del mercado, tanto las actuales como las previsibles en el horizonte de un futuro próximo. Asimismo, el conocimiento que unos y otros tienen de la comunidad científica española les faculta para inventariar la capacidad de I+D que puede incidir sobre el sector.

En esta ocasión, la Fundación COTEC ofrece el resultado de la Sesión dedicada al Sector de las Rocas Ornamentales, que tuvo lugar en dos reuniones: en Santiago de Compostela, en los locales de la Xunta de Galicia, el día 3 de Diciembre de 1992, con expertos de las áreas de granitos y pizarras, y en Murcia, en los locales de la Comunidad de Murcia, el día 10

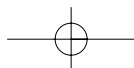
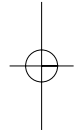
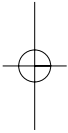


de Diciembre de 1992, con expertos de las áreas de mármoles y calizas.

La preparación de las reuniones ha corrido a cargo de un equipo de expertos coordinado por D. Alfonso S. Gracia, Geólogo y Presidente de Desarrollo de Recursos Geológicos S.A., que preparó y coordinó el material de esta publicación.

La Fundación COTEC quiere dejar constancia de su agradecimiento a los investigadores y a los expertos empresariales que también participaron en la Sesión, sin cuyas numerosas aportaciones este Documento no hubiera podido tener su actual enfoque.

Finalmente, la Fundación COTEC quiere dejar también constancia de su agradecimiento a la Xunta de Galicia y a la Comunidad de Murcia por haber albergado en sus locales la Sesión y por todas las facilidades que dieron para que cumpliera sus objetivos con éxito.



Participantes en la Sesión COTEC sobre el Sector de las Rocas Ornamentales

Reunión sobre Granitos y Pizarras

Ponentes:

- D. Manuel HACAR
Geólogo. Director de EGEO, S.A
- D. Feliciano GOZALO
Ingeniero de Minas. Jefe de la Sección de Minas de Avila.
Junta de Castilla y León.
- D. Fernando LOPEZ
Ingeniero de Minas. Jefe del Area de Piedra Natural.
Laboratorio Oficial para Ensayos de Materiales (LOEMCO)

Participantes:

- D. Manuel CASTAÑO
Geólogo. HEDISA, S.A.
- D. Victor COBO
Ingeniero Técnico de Minas. Director Gerente de
CAPIMOR, S.A.
- D. J.Enrique DAPENA
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Catedrático de
Materiales y Edificación de la UPM. Coordinador Técnico
Programa de Ingeniería Geotécnica. CEDEX. Ministerio de
Obras Pública y Transporte.
- D. Miguel Angel ESTANCONA
Vicepresidente del Grupo DYE.
- D. Manuel FERNANDEZ
Economista. Director de CUPIRE-PADESA, S.A.
- D. Rogelio LOPEZ
Presidente de Pizarras SAMACA, S.A.
- D. Ernesto MUELAS
Geólogo. Jefe de la División de Mineralogía y Petrología.
Laboratorio Central de Estructuras y Materiales. CEDEX.
Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

- D. Joaquin OBIS
Director de Desarrollo Industrial. Ingeniero de Minas.
Asociación de Investigación Tecnológica de Equipos Mineros
(AITEMIN)
- D. Fernando PLA
Ingeniero de Minas. Catedrático del Departamento de
Explotación de Minas. ETSIM. Madrid.
- D. Ignacio PRIETO
Presidente de la Asociación Gallega de Graniteros.
- D. Octavio RAMILO
Presidente de RAMILO, S.A.
- D. Luis RODRIGUEZ
Ingeniero Técnico de Minas. Director Facultativo de
FERYMAG, S.A.
- D. Melchor RUIZ
Ingeniero de Minas. Subdirector Xeral de Enerxía e Minas.
Xunta de Galicia.
- D. José M^a SISTIAGA
Fundación COTEC.
- D. Tomás VECILLAS
Ingeniero de Minas.
- D. Jesús VIDAL
Presidente de la Asociación Gallega de Pizarras - Centro
Tecnológico de Pizarras.
- D. Manuel ZAHERA
Fundación COTEC.

Coordinador:

- D. Alfonso S. GRACIA
Geólogo. Presidente de DESARROLLO DE RECURSOS
GEOLOGICOS, S.A.

Participantes en la Sesión COTEC sobre el Sector de las Rocas Ornamentales

Reunión sobre Mármoles y Calizas

Ponentes:

- D. Fernando GINETTE
Geólogo. Director de TAGSA.
- D. Tomás VECILLAS
Ingeniero de Minas.
- D. José CARRASCO
Doctor Ingeniero de Minas. Director de Investigación de la
Asociación de Investigación Tecnológica de Equipos Mineros
(AITEMIN).

Participantes:

- D. Luis de AHUMADA
Ingeniero Técnico de Minas. BERMARMOL, S.A.
- D. J. Enrique DAPENA
Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos. Catedrático de
Materiales y Edificación de la UPM. Coordinador Técnico
Programa de Ingeniería Geotécnica. CEDEX. Ministerio de
Obras Pública y Transporte.
- D. J. Ignacio GARCIA
Ingeniero de Minas. Instituto de Fomento de la Región de
Murcia.
- D. Pedro GARCIA-CARO
Ingeniero de Minas. Dirección General de Industria,
Tecnología, Energía y Minas. Gobierno de la Comunidad
Autónoma de Murcia.
- D. I. GORROCHATEGUI
Ingeniero de Minas. TECOA, S.L.
- D. Juan Fernando GUILLEN
Gerente de Mármoles de Alicante. Asociación Provincial.

- D. José MARIN
Presidente de la Asociación de Empresarios del Mármol y de la Piedra de la Región de Murcia.
- D. Ernesto MUELAS
Geólogo. Jefe de la División de Mineralogía y Petrología.
Laboratorio Central de Estructuras y Materiales. CEDEX.
Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- D. Vicente SEGURA
Presidente de Mármoles VISEMAR, S.L.
- D. Manuel ZAHERA
Fundación COTEC.

Coordinador:

- D. Alfonso S. GRACIA
Geólogo. Presidente de DESARROLLO DE RECURSOS
GEOLOGICOS, S.A.

2

EL SECTOR DE LAS ROCAS ORNAMENTALES. SITUACION EN ESPAÑA

1. INTRODUCCION

La industria de la rocas ornamentales se ha convertido, desde finales de los años 60, en un importante subsector de la industria minera, con una gran velocidad de crecimiento de sus mercados internacionales y una paralela eclosión tecnológica, aún en desarrollo.

La actividad está extendida por todo el mundo, aunque prácticamente la mitad de la producción mundial procede solamente de cuatro países: Italia, España, Grecia y Portugal.

El valor actual de las instalaciones de maquinaria en nuestro país se estima en cerca de 1,2 billones de pesetas, lo que da una idea de la dimensión que, en su conjunto, ha llegado a alcanzar esta industria. España es hoy día el segundo país del mundo en producción y consumo de piedras naturales para recubrimiento ornamental en la construcción. Es la primera potencia del sector en producción de granitos y pizarras, y la segunda (tras Italia) de mármoles, con una facturación global en torno a los 200.000 millones de pesetas anuales.

Aunque existe una gran variedad de explotaciones de todos los tipos y tamaños, y están distribuidas por toda la geografía del Estado, puede aceptarse que la principal zona de producción de granitos y pizarras corresponde al Noroeste de la Península, y la de mármoles y calizas a Levante, predominando siempre las empresas de dimensión muy pequeña.

Por su rápido crecimiento y su minifundismo, el sector no tiene unas directrices tecnológicas definidas y asentadas.

Incluso, atendiendo solamente a sus aspectos más específicos, como la exploración de los yacimientos, la explotación de las canteras y la elaboración en fábrica de los productos estándar, y dejando al margen otros aspectos más comunes con otros sectores, como la comercialización o las técnicas de anclaje, etc., resulta muy difícil encontrar opiniones comúnmente aceptadas sobre cuáles de las tecnologías disponibles son las más eficaces, y cuáles son las líneas más apropiadas de I+D. Análogamente, poco o nada puede considerarse fruto de la colaboración intersectorial.

Es imprescindible reflexionar sobre las necesidades y peligros tecnológicos del sector, ya que en los últimos tiempos están emergiendo países con gran potencial de producción, y algunos con bajos costos por mano de obra, frente a los cuales España solamente podrá competir con posibilidades de éxito mediante la innovación y la mejora tecnológicas.

En el ANEXO A, *"Las rocas ornamentales"*, el lector encontrará una descripción más detallada de las rocas ornamentales.

En el ANEXO B, *"Las rocas ornamentales en España"* se incluyen datos más precisos sobre la situación del sector en España, y lo mismo se ha hecho en el ANEXO C sobre la situación del sector en el plano mundial.

2. CONCLUSIONES PRINCIPALES OBTENIDAS EN LAS SESIONES

El análisis tecnológico de un sector tan atomizado y minifundista planteó desde el comienzo dificultades metodológicas poco usuales. En un primer momento, se decidió celebrar una sesión de trabajo restringida, que contase con la presencia de representantes de diferentes estamentos: instituciones públicas de investigación, empresas consultoras, técnicos de empresas productoras, gestores empresariales, fabricantes de equipos, asociaciones del sector y representantes de la administración minera. Posteriormente, y para conseguir una mayor eficacia, dicha sesión se dividió en dos: una primera que agrupara los subsectores del granito y la pizarra, y una segunda para tratar el área del mármol.

En ambos casos, la reunión de trabajo fue una sesión "dirigida", con una introducción breve a cargo de tres ponentes, que centraron los temas de discusión (como más adelante se describirá, estos temas habían sido sistematizados previamente). Después, se mantuvo un amplio debate con la participación de todos los asistentes, haciéndose necesario aquí resaltar el excelente nivel de esa participación en cada una de las sesiones. El objetivo era propiciar el debate sobre los problemas reales y latentes del sector, entre los técnicos y científicos por un lado, y los propietarios y gestores de empresas, por otro. Dicho en términos más técnicos, se trataba de comprobar si existía una "demanda" del sector en tecnología -en I+D en general- y si la "oferta" existente cubría los campos científicos y técnicos suficientes y adecuados a esa demanda.

No fue difícil constatar desde el mismo comienzo de las reuniones, que los asuntos y problemas que son motivo de preocupación para cada uno de los estamentos representados en las sesiones eran diferentes. Sin embargo, al final, se consiguió un clima de consenso más que aceptable sobre el objetivo concreto de nuestro análisis.

Adelantaremos algunas de las conclusiones a las que se llegó, porque resultan esenciales para la comprensión de los pormenores que se desarrollan a continuación.

Según el primer diagnóstico de importancia al que se llegó consensuadamente, el sector se encuentra en una situación de cambio, con una posición marcada por un cierto estancamiento comercial (tanto en el interior como internacionalmente), muchas presiones ambientalistas y con el presentimiento de que no se mantendrán en el futuro inmediato las espectaculares tasas de crecimiento de la última década (que han llegado a superar en ocasiones el 20% anual).

También hubo un acuerdo general, aunque matizado por diferentes interpretaciones del mismo "hecho", en que existe una dependencia tecnológica casi absoluta en lo concerniente a equipos y maquinaria (por el momento de Italia y en menor medida de Alemania y Estados Unidos, a los que se unirán pronto otros países).

Frecuentemente, los equipos más modernos existentes han sido adquiridos por los productores españoles nada más salir al mercado, quienes encuentran una dificultad mayor en la componente de cualificación de los operarios, en la optimización de sus rendimientos, y en el mantenimiento adecuado, que en el acceso a tales herramientas de producción.

En tercer lugar, existe una percepción intensa, aunque poco matizada, de que el Mercado Único, y sobre todo las "normalizaciones" de los materiales de construcción dentro de él, habrán de tener una importancia decisiva para el desarrollo futuro de este sector como industria. La componente tecnológica de este aspecto tiende a ser percibido por los gestores de empresas como un tema comercial, pues su presencia en los comités que están desarrollando normas, o la información que de ellos les llega les indica claramente que la "normalización" no obedece en ocasiones, al menos no en exclusiva, a criterios objetivos en busca de la calidad, sino a criterios orientados al establecimiento de fórmulas más o menos declaradas de proteccionismo comercial.

