

## CAL

Por primera vez se incluye en el Panorama información específica sobre la producción nacional de cales. No se trata, evidentemente, de producción minera, pero la materia prima empleada, caliza o dolomía, sí se extrae en cantera. A fin de completar los datos de producción de dichas sustancias, que en el Panorama figuran en varios capítulos, en función de los usos a que se destinan: áridos, cemento, carbonato cálcico, etc., se elabora este nuevo capítulo.

La mayor parte de la información que se presenta a continuación procede de la presentación realizada por la Asociación Nacional de Fabricantes de Cales y Derivados de España (ANCADE), sobre el Sector Industrial de la Cal, en la "Jornada de presentación de la Guía de Buenas Prácticas Medioambientales en la Industria Extractiva Europea. Aplicación al caso español", celebrada el 17 de diciembre de 2002 en el Ministerio de Economía.

Bajo el término genérico de cal se tiene una primera clasificación según las características del producto fabricado, en cales aéreas y cales hidráulicas.

Las cales aéreas, denominadas así porque endurecen al aire mediante su reacción con el anhídrido carbónico del mismo u otra fuente de CO<sub>2</sub>, se clasifican a su vez en:

- Cales cálcicas constituidas principalmente por óxido o hidróxido de calcio.
- Cales dolomíticas compuestas principalmente por óxido o hidróxidos de cal y magnesio.

Las cales hidráulicas, llamadas así porque fraguan y endurecen con el agua, se clasifican a su vez en:

- Cales hidráulicas naturales
- Cales hidráulicas artificiales.

En España, prácticamente solo se fabrican cales aéreas.

La fabricación de las cales aéreas cálcicas de calidad exige la utilización como materia prima de caliza con riqueza en carbonato cálcico superior al 95% y un contenido de óxido de magnesio inferior al 5%.

Para la producción de cales dolomíticas de calidad se utilizan dolomías con riqueza en carbonatos cálcico y magnésico superior al 95% y cuyo contenido en óxido de magnesio sea superior al 5%

Los datos oficiales proporcionados por la Estadística Minera están contenidos en el capítulo de Sectorización, donde se indica el destino de la producción de las canteras. Los relativos a los últimos años son los recogidos en el cuadro siguiente:

### PRODUCCIÓN DE CALIZA Y DOLOMÍA PARA FABRICACIÓN DE CALES (t)

Provincia	1996	1997	1998	1999	2000
Caliza	2 372 347	1 834 931	1 796 860	1 926 538	4 347 544
Dolomía	57 389	56 350	42 646	48 631	16 565

Fuente: Estadística Minera de España. Sectorización (Tabla VI.4)

Tomando en consideración las cales aéreas como el producto fabricado industrialmente, hay que indicar que existen dos diferentes líneas de fabricación en España:

Una constituida por las industrias que fabrican principalmente cal cálcica para su autoconsumo sin venta o suministro a terceros, como son la industria azucarera, la química y, parcialmente, algunas papeleras. Esto supone una producción de unas 850 000 t/año de óxido de cal (cal viva).

La otra línea está formada por los fabricantes de cal propiamente dichos, que la producen mayoritariamente para su venta y suministro a terceros y, en algunos casos, y minoritariamente, para autoconsumo. Este sector es el considerado en las estadísticas y epígrafes como el Sector Industrial fabricante de Cal y con respecto al año 2001, la producción de este Sector fue de 1 450 000 t/año de óxido de cal equivalente, (suma de la cal viva suministrada en dicho estado más la cal viva equivalente suministrada como cal hidratada), y 225 000 t de cal dolomítica (dolomía calcinada), es decir, un total de 1 675 000 t de cal con un valor alrededor de 100 millones de euros.

Como se ha citado, para la fabricación de la cal se necesita utilizar como materia prima calizas o dolomías con contenidos superiores al 95% en carbonatos para, mediante su descarbonatación por calcinación en hornos, producir la cal o dolomía correspondiente. Teniendo en cuenta que la cantidad necesaria de materia prima para producir 1 tonelada de cal es, en valor medio, de 2 t. de caliza o dolomía, la producción citada de cal ha supuesto la utilización de 3 350 000 t. de caliza y dolomía.

A su vez, el proceso de fabricación de cal exige usar, para la alimentación del horno donde se produce la cal mediante descarbonatación, una materia prima con una granulometría comprendida entre 40 y 100 mm.

Las condiciones generales de las instalaciones de arranque, trituración y clasificación del material en las canteras de caliza y dolomía han supuesto que, en valores medios, sea alrededor del 50% de la caliza o dolomía extraída la que tiene la granulometría adecuada para la alimentación del horno.

Lo anterior significa que el total de material extraído, (caliza y dolomía), ha sido de 7 500 000 t. para la producción de cal anual mencionada para el año 2001.

## **1.2.- DESARROLLO TÉCNICO**

La dependencia para la fabricación de cal de la existencia de canteras con calidad y cantidad adecuadas para asegurar una cal con las características necesarias para sus distintas aplicaciones, ha conducido a que, normalmente, el fabricante de cal disponga de canteras propias, lo que lleva a que se considere a la fabricación de la cal dentro de las industrias mineralógicas extractivas.

El binomio cantera + fábrica de cal, (horno, trituración, clasificación, ensilado y expedición), hace que el fabricante de cal tenga que atender el cumplimiento de la legislación medioambiental para ambos términos y que, además, una a su condición de fabricante de cal, la de aprovechar la materia prima no empleada para la producción de cal, procurando una rentabilidad técnico-económica satisfactoria. Generalmente, el destino de esta materia prima es la fabricación de áridos.

Lo anterior supone que la empresa fabricante de cal con cantera propia, deba considerar en su sistema de gestión medio-ambiental no solamente las medidas relativas bien a la fabricación de cal o a la producción de áridos, sino que éstas deben de tener una correlación entre sí para

aprovechar la sinergia de cualquier implantación de una buena práctica medioambiental en toda la cadena del proceso que se tenga a continuación del punto donde se ha efectuado la implantación.

En este sentido, se puede mencionar como ejemplo, la instalación de un Sistema Integrado para el control de la fragmentación de las voladuras y la optimización de los procesos de producción en una cantera de la que se extrae material para la fabricación de la cal. Este Sistema Integrado está permitiendo mejorar el rendimiento global de la cantera, disminuyendo notablemente el que se produzca material que, por su tamaño, no es utilizable para la fabricación de cal o para áridos. Es evidente la mejora que ello supone en el impacto medioambiental al reducirse, en las siguientes etapas del proceso, la cantidad de material que debe someterse a trituración, clasificación, etc., junto con la disminución de formación de