Sin embargo, el trasfondo tecnológico de todo lo dicho hasta aquí no parece ser apreciado aún por la mayoría de los especialistas de los diferentes estamentos consultados como condición indudable de la competitividad del sector. En muchos casos, los especialistas técnicos tienen una visión de los proble-

mas muy orientada y fragmentaria (como corresponde, lógicamente, a sus ocupaciones), y la mayoría de las empresas no sienten como suya la obligación de buscar soluciones (por ejemplo, en el diseño y fabricación de equipos específicos para su actividad). Por otra parte, las necesidades de las inversiones necesarias en I+D, y el mantenimiento de las mismas durante periodos de tiempo suficientemente largos para la obtención de resultados tangibles, están muy lejos de las capacidades individuales de las empresas actuales. La orientación de objetivos económicos a muy corto plazo, y la desconfianza mutua entre competidores (a pesar del creciente asociacionismo) son aún la norma imperante.

El sector industrial de las rocas ornamentales ha vivido los últimos años una etapa de nacimiento feliz y de rápido crecimiento, cuyas consecuencias están ya a la vista: incremento de la competencia interna y externa, estancamiento o saturación de mercados interiores, emergencia de nuevos países competidores, restricciones medioambientales, mayores exigencias de calidad, insuficiente oferta de mano de obra cualificada, integración vertical hacia procesos "llave en mano" buscando el mayor valor añadido, etc.

En nuestra opinión, todas esas circunstancias, muchas de ellas aparentemente negativas, son sencillamente propias de cualquier sector industrial que hubiera seguido un proceso de desarrollo tan acelerado hasta conseguir el volumen económico como el que las rocas ornamentales presenta en la actualidad.

En este momento comienzan a cobrar forma las necesidades tecnológicas que permitan competir en mejores condiciones; la innovación empieza a ser un factor de competitividad decisivo, y la demanda tecnológica se despierta. Las mejoras vendrán muy probablemente por la reducción de los costes de explotación, por el incremento de la calidad de los productos y por la innovación en las fases de mayor valor añadido, incluidos los procesos finales de entrega "llave en mano".

La adecuación entre la demanda y la oferta tecnológica será un proceso muy complejo, cuyo modelo está aún por decidir.

Quizás el asociacionismo consiga reproducir pautas que han tenido éxito en otros lugares, y consiga que, a través de proyectos multicliente, grupos numerosos de empresas compartan un esfuerzo común hasta llegar a conseguir la suficiente masa crítica financiera y la necesaria perseverancia en las líneas de investigación a desarrollar. O tal vez, el proceso se produzca a través de mecanismos más crueles, y el crecimiento de unas pocas empresas se lleve a cabo mediante el sacrificio de muchas pequeñas, sean españolas las supervivientes o no.

Tampoco será despreciable el esfuerzo necesario desde el mundo técnico y científico para dar soluciones concretas, más allá del academicismo o la mistificación técnica, a los problemas concretos que el sector presenta. No en vano la gestión de proyectos I+D tiene muy escasa tradición en nuestro país, como normalmente se comprueba en el escaso número de proyectos que, aspirando a conseguir recursos financieros de los diferentes programas de la CE, están liderados por empresas o centros de investigación españoles.

También es cierto que la posición dominante en el plano mundial que por el momento ha conseguido el sector español al menos en el aspecto productivo, es un buen síntoma de su propia vitalidad. Además, si la voluntad de mejorar existe, la búsqueda de soluciones puede encontrar los cauces y los apoyos adecuados.

3

AMENAZAS TECNOLOGICAS EN EL SECTOR INDUSTRIAL ESPAÑOL DE LAS ROCAS ORNAMENTALES Y PRINCIPALES LINEAS DE I+D PARA LA COMPETITIVIDAD DEL SECTOR

1. INTRODUCCION

La necesidad de sistematizar el desarrollo de las sesiones llevó al establecimiento de tres apartados que segmentasen la actividad del conjunto de los procesos envueltos en la producción de rocas ornamentales. Estos tres apartados son los de "exploración", "explotación" y "elaboración".

Esta parcelación es más un esfuerzo por introducir un orden convencional en el método de análisis, que un sistema establecido en la realidad industrial, pues pronto se puso de manifiesto que cada uno de los conjuntos de actividad tiene fuertes interdependencias con los otros, y que los fenómenos de retroalimentación son continuos y absolutamente inevitables.

Un proceso lógico tendría su desarrollo a través de las etapas sucesivas siguientes:

- 1) Reconocimiento de la geología regional de un área con potencial para rocas ornamentales (infraestructura cartográfica básica)
- 2) Realización de estudios dirigidos a la localización concreta de áreas explotables ("exploración" en sentido estricto, de acuerdo con la legislación minera en vigor)

- 3) Evaluación de los yacimientos localizados, incluyendo la caracterización técnica de los productos y el análisis de factibilidad técnica y económica de la futura explotación ("investigación" en palabras de la Ley de Minas)
- 4) Puesta en operación de la explotación
- 5) Elaboración del material arrancado
- 6) Comercialización de los productos de cantera (bloques) y/o de los productos semiacabados y acabados

Las tres primeras etapas corresponderían al apartado de "exploración"; la cuarta al apartado denominado "explotación", y la quinta -y parcialmente la sexta- fueron tratados bajo el epígrafe de "elaboración".

Seguidamente, y manteniendo los tres apartados mencionados, se exponen las amenazas tecnológicas que se identificaron en las sesiones, así como las principales líneas de I+D que resolverían el problema.

2. EXPLORACION

Reconocimiento de la geología regional

Amenazas:

La realidad de nuestro sector contradice el orden del esquema expuesto. Los yacimientos (sobre todo los mármoles) se vienen explotando desde la antigüedad en lugares que fueron localizados siguiendo conocimientos directos de los artesanos, sus intuiciones, o sencillamente, tras sucesivos intentos empíricos. La mayoría de los yacimientos en explotación hoy día han seguido caminos muy similares en su localización y -lo que es más importante- para la elección de la forma y el método de su explotación.

Como se comprobaría a lo largo de todo el debate, el sector es escasamente consciente de la importancia práctica que tiene a la hora de optimizar los costos, el buen conocimiento del yacimiento y de los materiales quizás el factor de competitividad más importante.

Por otro lado, cualquier fórmula de innovación tecnológica que se intente estará inevitablemente condicionada por la amplitud y profundidad de los conocimientos que se posean sobre el yacimiento.

El desconocimiento geológico-minero, en general, sobre los yacimientos y, en particular, sobre las características tecnológicas de los materiales, no ha sido obstáculo para el nacimiento e inicial desarrollo del sector hasta su actual dimensión industrial, pero parece que será un condicionante muy importante para la superación de futuras "crisis" de competitividad más o menos inminentes.

Líneas de I+D:

Existe una gran cantidad de información geológica básica acumulada durante los últimos veinte años por diferentes organismos públicos, especialmente el Instituto Tecnológico y Geominero de España (ITGE), que además de otros muchos estudios geológicos regionales de interés general a diferentes escalas (fundamentalmente cartográficos), ha llevado a cabo más de medio centenar de proyectos específicos sobre rocas ornamentales, de libre acceso en el correspondiente Centro de Documentación.

Localización concreta de áreas explotables

Amenazas:

Las técnicas y metodologías de trabajo para la prospección y evaluación de yacimientos están bien desarrolladas, junto con las herramientas necesarias para su ejecución, pero lo fueron para otros subsectores mineros, como la minería metálica y energética, y en muchas ocasiones fueron trasladadas a éstos desde otros campos industriales como el petróleo. Poco o nada se ha diseñado y desarrollado específicamente para las rocas ornamentales y, sin embargo, parámetros como "suelo", "ley", "mano", etc., imprescindibles para el desarrollo de los procesos de corte y despiece de bloques graníticos, se utilizan a diario basándose exclusivamente en la experiencia en la cantera de algunos operarios. Siendo esta experiencia personal muy

importante, no es menos cierto que la mayor o menor facilidad para el corte en una determinada dirección tiene que estar ligada a propiedades físicas muy concretas del macizo rocoso y, por tanto, susceptibles de ser utilizadas para la prospección y evaluación de los yacimientos a través de las herramientas técnicas convenientemente desarrolladas y/o adaptadas.

Líneas de I+D:

El desarrollo y utilización de las herramientas técnicas disponibles y, sobre todo, su adaptación específica a las rocas ornamentales, favorecerá sensiblemente las labores de prospección adecuadas, lo que a su vez, permitirá una explotación más eficaz cuando los yacimientos sean conocidos mejor y más detalladamente.

En el caso concreto de las pizarras, es muy importante considerar la posibilidad de localizar y explotar yacimientos subterráneos.

Evaluación de yacimientos localizados

Amenazas:

Hay propiedades relevantes de las rocas que deberían constituir criterios objetivos para la evaluación de los yacimientos y el diseño en la sucesiva operación minera, y que son designadas por términos análogos pero diferentes, según el argot específico de cada subsector. Pocas veces llega el técnico a tomar en consideración estos parámetros, de la misma manera que su propia terminología científica se hace ininteligible (y en consecuencia inútil) para el industrial productor.

El exceso de información científica y la frecuente escasez de conclusiones mineras producen un fuerte rechazo por parte de los responsables de la gestión empresarial, y sobre todo del personal de explotación, lo que se traduce en un escasísimo nivel de utilización de la información y medios técnicos disponibles, y en definitiva de la "oferta tecnológica" existente.

Líneas de I+D:

La modelización de yacimientos a través de herramientas informáticas parece otro nuevo camino con buenas posibilidades de desarrollo para que la gran cantidad de datos que se pueden obtener durante la explotación de canteras activas, pueda alumbrar criterios útiles para la evaluación de los yacimientos, la planificación y la optimización de su explotación, incluidos los aspectos medioambientales, que tantas preocupaciones despiertan.

Este tipo de tecnologías están siendo muy utilizadas en otras minerías desde hace bastantes años, pero requiere asimismo una adaptación específica para ser útil en la resolución de los problemas de las rocas ornamentales.

Otras carencias:

Hasta ahora, en los centros de formación e investigación científica y técnica (Facultades y Escuelas Técnicas, sobre todo) no se ha considerado la investigación y explotación de canteras para rocas ornamentales como actividades de suficiente entidad para emprender esfuerzo alguno de aproximación.

Estos aspectos comienzan a sufrir cambios significativos en España por la disposición a colaborar entre ambos grupos de protagonistas, estando bastante desarrollados en otros países como Italia, Francia, Alemania, Canadá, Finlandia, Suecia, Australia, ...

El estímulo financiero en I+D de diversos programas de la CEE para desarrollar tecnologías en etapas pre-competitivas ha hecho aparecer los primeros proyectos "europeos" de colaboración, pero la presencia española es muy poco significativa, especialmente si se la pone en relación con la realidad y la potencialidad de este sector en el país.

Los programas BRITE-EURAM y CRAFT son particularmente interesantes para este sector .

3. EXPLOTACION

Este apartado del análisis se puede iniciar con el principio unánimemente aceptado de que en cualquier explotación minera "innovar significa reducir costos y mejorar rendimientos".

Rendimiento de la actividad extractiva

Amenazas:

Tras los datos aportados en el capítulo II sobre el minifundismo y el desarrollo histórico del sector, un aspecto llamativo puesto de manifiesto de manera consensuada es el bajísimo rendimiento de la actividad extractiva, que en el mejor de los supuestos no supera, salvo raras excepciones, el 20%, siendo cifras comunes de aprovechamiento el 10-12% para mármoles y granitos, y el 3-4% para pizarras (en este caso, con la generación de un problema adicional como es la producción sostenida de ingentes volúmenes de estériles).

Las causas de este bajo rendimiento hay que buscarlas de manera genérica en dos aspectos básicos: la escasa planificación de las explotaciones (consecuencia inmediata del escaso conocimiento geológico de las mismas) y el escaso nivel de optimización de los equipos utilizados, bien por su inadecuación a las explotaciones, bien por la baja cualificación de los operarios.

Líneas de I+D:

En ambos aspectos hay un gran margen de maniobra para que el sector lleve a cabo procesos de I+D, que no solamente le proporcionen apoyos para competir con sus actuales contrincantes, sino que le pongan además en ventaja en relación con los países productores emergentes, normalmente países en desarrollo, que tienen su principal arma de competitividad en los bajos costos de su mano de obra.

En relación con los restantes países con mayor tradición en I+D, tengan ya tradición en la producción de rocas ornamentales o se acaben de incorporar a esta actividad, estos caminos de dinámica permanente de innovación serán las únicas herramientas que permitirán soportar su presión competitiva.

El desarrollo de métodos y, sobre todo, de equipos específicos para el arranque, el transporte y la manipulación de los bloques de tamaño y forma apropiados para la "más adecuada" planta de tratamiento, es un amplio campo por cultivar.

Se hace notar que, para el caso de las pizarras, se va imponiendo la búsqueda de métodos de arranque con técnicas no destructivas en lugar de explosivos, por los desperdicios que generan éstos.

Proceso de corte del granito

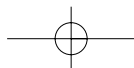
Amenazas:

En el caso del granito, por ejemplo, el mayor desafío parece presentarlo el proceso de corte, tanto para la separación de la masa rocosa (arranque) como para el posterior despiece en bloques. Con independencia de los problemas planteados, el corte a lo largo de un plano tiene que realizarse mediante un sistema que sea capaz de rebasar el límite superior de una de las resistencias características del material; tracción, compresión o rotura térmica, de algún componente de la roca.

El sistema más antiguo conocido para el corte de granito, las cuñeras, ya producía el arranque por tracción, y el explosivo trabaja de la misma forma, por lo que quizás habría que revisar la tendencia actual a utilizarlo menos por los daños que produce. Hay que señalar que éstos se deben a que se sigue empleando pólvora de mina, explosivo que no fué diseñado para el corte de granito. Hasta ahora no se han desarrollado explosivos más adecuados por sus características de potencia-velocidad-densidad, simplemente porque la demanda no ha llegado a interesar comercialmente a los fabricantes de explosivos.

Líneas de I+D:

Dado que la resistencia a tracción de los granitos es muy inferior a su resistencia a la compresión, parece evidente que, en principio, deberían estudiarse sistemas que produzcan la rotura a tracción, ya que generarán un menor coste energético y de la herramienta de corte. Esto, a pesar de que la última inno-



vacación introducida para el corte en las explotaciones es el hilo diamantado, que trabaja a compresión-abrasión.

Conviene también explorar el desarrollo de explosivos más adecuados para el arranque del granito.

Dimensiones de las chapas de granito

Amenazas:

Otro aspecto interesante a destacar es que la inmensa mayoría de las planchas de granito que se utilizan no sobrepasan en su dimensión de producto acabado los 0,25m², mientras que la preparación en plantas basadas en telares exige bloques que permitan obtener chapas del orden de 2,5 x 1,5 m.

Líneas de I+D:

La relación entre la maquinaria de planta y la maquinaria de extracción es evidente. Además, los principios tecnológicos que se aplican en el desarrollo de ambos tipos de máquinas son los mismos. Por todo ello, deberían plantearse procesos de desarrollo interrelacionados, considerando, por añadidura, que toda innovación que permita trabajar en planta con bloques de menor tamaño traerá como consecuencia la posibilidad de nuevos diseños para maquinaria de corte en cantera, un menor coste de transporte y manipulación, y un mejor aprovechamiento del yacimiento.

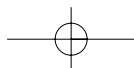
Explotación selectiva de pizarras

Amenazas:

En el caso de las pizarras, el reto está sin duda en conseguir modelos viables de explotación selectiva, bien por el desarrollo de operaciones mineras a cielo abierto, mucho más precisas y, consecuentemente, con mejor rendimiento, o bien por el desarrollo de operaciones mineras de interior.

Líneas de I+D:

En ambos casos deberán desarrollarse herramientas y procedimientos de corte específicamente adecuados a las característi-



cas del material arrancado y, sobre todo, de su tratamiento posterior, pues en ningún caso puede olvidarse que el producto final que se comercializa es, por lo general, de unas dimensiones desproporcionadamente pequeñas en relación con la magnitud de los equipos aparentemente requeridos para su explotación.

Asimismo, parece necesaria la sustitución de la granalla por un producto no contaminante y más eficaz, como materiales cerámicos con diamante y/o chorro de agua para el corte.

Explotación de mármoles

Amenazas:

Por último, el subsector de los mármoles, el más tecnificado de los tres y, asimismo, el de más rápida incorporación y mayor difusión de las innovaciones en equipos (por la vía de adquisición de maquinaria extranjera), adolece de la escasa incorporación de la tecnología intangible (know-how), y consigue rendimientos muy bajos por su frecuente falta de adaptación a los yacimientos españoles, el escaso nivel técnico de las decisiones de compra (entre otras razones, porque se conoce mal el yacimiento al que van a ir destinadas las máquinas), y sobre todo, por la baja cualificación de los responsables directos que operan con ellos.

Líneas de I+D:

Se hace necesario que las empresas acudan a un adecuado servicio de asesoramiento para la compra y adquisición de maquinaria, equipos y tecnología. Asimismo, se requiere que las empresas dispongan en sus plantillas del personal técnico cualificado necesario para lograr la correcta utilización de maquinaria y equipos, y la consiguiente asimilación de tecnología.

Efectos medioambientales y reducción de estériles en los tres subsectores

Amenazas:

Los tres subsectores sufren actualmente una presión social negativa como consecuencia de los efectos medioambientales tan visibles que suelen presentar las explotaciones a cielo abierto. Este aspecto está llegando a convertirse en un importante factor de competitividad, ya que en países más tolerantes con estos impactos medioambientales se atenuarán los costos imputables a la fase extractiva, sin contar con que la presión social puede llegar a impedir, incluso, que se desarrolle la propia actividad productiva.

Las dificultades medioambientales del sector se deben en una medida importante al hecho de que, habitualmente, las canteras se explotan sin aplicar criterios ni métodos para reducir al mínimo la producción de estériles. Ello al margen de que la imagen del sector desde el punto de vista medioambiental no sea la correcta, porque si bien la explotación de canteras provoca impactos ambientales muy visibles y continuados en el tiempo, esos impactos son, por lo general, moderados y fácilmente recuperables. Además, el propio sector es el responsable de no haber transmitido a la sociedad española el verdadero alcance del deterioro ambiental causado, así como la importancia socioeconómica de esta actividad industrial y su incidencia en el desarrollo de regiones relativamente extensas y, casi siempre, con pocos recursos alternativos.

Líneas de I+D:

Puede ser útil desarrollar modalidades de explotación menos agresivas con el entorno, así como programas de comunicación con el entorno social.

En este sentido, cabe apuntar la conveniencia de que los productores acudan al asesoramiento de los centros de I+D apropiados (Facultades de Geológicas, Escuelas de Ingenieros de Minas, etc.), o recurran a los servicios que ofrecen las compañías de ingeniería y consultoría especializadas.

4. ELABORACION

Caracterización y ensayos

Amenazas:

Varios representantes de laboratorios oficiales de ensayo convinieron en afirmar que la mayoría de los productores desconocen las características tecnológicas de sus productos, y que, normalmente, no realizan ensayos periódicos de éstos. Estas afirmaciones dan una idea de la debilidad técnica del sector en España, debilidad que tiene importantes repercusiones en el riesgo comercial.

Líneas de I+D:

Es recomendable acudir y utilizar de forma permanente los servicios de institutos como LOEMCO, ITGE, etc.

Proceso de elaboración

Amenazas:

El proceso de elaboración en fábrica de los bloques arrancados de la cantera incluye normalmente operaciones de selección sistemática (reducción y desecho), dimensionado, formateo y acabado. Habitualmente, la optimización de estas operaciones no es la adecuada, lo que influye negativamente en la productividad.

Líneas de I+D

Especialmente para mármoles y granitos, existen multitud de máquinas, desarrolladas mayoritariamente por italianos y alemanes, que permiten la elaboración "en cadena" de productos estándar que el mercado demanda.

Aunque el grado de automatización es ya muy importante, aún están por introducir procesos innovadores incorporados desde hace años a otros sectores de producción "en cadena", como la visión artificial, los procesos inteligentes o la robotización.

Adquisición de maquinaria y equipos

Amenazas:

En la mayoría de los casos, las plantas de elaboración no han sido diseñadas para el yacimiento específico que se explota, y, generalmente, la maquinaria se ha adquirido sin tener en cuenta numerosos factores técnicos de los materiales, y sobre todo, sin una visión global orientada a la optimización del proceso elaborador (clasificación, secuencia, cronometrajes, controles de calidad, etc.).

Líneas de I+D:

Es recomendable utilizar los servicios de consultores externos y/o de centros de I+D, con el fin de orientar la adquisición de equipos y la asimilación de tecnología.

Transferencia real de tecnología

Amenazas:

Frecuentemente, las máquinas compradas fueron desarrolladas para la explotación de yacimientos de características muy diferentes a las de los yacimientos españoles, y no se ha producido el oportuno proceso de adecuación técnica, que debe incluir todos los "intangibles" (know-how) propios de la transferencia tecnológica. Tampoco se han explorado las posibilidades del sector español de la máquina-herramienta, muy competitivo en el desarrollo de equipos y tecnologías con problemas sorprendentemente análogos. La comunicación, hasta ahora, ha sido escasa entre ambos sectores (como se puso de manifiesto durante las sesiones), pero está llamado a ser muy importante en el futuro inmediato; y el desarrollo de iniciativas conjuntas en I+D constituirá un indicio muy representativo de la capacidad de supervivencia del sector.

La demanda en equipos y tecnologías específicos en el subsector de la pizarra implica una mayor exigencia de iniciativas españolas, pues la cuota mundial de la producción española es aún más relevante que la de las otras rocas, como lo son, en proporción, los problemas que la acompañan: bajísimo rendimiento y producción masiva de estériles y rechazos.

Debe llamarse también la atención sobre la situación reflejada en la tabla de importaciones de pizarras realizadas por Australia, que a título de ejemplo singular hemos incluido en este trabajo. España no figura en la lista de países exportadores. En esta lista hay países con gran capacidad productiva (China, India) a bajo costo, aunque con menor nivel tecnológico, y algún país próximo, como Portugal, con un potencial mucho menor, consigue un cierto nivel de presencia en aquel mercado. Probablemente, esa tabla sintetiza muy correctamente el conjunto de amenazas que el subsector tiene en estos momentos.

La situación general de dependencia tecnológica de otros países, o el estancamiento en la innovación de las actividades manufactureras, como en las pizarras, solamente son percibidos como una debilidad por los representantes más significados del sector de una manera muy parcial y matizada. El convencimiento de que no es "su negocio" el desarrollo y fabricación de los equipos ni las tecnologías que necesitan, y la idea de que la adquisición en el mercado internacional de las más modernas máquinas existentes les colocan en igualdad de condiciones con sus competidores más avanzados, parecen estar muy extendidos. A ello se une un cierto rechazo, meramente defensivo, de la posibilidad de que otros que vengan después puedan ser capaces de mejorar lo que en estos momentos hacen nuestros industriales. Al respecto suele citarse algún intento fallido de gran resonancia para introducirse en el sector de las rocas ornamentales efectuado por grandes empresas con medios y tradición en I+D (incluida alguna multinacional).

Líneas de I+D:

Las empresas tienen que dotarse del personal técnico adecuado a las necesidades tecnológicas del momento, lo que facilitará eficacia en las compras de equipos, y la adecuada asimilación de tecnología y know-how que llevan incorporados, con el fin de obtener el máximo rendimiento de los mismos.

Por otra parte, se recomienda la exploración del sector de maquinaria español, y en particular, del sector de la máquina-herramienta, que seguramente están en condiciones de adecuar

su oferta tecnológica a las necesidades reales del sector de las rocas ornamentales en España.

Normalización

Amenazas:

Mención especial merecen los procesos de normalización de materiales de construcción que están desarrollándose en el ámbito de la CE. Este tema fue abordado con cierta profundidad en las dos sesiones celebradas, y provoca importantes incertidumbres entre los técnicos y los empresarios del sector, aunque cada grupo lo percibe desde ángulos muy diferentes.

La entrada en vigor del Mercado Unico y de la Directiva Europea de Productos de la Construcción va a originar importantes cambios de fondo y forma.

La situación actual en el campo de la caracterización tecnológica de las piedras naturales se traduce hoy en España en la existencia de unas normas UNE, elaboradas por el entonces Instituto Geológico y Minero de España, en el año 1985, y publicadas por el Instituto Español de Normalización (IRANOR). Las normas, adolecen de ausencia de especificaciones, a excepción de las pizarras, y la experimentación prenORMATIVA realizada fué muy limitada.

No ha sucedido lo mismo en relación con los mercados exteriores, donde los productores españoles se han visto obligados a caracterizar sus productos en laboratorios extranjeros con costes elevados y, sobre todo, sin control alguno sobre la fiabilidad de los resultados.

La eliminación de barreras técnicas es una exigencia del Mercado Unico, que se va a conseguir a través de las denominadas Normas Armonizadas, consensuadas entre los países miembros.

En nuestro caso, el desarrollo de las normas europeas (EN) se inspira en los Requisitos Esenciales de la Directiva 89/106/CEE Productos de Construcción:

- Resistencia mecánica y estabilidad
- Seguridad en caso de incendio
- Higiene, salud y medio ambiente

- Seguridad de utilización
- Protección contra el ruido
- Ahorro de energía y aislamiento térmico

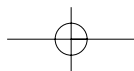
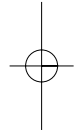
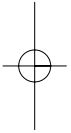
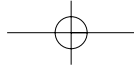
La próxima normativa implicará tanto la realización de "ensayos tipo", realizados por un organismo autorizado, como controles de calidad efectuados por el propio fabricante, quien de esta manera se verá en la necesidad de conocer mejor su producto.

La situación actual de los distintos comités donde se discuten las normas es compleja, y cuenta con una participación muy dispar por parte de los distintos estamentos: técnicos, empresarios y usuarios. La aparición de numerosos y variados problemas dentro de los grupos de trabajo y de los comités da una idea ciertamente alarmante sobre el futuro ya inmediato.

Líneas de I+D:

Se destacan a continuación necesidades tecnológicas relativas en la caracterización de los materiales:

- La celebración de reuniones de coordinación entre los miembros del grupo y los representantes de los productores, con el fin de divulgar adecuadamente la situación de los trabajos que se están realizando.
- El desarrollo de los nuevos métodos de ensayo, tanto en instrumentación como en programas experimentales interlaboratorios.
- Elaboración de las normas de Medición del Color y del Brillo.
- La caracterización inmediata de los productos ahora comercializados, conforme a los proyectos de norma europea que ya estén suficientemente avanzados, y a través de laboratorios acreditados, para familiarizarse así con los valores representativos de las propiedades de los materiales.
- Establecimiento de laboratorios en zonas localizadas estratégicamente para efectuar los ensayos de autocontrol, y firma de convenios con laboratorios acreditados para que sirvan de referencia.
- Puesta en marcha de un sistema de calidad en las empresas, como elemento obligatorio para desarrollar el sistema de autocontrol.



4

INVESTIGACION Y ASESORAMIENTO SOBRE ROCAS ORNAMENTALES EN ESPAÑA

UNIVERSIDADES:

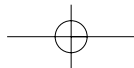
Geológicas:

BARCELONA (Central):
Facultad de Geología.
Martí Franqués, s/n. 08028 BARCELONA
Tel.: 93/330 73 11 - 318 42 66
Fax: 302 59 47

BARCELONA (Autónoma):
Sec. de Geológicas, Facultad de Ciencias
Campus Universitario. 08193 BELLATERRA
Tel.: 93/ 581 10 00 - 581 13 71 - 581 13 41
Fax: 581 20 00

BILBAO:
Facultad de Ciencias (UPV)
Ciudad Universitaria de Leioa. 48940 LEIOA
Tel.: 94/464 77 00 - 464 88 00

GRANADA:
Sección Geológicas, Facultad de Ciencias
Campus Universitario Fuentenueva. 18071 GRANADA
Tel.: 958/ 24 33 79 - 24 30 00 - 24 33 84
Fax: 24 30 66



MADRID (Complutense):
Facultad de Geología.
Ciudad Universitaria. 28040 MADRID
Tel.: 91/ 543 91 50 - 549 02 44
Fax: 243 86 43

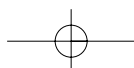
OVIEDO:
Facultad CC Geológicas
Jesús Arias de Velasco, s/n. 33005 OVIEDO (ASTURIAS)
Tel.: 985/ 10 30 90 - 21 98 85
Fax: 22 71 26

PALOS DE LA FRONTERA:
Universidad de Sevilla (Huelva). Facultad de Química
Tel.: 954/ 22 59 09
Fax: 21 12 94

SALAMANCA:
Sección Geológicas. Facultad de Ciencias.
Pl. de la Merced, s/n. 37008 SALAMANCA
Tel.: 923/ 29 44 00 - 29 44 52
Fax: 29 45 02

ZARAGOZA:
Facultad de Ciencias
Ciudad Universitaria. 50009 ZARAGOZA
Tel.: 976/ 55 13 04 - 35 41 00
Fax: 35 05 58

SANTANDER:
1^{er} curso (dependiente de la Universidad de Oviedo)
Fac. Ciencias, Universidad de Cantabria
Avda. de los Castros, s/n. 39005 Santander (CANTABRIA)
Tel.: 942/ 20 14 11



ESCUELAS TECNICAS:

Ingeniería Superior de Minas ETS:

MADRID (UPM):
Ingenieros de Minas
Ríos Rosas, 21. 28003 MADRID
Tel.: 91/ 336 60 00

OVIEDO:
Ingenieros de Minas
Independencia, 13. 33004 OVIEDO (ASTURIAS)
Tel.: 98/ 510 30 00

Ingenieros Técnicos de Minas:

ALMADEN:
E.U. Politécnica de Almadén (UCLM)
Pl. Manuel Meca, 1. 13400 ALMADEN
Tel.: 926/ 71 05 77 - 71 10 96

BARACALDO:
E.U. Ingeniería Técnica Minera (UPV)
Colina de Beurco, s/n. 48902 BARACALDO (BILBAO)
Tel.: 94/ 437 36 01 - 437 25 73

BELMEZ:
E.U. Ingeniería Técnica Minera (UMU)
Covadonga, 24. 14240 BELMEZ (CORDOBA)
Tel.: 957/ 58 00 25 - 58 00 26

CARTAGENA:
E.U. Ingeniería Técnica Minera (UCO)
Pº Alfonso XIII, 34. 30203 CARTAGENA (MURCIA)
Tel.: 968/ 50 59 12

LINARES:
E.U. Politécnica de Linares (UGR)
Alfonso X El Sabio, 28. 23700 LINARES (JAEN)
Tel.: 953/ 69 16 00

MANRESA:

E.U. Politécnica de Manresa
Ingeniería Minería y Recursos Naturales (UPC)
Avda. les Bases Manresa, 61-73
08240 MANRESA (BARCELONA)
Tel.: 93/ 873 20 99

MIERES:

E.U. Ingeniería Técnica Minera (UOV)
Reineiro García. 33600 MIERES
Tel.: 985/ 47 15 92

PALOS DE LA FRONTERA:

E.U. Politécnica (USE) . Geología y Minería
Ctra. Palos de la Frontera, s/n
21810 PALOS DE LA FRONTERA (HUELVA)
Tel.: 955/350309

TORRELAVEGA:

E.U. Ingeniería Técnica Minera (UCN)
Avda. de Oviedo, 4. 39300 TORRELAVEGA
Tel.: 942/ 89 09 90

LEON:

E.U. Ingeniería Técnica Minera (ULE)
Jesús Rubio, 2. 24004 LEON
Tel.: 987/ 20 40 52

LABORATORIOS Y CENTROS DE I+D:

AITEMIN:

Asociación Investigación Tecnológica de Equipos Mineros
Alenza, 1. 28003 MADRID
Tel.: 91/ 442 48 43

LOEMCO:

Laboratorio Oficial para Ensayos de Materiales de Construcción
Alenza, 1-2. 28003 MADRID
Tel.: 91/ 336 69 98

CEDEX:

Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas
Dir. Gen. Alfonso XII, 3. 28014 MADRID
Tel.: 91/ 335 75 00

LABORATORIO CENTRAL DE ESTRUCTURAS Y MATERIALES

Alfonso XII, 3. 28014 MADRID
Tel.: 91/335 74 00

LABORATORIO DE GEOTECNIA

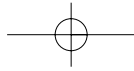
Alfonso XII, 3. 28014 MADRID
Tel.: 91/ 335 73 00

LABORATORI GENERAL D'ASSAICS I D'INVESTIGACIONS:

Crta. de Acceso a la Facultad de Medicina UAB
08290 CARDANYOLA DEL VALLES (BARCELONA)

ITGE:

Instituto Tecnológico y Geominero de España
Ríos Rosas, 23. 28003 MADRID
Tel.: 91/ 441 65 00



CONSULTORAS:

DRG:

Desarrollo de Recursos Geológicos
Pl. Mayor, 9-2º. 37002 SALAMANCA
Tel.: 923/ 21 03 08

EGEO,S.A.:

Estudios Geológicos
Gaztambide, 61-2º. 28015 MADRID
Tel.: 91/ 544 08 00

TAGSA:

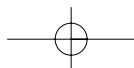
Tusset, 17-5º. 08006 BARCELONA
Tel.: 93/ 201 62 04

TECOA:

Técnicos Consultores Asociados
Canónigo Molina Alonso, 4-1º. 04004 ALMERIA
Tel.: 951/ 26 42 22

AFM:

Asoc. Española de Máquinas Herramientas
Avda. de Zarauz, 82. 20009 SAN SEBASTIAN
Tel.: 943/ 21 90 11





Durante las últimas décadas ha resurgido de una manera espectacular el uso de la piedra natural en la arquitectura de todo el mundo. Este singular fenómeno, que ha transformado el concepto meramente artesanal de su producción en un auténtico sector industrial, con productos capaces de competir en mercados dominados habitualmente por los materiales sintéticos, ha alcanzado su mayoría de edad. Así, desde hace ya un par de años aparecen referencias a él en las más prestigiosas revistas mineras internacionales, una vez que el importante volumen de su producción, más de 12 M de m³ en 1991, ha producido efectos evidentes en los mercados de equipamiento y maquinaria.

El renacimiento de esta nueva edad de piedra se apoya en imágenes y comportamientos sociales profundamente arraigados, que identifican los materiales naturales en la construcción tanto con el lujo, la exclusividad y el prestigio, como con la durabilidad, la belleza y, sobre todo, con una capacidad de "noble envejecimiento" que ningún otro material posee.

El verdadero salto industrial se ha producido a partir de los años 60, con la adaptación al sector de diversas tecnologías preexistentes, especialmente de corte, que han permitido la producción masiva (estándar) y a precios competitivos de gran variedad de productos de revestimiento, llegando a generarse un nuevo concepto: el de piedra o roca ornamental (*dimension stone*, en expresión anglosajona).

Su definición precisa resulta difícil. Hoy, la expresión se aplica, en sentido lato, a todo material geológico utilizado en edificación y que no tenga una particular función constructiva de naturaleza o carácter estructural. Normalmente, su uso final consiste en el recubrimiento de estructuras construidas con anterioridad, aunque también puede desempeñar una función estética directamente ornamental como elemento independiente: arte funerario, mobiliario urbano, de oficinas, de establecimientos hosteleros, etc.

Se utilizan materiales geológicos de una gran variedad, que en la terminología del sector suelen clasificarse habitualmente en tres grupos: mármoles, granitos y pizarras. Ninguno de ellos está definido en términos estrictamente científicos, y con frecuencia, su denominación es objeto de controversias técnicas y comerciales.

Por mármol suele entenderse cualquier roca calcárea susceptible de ser dimensionada (por lo general mecánica o automáticamente) en tamaños prefijados y con acabados superficiales esmerados, entre los que abunda el pulido, más o menos intenso.

El auténtico mármol, por el diminuto tamaño de su grano y su dureza relativamente elevada en relación con otras rocas calcáreas, sigue ocupando un lugar preferente en los mercados, como hace dos mil años, pero pueden encontrarse en los mercados con esa denominación otras rocas como las calizas, dolomías, ónices y hasta serpentinitas.

El grupo de los "granitos" acoge la más variada gama petrológica de rocas ígneas: granitos, granodioritas, sienitas, gabros, gneises, rocas volcánicas, y en general, cualquier roca de origen ígneo que pueda ser serrada o tallada y permita el desarrollo uniforme de superficies regulares.

Por último, por "pizarra" se entiende cualquier roca susceptible de lajado o exfoliación, sin atender a su origen o a la naturaleza de sus componentes mineralógicos.

La mayoría de las restantes rocas que se comercializan en el sector de las piedras ornamentales, areniscas, alabastros, calcoarenitas, cuarcitas y muchas otras variedades monominerálicas, tiene una producción y elaboración más próximas al con-

cepto artesanal que al propiamente industrial, y suelen tener ámbitos de comercialización mucho más restringidos y, frecuentemente, de extensión geográfica muy localizada.

Los materiales comprendidos bajo las anteriores denominaciones de mármoles, granitos y pizarras se comercializan en grandes volúmenes y son objeto de un intenso tráfico internacional, tanto en sus formas semielaboradas (bloques y tabletos), como en productos acabados de formatos estándar (losas, plaquetas y tejas).

Un 80% de la producción mundial de las rocas ornamentales se utiliza en edificación, y aunque cada vez es más frecuente encontrar usos "no habituales", por lo general los mármoles suelen utilizarse en interiores, salvo en los climas suaves, los granitos en recubrimientos a la intemperie, y las pizarras se emplean mayoritariamente para techar.

Las características físico-químicas de los materiales empleados tienen, teóricamente, gran importancia, y los procesos de "normalización" actualmente en marcha en todos los sectores industriales parecen pretender darles mayor relevancia comercial en el futuro; pero objetivamente hablando, hasta hoy son los factores estéticos los que han tenido, sin duda, un mayor peso como factor competitivo frente a otros materiales sintéticos.

Muchos productores, y probablemente muchos consumidores, desean que la singularidad y el prestigio que la utilización de las rocas ornamentales confiere continúen siendo su principal elemento distintivo, especialmente porque la calidad básica parece sobradamente garantizada en aquellos materiales de más destacado uso histórico. Pero su desarrollo como actividad industrial pujante está muy ligado al abaratamiento de los costes de producción y a la masificación de su consumo, que es donde encuentra sus competidores más fuertes entre los materiales sintéticos, especialmente los de tipo cerámico, tanto en revestimientos como en cubiertas y tejados.

Sin pretender tratar exhaustivamente las características técnicas de las rocas ornamentales, objetivo sin duda del mayor interés y aún no cubierto aceptablemente por ninguna de las publicaciones disponibles en el mundo a pesar de algunos nota-

bles intentos, recordemos los aspectos que dentro del propio sector se consideran hoy importantes. Debe advertirse, sin embargo, que muchos de ellos están en revisión, fundamentalmente como consecuencia de los procesos de normalización que están abiertos en varios ámbitos geo-comerciales (como la CE). Asimismo, el creciente interés que se registra entre los propios productores de países con tradición en I+D (Italia, Canadá) está dando lugar a proyectos de investigación, por lo general desarrollados en centros de investigación y universidades públicas pero con soporte financiero mayoritariamente privado, que pronto repercutirán en los aspectos comerciales y en la ya muy fuerte competencia existente, tanto dentro del propio sector, como frente a otros de materiales de construcción.

La explotación comienza con el arranque de grandes bloques, que posteriormente se subdividen hasta que alcanzan dimensiones fácilmente manipulables, que también constituyen el primer producto comercial de mármoles y granitos. Dimensiones comunes de estos bloques son:

- Longitud: de 1.90 - 3.30 m
- Fondo: de 1.00 - 1.50 m
- Altura: de 0.90 - 1.20 m

Las técnicas de arranque son variadas y es frecuente que se combinen varias en una misma explotación. Las utilizadas comprenden: voladuras, perforación sistemática, hilos, rozadoras, discos, lanza térmica y chorro de agua.

Técnicas de arranque de rocas ornamentales

Perforación	Rozadora de brazo	Hilo helicoidal	Hilo diamantado	Disco	Lanza térmica	Chorro agua
Granitos	P	I	D	M	M-P	D
Mármoles	P	P	P	P	I	D
Pizarras	P	P	P	P	I	D

P: Posibles; **I:** Inviabile en la actualidad; **M:** Marginal; **D:** En vías de desarrollo.

(Fuente: OBIS et al, 1989)

La utilización de explosivos tiende a decrecer, fundamentalmente por la dificultad de acomodar las características de éstos a las necesidades de optimización de aprovechamiento de la roca arrancada, y a que los fabricantes de explosivos consideran insuficiente el consumo potencial en este campo como para desarrollar explosivos y encartuchados específicos para el arranque de rocas ornamentales; lo que, por otra parte, no debería presentar dificultades técnicas de importancia.

En muchas ocasiones, el uso de uno u otro procedimiento, o la práctica de variaciones locales de metodología, responde más a la tradición que a razones técnicamente fundadas.

Los procedimientos de elaboración y acabado de cada uno de los materiales están condicionados obviamente por las características físicas de los mismos y por los productos finales comercializables que se desea obtener, pero los procesos que se llevan a cabo en las fábricas y talleres de elaboración consisten básicamente en nuevas operaciones de corte, tratamiento de superficies y dimensionado final, todo ello con una marcada tendencia a que las operaciones se realicen de manera encaденada y automáticamente.

Los mármoles, *sensu stricto*, son rocas calizas con una composición química básicamente de carbonato cálcico (entre el 90 y el 100%), que han sufrido un proceso geológico de intensas presión y temperatura, conocido como metamorfismo, dando lugar a una estructura interna fuertemente cristalina.

Junto al carbonato cálcico, blanco cuando es completamente puro, aparecen minerales secundarios que influyen en las características tecnológicas de la piedra, pero sobre todo en las estéticas, pues son los causantes de los colores de los mármoles: materia carbonosa (grises y negros), óxidos de hierro (rosas y rojos) y arcillas (tonos amarillos, grises, azulados, verdosos).

Los auténticos mármoles son relativamente escasos en el mercado. Por el contrario, son muy abundantes las calizas ornamentales, rocas con alto contenido también en carbonato cálcico desde el punto de vista de su composición química, pero sin que el metamorfismo les haya conferido su naturaleza cristalina.

Las características que hoy suelen “ensayarse” para conocer la calidad de la piedra y sus potenciales utilidades son: masa volúmica, absorción de agua, porosidad aparente, resistencia a la compresión, resistencia a la flexión, resistencia al desgaste, resistencia al choque y microdureza Knoop.

Características técnicas

Utilizaciones	1	2	3	4	5	6	7	8
Revestimientos exteriores	(2)	(2)	(2)	(2)	(1)	(1)		(1)
Revestimientos interiores	(2)	(1)	(1)	(1)	(1)			
Pavimentos exteriores	(2)	(2)	(2)	(2)	(2)	(3)	(3)	(3)
Pavimentos interiores	(2)	(1)	(1)	(1)	(2)	(3)	(3)	(3)
Escaleras en vano	(2)	(1)	(1)	(2)	(3)	(3)	(3)	(3)
Techados	(2)	(3)	(3)	(2)	(2)	(1)	(2)	(1)

1. Masa volúmica	5. Resistencia a la flexión	Grado de interés: (1) Poco importante (2) Importante (3) Muy importante
2. Absorción de agua	6. Resistencia al desgaste	
3. Porosidad aparente	7. Resistencia al choque	
4. Resistencia a la compresión	8. Microdureza Knoop	

(Fuente: Anuario 1992, ROC MAQUINA)

De acuerdo con la normativa española, granito comercial es “aquel conjunto de rocas ígneas, de diversa mineralogía, que se explotan generalmente en forma de bloques de naturaleza coherente y que se utilizan para decoración, es decir, aprovechando sus cualidades estéticas, una vez que han sido elaboradas con procedimientos tales como aserrados, pulido, labrado, tallado, esculpido, etc.”

Tras el arranque del bloque por métodos muy diversos, desde el artesanal de cuñas a los más sofisticados métodos de corte actuales (hilos diamantados y discos gigantes), pasando por todo tipo de sopletes y martillos neumáticos y complementados con sistemas de tracción, se procede al aserrado de los

mismos en telares, que producen planchas de 2-3 cm de espesor, que, a su vez, se constituyen en la materia prima para la fabricación de productos con superficie apomazada, pulida, flameada o esculpida.

Los ensayos tecnológicos más usuales consisten en la determinación de la masa volúmica, coeficiente de absorción, resistencia a la compresión, flexión, desgaste por rozamiento, heladas, impacto y choque térmico.

Utilizaciones

Ensayos	A	B	C	D	E
M. Volúmica	XX	XX	XX	X	X
Absorción	XX	X	XX	X	X
R. compresión	XX	X	XX	X	XX
R. flexión	XX	X	XX	XX	XXX
R. choque	X	-	XXX	XX	XXX
R. heladas	XXX	X	XXX	X	XX
R. desgaste	X	X	XXX	XX	XXX
Choque térmico	XXX	X	XXX	X	XX

A	Revestimiento exteriores	XXX	Muy importante
B	Revestimiento interiores	XX	Importante
C	Pavimentos exteriores	X	Poco importante
D	Pavimentos interiores		
E	Peldaños		

(Fuente: Anuario 1992, ROC MAQUINA)

Por último, las pizarras son rocas metamórficas de grano fino ($<75\mu$), con la propiedad de separarse en planos (exfoliación) como consecuencia de presentar una orientación planar muy marcada (esquistosidad) de los minerales que las constituyen. Los principales componentes minerales de estas rocas son la sericita, el cuarzo y minerales del grupo de la clorita. Es fre-

cuenta la presencia (muchas veces inoportuna) de óxidos, sulfuros, arcillas y carbonatos.

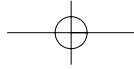
Aunque son rocas muy comunes en las formaciones geológicas antiguas de todo el mundo, son relativamente escasos los niveles explotables para la producción de elementos de cubiertas (principal destino de su utilización) y otros revestimientos y usos, eso sí, cada vez más variados.

El destino final determina cuáles son las características físico-químicas que deben tener las pizarras, siendo algunas de ellas incompatibles entre sí, y condicionando inevitablemente su utilidad para uno u otro uso.

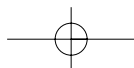
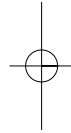
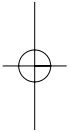
Los ensayos más utilizados son: absorción, resistencia a las heladas, a los cambios térmicos, a los ácidos, a la flexión, a la compresión, al desgaste por rozamiento y al choque.

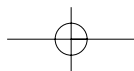
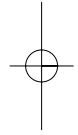
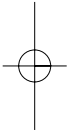
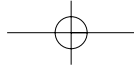
Utilización	1	2	3	4	5	6	7	8
Pizarras para cubiertas (tejadós y fachadas)	-	XXX	XXX	XXX	XXX	XXX	-	-
Losas para pavimentos exteriores	XX	X	XXX	X	X	XXX	XX	XX
Losas para pavimentos interiores	X	-	-	X	X	XXX	XX	XX
Placas para revestimientos exteriores	XX	X	XXX	XX	X	-	-	XX
Placas para revestimientos interiores	-	X	-	-	X	XX	-	XX
Bloques para muros, columnas, etc.	-	XXX	X	XX	-	-	XXX	-
1: Absorción de agua.		5: Resistencia mecánica a la flexión.						
2: Resistencia a las heladas.		6: Resistencia mecánica a la compresión.						
3: Resistencia a los cambios térmicos.		7: Resistencia al desgaste por rozamiento.						
4: Resistencia a los ácidos.		8: Resistencia al choque.						
XXX Muy importante. XX importante. X Menos importante.								

(Fuente: Anuario 1992, ROC MAQUINA)



La inmensa mayoría de las explotaciones son actualmente a cielo abierto, tipo de explotación cuya eficacia es criticada técnicamente de forma creciente, produciéndose en los frentes de canteras y por métodos muy diferentes bloques de la pizarra considerada idónea (rachones), que normalmente se trasladan a talleres próximos para su elaboración: corte en bloques más pequeños y manejables, labrado o hendido de placas y formateo en tamaños comerciales.





ANEXO

B

LAS ROCAS
ORNAMENTALES
EN ESPAÑA

La mayor parte de la información que se sintetiza en este apartado procede de la quinta edición del ANUARIO Piedras Naturales 1992, editado por ROC MAQUINA, publicación que desde hace algunos años viene esforzándose en recoger y presentar de manera realmente encomiable la estadística y otra mucha información útil de este sector en España.

Aquí nos limitamos a reproducir algunas de las informaciones más significativas que ayudan a tener una idea precisa del marco económico y comercial en que se encuentra el sector de las rocas ornamentales en el momento en el que se ha realizado el análisis objeto de este trabajo.

Tras unos años de crecimiento espectacular, la producción española de rocas ornamentales se mantiene en el año 1992 en una cifra alrededor de 3.7 millones de toneladas (equivalentes a 195.323 millones de pesetas), con la distribución aproximada siguiente:

- sector construcción 80%
- sector funerario 8%
- artesanía y varios 2%
- exportación 10%

La evolución de esta producción, en la que participan unas 2.000 empresas, puede apreciarse en las siguientes tablas:

Producción de Granitos en España

	Producción		Importación		Exportación		Consumo Nacional	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1986	597	30.311	80	2.221	367	7.541	310	24.991
1987	653	34.148	102	2.917	366	8.871	389	28.194
1988	875	49.000	123	3.345	430	9.049	568	43.296
1989	962	56.511	154	4.624	492	11.487	624	49.648
1990	1.183	71.578	205	6.053	550	11.268	838	66.363
1991	1.150	62.623	258	6.322	596	11.768	812	57.177

A: Valor: en miles de toneladas. **B:** Valor: en millones de pesetas

Producción de Mármoles en España

	Producción		Importación		Exportación		Consumo Nacional	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1986	580	30.690	96	2.795	69	4.141	617	29.344
1987	632	34.400	120	3.838	73	4.548	679	33.734
1988	1.280	68.667	170	6.030	122	7.650	1.328	67.037
1989	1.672	93.732	235	8.622	164	10.503	1.743	91.851
1990	2.345	134.746	273	10.513	154	10.711	2.464	134.548
1991	2.210	111.750	274	11.796	149	10.156	2.335	113.390

A: Valor: en miles de toneladas **B:** Valor: en millones de pesetas

Producción de Pizarras en España

	Producción		Importación		Exportación		Consumo Nacional	
	A	B	A	B	A	B	A	B
1986	296	11.004	-	-	231	8.588	65	2.416
1987	348	13.394	-	-	283	10.892	65	2.502
1988	401	17.441	-	-	335	14.571	66	2.870
1989	411	20.525	-	-	343	17.510	68	3.015
1990	419	22.180	-	-	338	18.997	81	3.183
1991	392	20.950	-	-	316	17.965	76	2.985

A: Valor: en miles de toneladas **B:** Valor: en millones de pesetas

(Fuente: Anuario 1992, ROC MAQUINA)

Importaciones Españolas por Areas y Países más Importantes (en %) (en toneladas)

	1990	1989
1º CE	64,75	66,96
2º Europa no comunitaria	15,98	15,98
3º Africa	9,47	9,47
4º Centro y Sudamérica	5,95	5,95
5º Extemo Oriente	1,18	1,18
6º Resto	0,46	0,46
1º Portugal	29,84	32,66
2º Italia	30,11	30,40
3º Africa Sur	8,90	9,16
4º Finlandia	9,82	8,40
5º Noruega	5,53	5,65
6º Brasil	4,52	5,00
7º Francia	2,60	1,85
8º Grecia	1,66	1,56
9º Resto	7,02	5,32

Importaciones Españolas por Areas y Países mas Importantes (en %) (en valor económico)

	1990	1989
1º CE	71,73	71,27
2º Europa no comunitaria	15,02	14,00
3º Africa	7,42	7,88
4º Centro y Sudamérica	4,39	4,92
5º Extemo Oriente	1,17	1,24
6º Resto	0,27	0,69
1º Italia	29,84	32,66
2º Portugal	30,11	30,40
3º Noruega	8,90	9,16
4º Sudáfrica	9,82	8,40
5º Finlandia	5,53	5,65
6º Brasil	4,52	5,00
7º Grecia	2,60	1,85
8º Francia	1,66	1,56
9º Resto	7,02	5,32

(Fuente: Anuario 1992, ROC MAQUINA)

Exportaciones Españolas por Areas y Países mas Importantes (en %) (en toneladas)

	1990	1989
1º CE	72,30	76,11
2º Extremo Oriente	14,45	14,66
3º EE.UU. - Canadá	4,65	5,67
4º Resto	8,60	3,56
1º Italia	30,35	33,87
2º Francia	23,65	24,85
3º Alemania	7,94	7,41
4º Taiwán	7,15	8,86
5º EE.UU.	4,37	5,26
6º Reino Unido	4,28	4,96
7º Japón	5,55	4,70
8º Bélgica	2,93	3,07
9º Holanda	1,78	0,68
10º Resto	12,00	6,34

Exportaciones Españolas por Areas y Países más Importantes (en %) (en valor económico)

	1990	1989
1º CE	68,62	65,87
2º Extremo Oriente	14,98	17,70
3º EE.UU. - Canadá	11,99	10,49
4º Resto	4,41	5,94
1º Francia	31,47	30,62
2º EE.UU.	14,98	16,26
3º Italia	10,61	10,96
4º Alemania	12,28	10,04
5º Reino Unido	7,41	7,64
6º Japón	6,13	5,63
7º Bélgica	4,65	4,79
8º Taiwán	2,30	2,47
9º Holanda	1,42	0,92
10º Resto	8,75	10,67

(Fuente: Anuario 1992, ROC MAQUINA)

Desglose de Comercio Exterior Repercusión Porcentual (%) por Tipo de Producto

EXPORTACIONES		IMPORTACIONES	
Bruto		Bruto	
Mármol	32,40	Mármol	25,30
Granito	90,40	Granito	89,30
Pizarra	0,35	Pizarra	50,00
Elaborado		Elaborado	
Mármol	67,60	Mármol	74,70
Granito	9,60	Granito	10,70
Pizarra	99,65	Pizarra	50,00

Repercusión Porcentual (%) sobre el Total del Comercio Exterior por Tipos y Acabados de Productos

	Exportaciones	Importaciones
Mármol en bruto	4,78	14,40
Granito en bruto	47,68	38,20
Pizarra en bruto	0,14	0,10
Total en bruto	52,60	52,70
Mármol elaborado	9,98	42,60
Granito elaborado	5,08	4,60
Pizarra elaborada	32,34	0,10
Total elaborado	47,40	47,30

(Fuente: Anuario 1992, ROC MAQUINA)

De diferentes análisis de mercado realizados desde mediados de los ochenta, normalmente encargados por organismos públicos, y de las encuestas incorporadas en ellos se concluye que, en general, la oferta española de rocas ornamentales es bien aceptada entre los distribuidores mundiales que ya la conocen. El esfuerzo comercial realizado hasta la fecha es escaso (especialmente si se lo compara con el de Italia, principal competidor), y su principal problema reside en el escaso control de calidad, que hace que normalmente sean considerados como productos de calidad media, y de regularidad poco fiable.

Asimismo, se conoce a España como un proveedor de materiales en bruto (de potencial que se intuye elevado) con escaso valor añadido, y se desconfía de la capacidad para elaborar productos acabados con un alto nivel de calidad.

En los últimos años, la fuerte demanda interna para mármoles y granitos ha acentuado la escasa atención que los productores de esos materiales han dedicado a preparar su futuro con una mayor componente exportadora, por otra parte, de difícil o imposible improvisación.

Exportaciones Españolas en Materiales Acabados

Tipo	Materiales	1988	1989	1990	1991	'91:'88	91:'90
Lapídeos	Mármoles en bruto	555	657	611	509	-8,3	-16,7
	Granitos bruto	3.746	4.227	4.616	4.218	+12,6	-8,6
	Elaborados	2.553	2.867	3.090	2.757	+8,0	-10,8
	Total	6.854	7.752	8.317	7.484	+9,2	-10,0
	%	9,3	8,6	8,2	7,4	-1,9	-0,8
Cerámicos	Total	66,692	82,704	92,924	93.400	+40,0	+0,5
	%	90,7	91,4	91,8	92,6	+1,9	+0,8
Total exportaciones		73.546	90.456	101.884	+37,2	-0,4	

Exportaciones Españolas en Materiales Acabados (000 m² equivalentes)

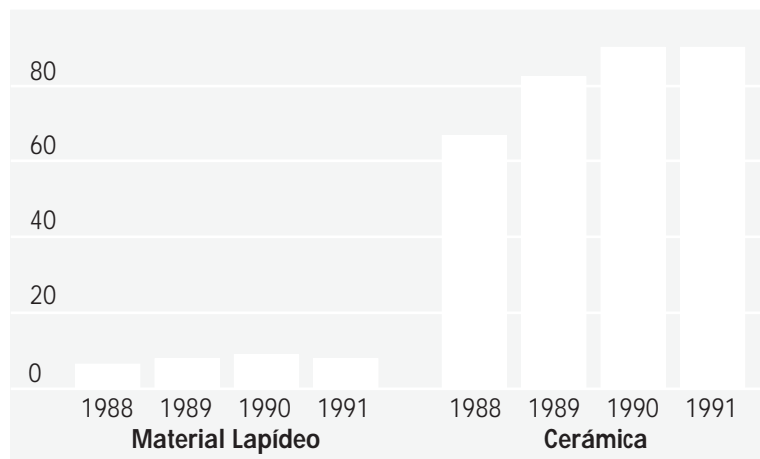
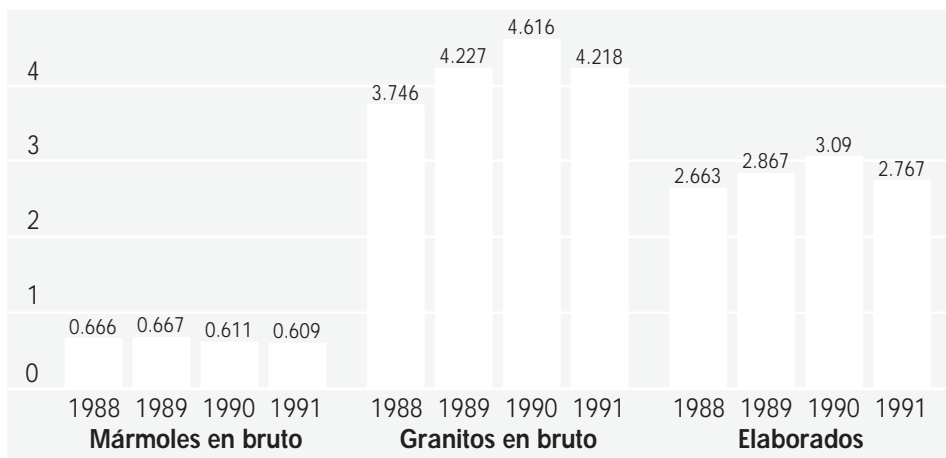


Gráfico 1

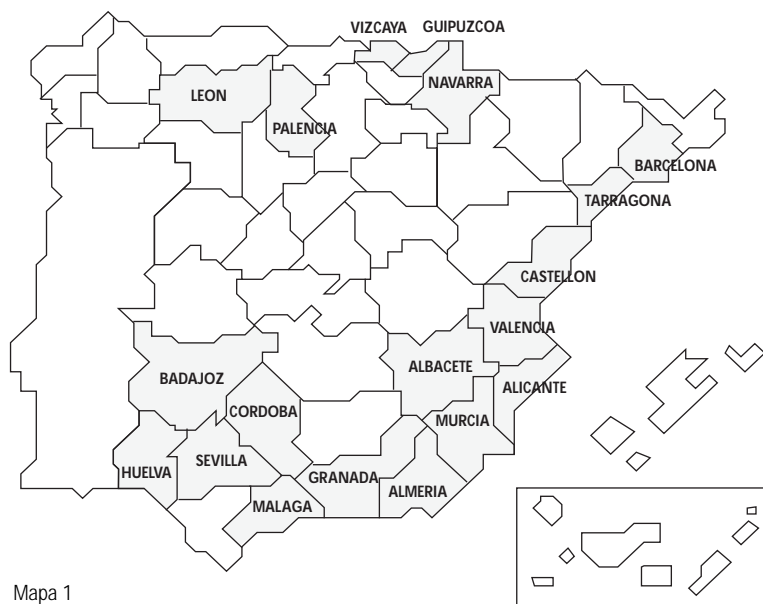
Exportaciones Españolas en Mármoles y Granitos (000 m² equivalentes)



(Fuente: MARMOMACCHINE, 1992)

Gráfico 2

Mármoles, Calizas y Areniscas. Localización geográfica



Mapa 1

Albacete

Amarillo Duna
Blanco Magno
Lago Rosa

Alicante

Crema Marfil Coto
Crema Marfil Peña
Zafra
Crema Morata
Rojo Alicante

Almería

Agua Marina
Amarillo Macael
Amarillo Oro
Amarillo Río
Anasol
Blanco Cobdar
Blanco Chercos
Blanco Chive
Blanco Lijar
Blanco Macael
Blanco Río
Blanco Tranco
Dorado Austral
Gris Caracantol/Los
Azules
Gris Macael/Cañaila
Macael Veteado
Negro Fantasia

Saltdor

Travertino Oro
Travertino Rojo
Alhambra
Verde Macael
Veteado Río

Badajoz

Blanco Alconera
Negro Pinta
Serrancolin

Barcelona

Caliza San Vicente

Castellón

Crema Jaspe
Fantasia
Fósil

Córdoba

Crema Capri
Rojo Carcabuey

Granada

Blanco Ibérico
Bronceado Sierra
Elvira
Crema Loja
Falsa Agata
Rojo Vaquero

Guipuzcoa

Albigirs
Albirosa
Brecha Estrella
Gris Deba
Gris Molrico
Gris Paloma
Rojo Sangre de Toro
Rosa
Rosa Estrella

Huelva

Blanco Aroche
Gris Aroche
Salmón Aroche

León

Mármol Bierzo

Málaga

Nacarado Ronda

Murcia

Beiserpeinte
Caliza Alba
Caliza Lorca
Cehegin Medium
Crema Levante
Crema Perla
Crema Sierra Puerta
Gris Cehegin

Imper

Marrón Cava
Marrón Imperial
Peñacaro
Penaros
Piedra Nogal
Rojo Cravaca
Rojo Cehegin
Rojo Corallito
Rosa Magdala
Rosa Zarcí
Verdoval

Navarra

Gris Duquesa
Rojo Bidasao
Rosa Duquesa

Palencia

Gris Villallano

Sevilla

Caliza Sevilla
Crema Gilena
Imperial

Tarragona

Brocatel
Crema Cenia
Crema Honey
Crema Ulledecona

Imperial

Renacimiento
Sherry Gold
Ulledecona

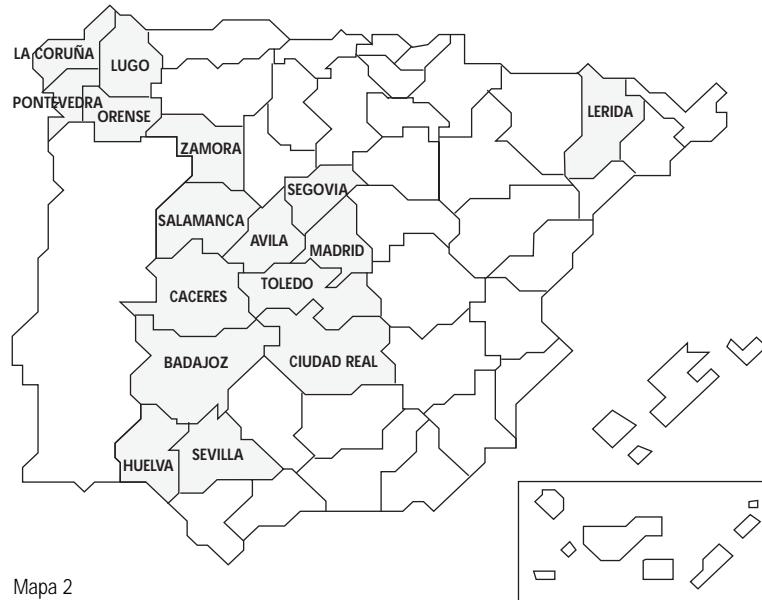
Valencia

Bassonville
Crema Buixcarro
Crema Valencia
Emperador Claro
Rosa Buixcarro
Roa Valencia

Vizcaya

Markina Florido
Negro Markina
Rojo Bilbao
Rojo Bilbao Fino

Granitos. Localización geográfica



Mapa 2

Avila

Gris Avila

Badajoz

Azul Barcarrota
Azul Claro
Azul Guadajira
Azul Ocean
Dorado Perla
Gris Campanario
Gris Quintana
Negro Badajoz
Negro Ochavo
Ochavo Especial
Perla
Rojo Guadajira
Rosa Extremadura
Rosa Villar
Verde Estrella

Cáceres

Albero
Azul Platino
Cosmos
Gran Beige
Gran Gris
Granito Pinto

Ciudad Real

Gris Fontanosas

Huelva

Negro Santaolla
Verde Joya

La Coruña

Austral Red

Lerida

Azul Aran

Lugo

Marrón Estrella
parga
Perla Kaxigal
Rosa Delta
Rosa Lugo
San Román

Madrid

Bianco Aurora
Bianco Berrocal
Bianco Castilla
Bianco Cristal
Crema Champán

Orense

Gris Morrazo
Grissal
Rosavel

Pontevedra

Albero
Dante
Gris Mondariz
Gris Perla
Negro Esmeralda
Rosa Mondariz
Rosa Porrño

Salamanca

Gris Los Santos

Segovia

Gris Segovia
Gris Villa

Sevilla

Tezal

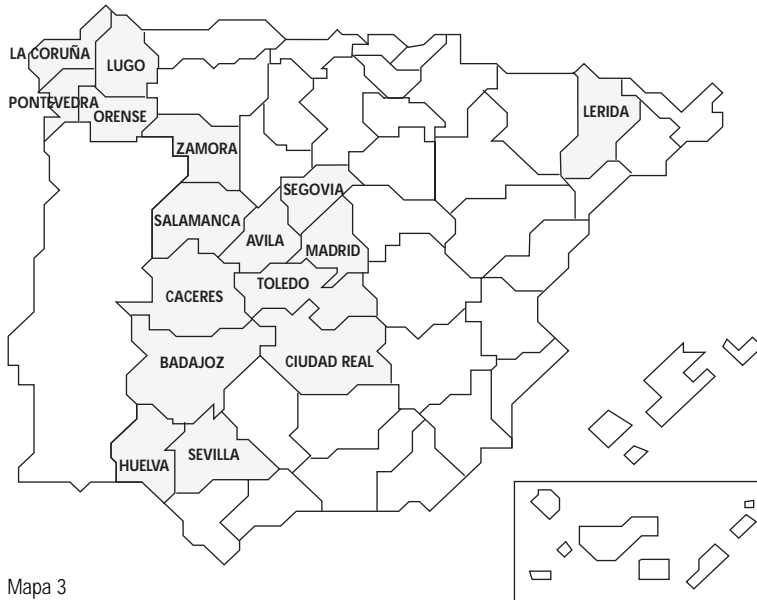
Toledo

Bianco Toledo

Zamora

Bianco Viriato
Gris Mezquita
Sayago Rex

Pizarras. Localización geográfica



Mapa 3

Badajoz
Villar del Rey

La Coruña
Monte Rande

León
Alto Bierzo
Benusa
La Baña
Odollo
S. Pedro Trones

Lugo
El Laurel
Los Oscos
Verde Lugo

Orense
Casayo
Castañeiro
Domiz
Los Molinos
Morreau
Penedo Rayado
Rozadais
San Vicente
San Victor

Segovia
Bernardos

Zamora
Aliste

ANEXO

C

LAS ROCAS
ORNAMENTALES
EN EL MUNDO

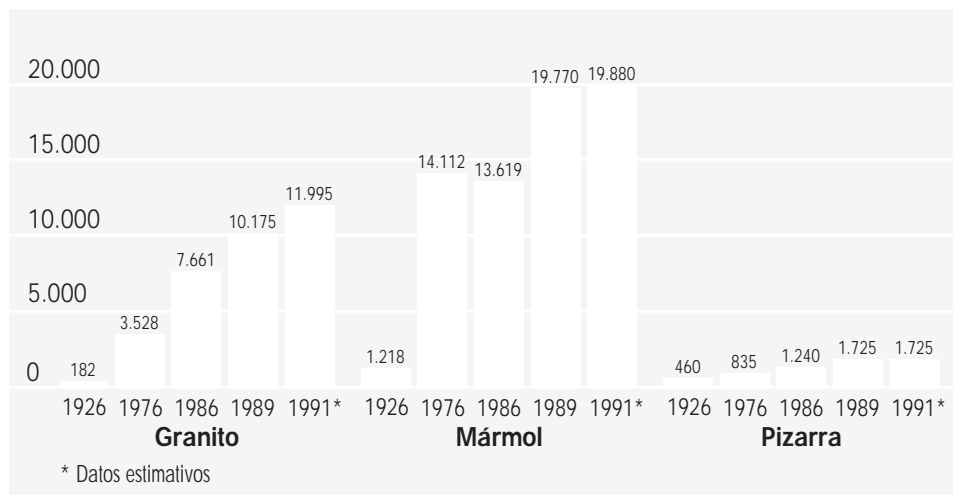
La industria mundial de la roca ornamental se compone de unas 50.000 empresas, la mayoría de tamaño pequeño y mediano. El sector da empleo directo, aproximadamente, a 250.000 personas en todo el mundo, incluyendo solamente las actividades extractivas de elaboración. De ellas, unas 75.000 (el 30%) trabajan en Italia, repartidas en unas 12.000 compañías. En consecuencia, la empresa italiana media es de 6 personas. De hecho las compañías italianas que emplean a más de 20 personas suponen solamente un 3,8% del total, y las que tienen más de 50 trabajadores sólo el 0,6%. Estas cifras estadísticas pueden hacerse extensivas al sector en los demás países, aunque la tendencia, casi inevitable, es a formar cada vez empresas más grandes. Por ejemplo, en Finlandia el número medio de empleados es ya de cerca de 30 personas, y hay una con más de 200.

Este fenómeno se produce tanto por medio de la compra como por la fusión de pequeñas empresas entre sí. El proceso de integración se produce también verticalmente, con la compra de canteras por parte de industrias transformadoras y empresas comerciales. También se están realizando integraciones entre las empresas del sector de la piedra y las de la construcción.

El mayor número de nuevas compañías se concentra en los países en vías de desarrollo y de nueva industrialización, como India, Brasil y China.

Las estadísticas discrepan según la fuente de procedencia, como puede apreciarse en algunos de los datos que se facilitan a continuación, pero parece claro que incluso en los difíciles años 91 y 92, el intercambio mundial de productos lapídeos ha crecido: un 6,6% el año 91 (según la revista italiana *MAR-MOMACCHINE*) y una cifra aún no estimada en el 92. A continuación se sintetizan a través de un conjunto de tablas y gráficos la situación y la evolución del sector en el mundo.

**Producción Mundial de Piedra Natural
(miles de toneladas)**



(Fuente: Anuario 1992, ROC MAQUINA)

Gráfico 3

Producción Mundial de Piedra Natural (valor en m³)

Año	Mármoles y similares	%	Granitos y similares	%	Esquistos y similares	%	Totales
1926	435.000	65	65.000	10	164.000	25	664.000
1976	5.040.000	76	1.260.000	19	298.000	5	6.598.000
1986	4.864.000	60	2.736.000	34	443.000	6	8.043.000
1989	7.061.000	63	3.634.000	33	616.000	5	11.311.000
1991*	7.100.000	59	4.284.000	36	616.000	5	12.000.000

* Datos estimativos

Consumo Mundial de Piedra Natural y Cerámica durante 1990

Países	Piedra natural (millones m ²)	Cerámica (millones m ²)	Total (millones m ²)	% Piedra	% Cerámica
Italia	68,0	230	298,0	22,8	77,2
España	28,1	132	160,1	17,5	82,5
EE.UU.	21,9	95	116,9	18,7	81,3
Alemania	11,0	105	116,0	9,5	90,5
Francia	13,1	89	102,1	12,8	87,2
Brasil	6,0	80	86,0	7,0	93,0
Benelux	8,5	42	50,5	16,8	83,2
Reino Unido	2,7	36	38,7	6,9	93,1
Grecia	17,2	18	35,2	48,8	51,2
Turquía	5,0	20	25,0	20,0	80,0
Australia	2,0	20	22,0	9,1	90,9
Canadá	3,3	17	20,3	16,3	83,7
Portugal	3,6	16	19,6	18,4	81,6
Austria	2,6	15	17,6	14,8	85,2
Suiza	4,0	11	15,0	26,7	73,3
Suecia	2,3	10	12,3	18,7	81,3
Otros	84,7	590	674,7	12,6	87,4

(Fuente: Anuario 1992, ROC MAQUINA)

Evolución previsible de la Producción Mundial de Piedra Natural

Año	Producción (M ³)	Equivalencia tablero de 2 cm	Indices
1991	12.000.000	360.000.000	100,00
1992	12.840.000	385.200.000	107,00
1993	13.740.000	412.200.000	114,50
1994	14.700.000	441.000.000	122,50
1995	15.730.000	471.900.000	131,08
1996	16.830.000	504.900.000	140,35
1997	18.010.000	540.300.000	150,08
1998	19.270.000	578.100.000	160,58
1999	20.620.000	618.600.000	171,83
2000	22.065.000	661.950.000	183,87

(Fuente: Anuario 1992, ROC MAQUINA)

Principales aplicaciones de Mármoles y Granitos

Aplicación	%
Suelos	35,2
Revestimiento exterior	22,8
Escaleras y vestíbulos	7,2
Obras estructura	7,2
Revestimiento interior	5,2
Productos no fabricados en serie	4,2
Obras especiales	3,5
Arte funerario	14,7
Total	100

(Fuente: WORLDS STONE INDUSTRY, 1991)

Consumo mundial aparente de Pizarras para techar (toneladas)

País	1990
Francia	205.000
Reino Unido	85.000
Alemania	72.000
EE.UU.	60.000
Bélgica	33.000
España	30.000
Irlanda	15.000
Sudáfrica	10.000
Australia	8.000
Japón	7.000
Holanda	4.000
Total	529.000

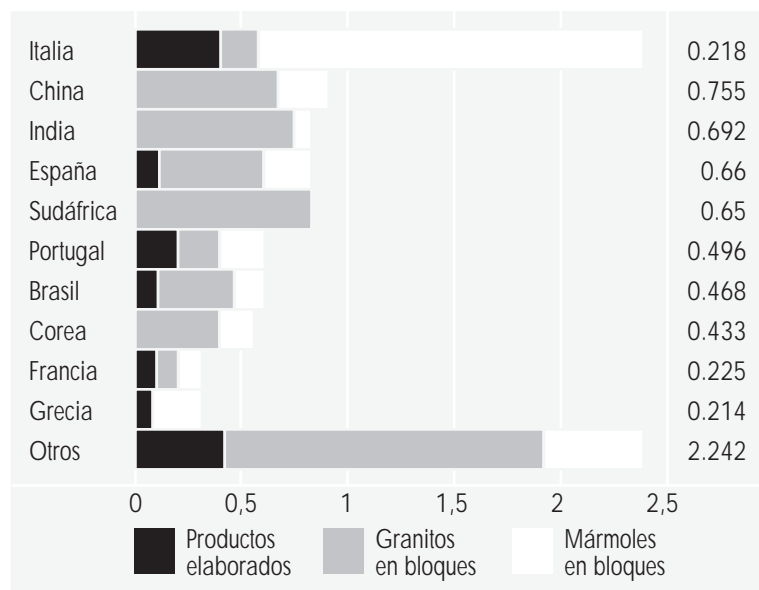
(Fuente: WORLDS STONE INDUSTRY, 1991)

Los Mayores Exportadores Mundiales (000 toneladas)

País	1991				1990				±Δ% '90:91			
	A	B	C	Total	A	B	C	Total	A	B	C	Total
Italia	340	126	1.751	2.218	310	120	1.173	2.203	+9.7	+5.0	-1.2	+0.7
China	10	585	160	755	10	352	136	498	-	+66.2	+17.6	+51.6
India	-	660	32	692	-	610	20	630	-	+8.2	+60.0	+9.8
España	55	456	149	660	66	499	167	732	-16.7	-8.6	10.8	-9.8
Sudáfrica	-	650	-	650	-	610	-	610	-	+6.6	-	+6.6
Portugal	138	160	198	496	141	129	180	450	-2.1	+24.0	+10.0	+10.2
Brasil	26	381	61	468	21	418	13	452	+23.8	-8.9	+369.3	+3.5
Corea	-	268	165	433	-	284	180	464	-	-5.6	-8.3	-6.7
Francia	41	104	80	225	53	135	83	271	-22.6	-23.0	-3.6	-17.0
Grecia	55	-	159	214	34	-	168	202	+61.8	-	-5.4	+5.9
Otros	385	1.578	279	2.242	280	1.362	341	1.983	+37.5	+15.9	-18.2	+13.1
Total	1.050	4.986	3.035	9.053	915	4.519	3.061	8.495	+14.8	+9.9	-0.8	+6.6

A: Mármoles en bloques; **B:** Granitos en bloques; **C:** Productos elaborados.

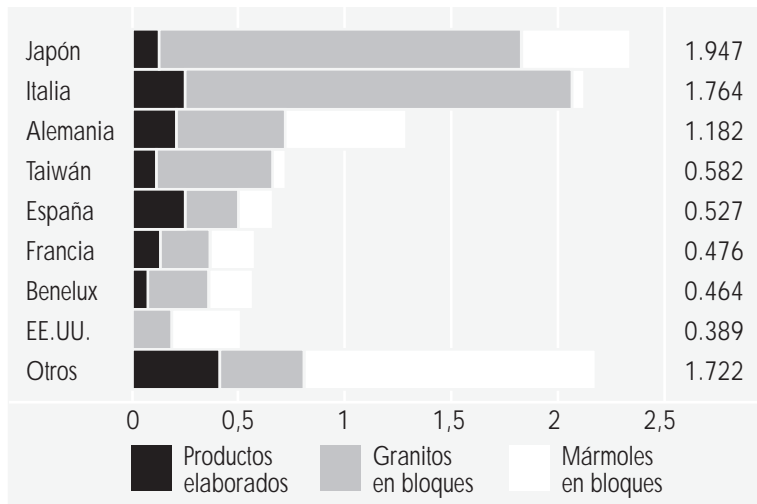
Los Mayores Exportadores Mundiales (000 toneladas)



(Fuente: MARMOMACCHINE, 1992).

Gráfico 4

Los Mayores Importadores Mundiales (000 toneladas)



(Fuente: MARMOMACCHINE, 1992).

Gráfico 5

Mercado Internacional de Mármoles y Granito

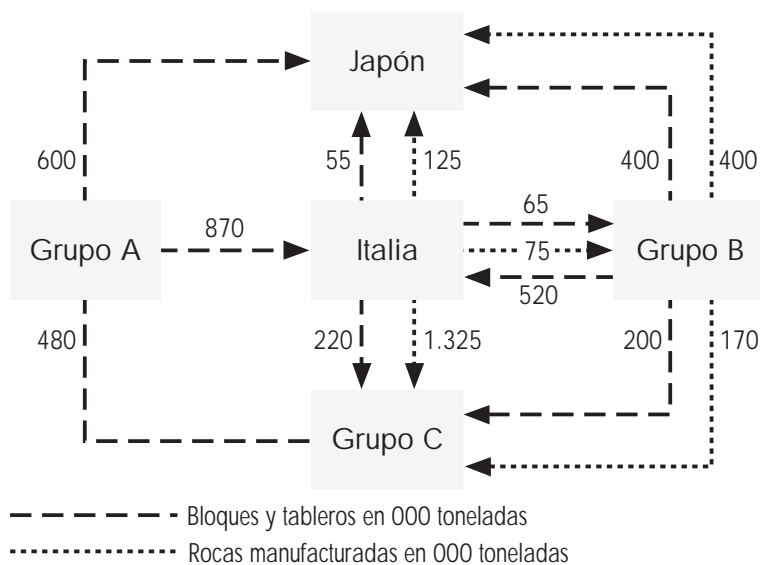


Gráfico 6

GRUPO A		GRUPO B		GRUPO C	
Exportadores de bloques		Exportadores de bloques y elaborados		Principales mercados importadores	
India	Noruega	España	Yugoslavia	EE.UU.	Alemania
Sudáfrica	Zimbawe	Portugal	Canadá	Bélgica	Francia
Finlandia	China	Turquía	Grecia	Hong Kong	Arabia Saudita
Suecia	Brasil	Taiwán	Bulgaria	Líbano	Austria
		México	Corea del Sur	Emitatos Arabes	Singapur
				Inglaterra	Israel
				Suiza	Holanda

(Fuente: MARMOMACCHINE, 1986, reelaborado por K. Harris-Rees, 1991)

Producción de Pizarra en Francia (toneladas)

Utilización	1988	1990
Techar	45.600	43.600
Recubrimientos	6.700	6.350
Edificación	220	310
Pavimentos	1.200	1.260

(Fuente: Matériaux de Construction et Produits de Carrières, N° 648, Oct. 1990)

Consumo aproximado de Pizarra para techar en EE.UU. (toneladas)

	Interior	Importación	Total
1985	12.000	6.000	18.000
1986	14.000	7.000	21.000
1987	14.500	13.500	28.000
1988	14.700	20.300	35.000
1989	15.000	35.000	50.000
1990	16.000	44.000	60.000

(Fuente: F. HARRIES-REES, 1991)

Consumo aproximado de Pizarra para techar en Reino Unido (toneladas)

	Interior	Importación	Total
1985	19.000	18.000	37.000
1986	20.000	28.000	48.000
1987	24.000	31.000	55.000
1988	26.500	38.500	65.000
1989	31.000	49.000	80.000
1990	31.500	53.500	85.000

(Fuente: F. HARRIES-REES, 1991)

Producción de Pizarra en Reino Unido (toneladas)

	1989	1990
Techar	-	34.565
Otros	83.976	9.548
Polvos & gránulos	-	53.381
Estériles para relleno	376.089	227.236

(Fuente: F. HARRIES-REES, 1991)

BIBLIOGRAFIA

ANUARIO 1992. *Piedras Naturales*. Roc Máquina, S.A. Bilbao

Bradley, F. (1989). CENNI SULL'ANALISI GEOLOGICA DELLE ROCCE ORNAMENTALI. Technostone. Carrara

Harries-Rees, K. (1991). "Slate Market Split. Niche develops for Prestige Products". *Industrial Minerals*. May. pp. 44-53

Harries-Rees, K. (1991). "Dimension Stone Review. *The new Stone Age*". *Industrial Minerals*. November. pp. 43-52

Marmomacchine. nº 106, 4º bimestre 1992. Associazione Marmomacchine Club. Milán

Obis, J., Toledo, J. Mª y López, C. (1989). "Situación actual y perspectivas de desarrollo de las técnicas de extracción de piedras naturales". *Roc Máquina*. 1º Trimestre. pp. 15-29

Varios (1986). IL MARMO NEL MONDO. Società Editrice Apuana. Carrara

Varios (1986). STONE WORKING TECHNIQUES. Publiccontainer. Massa

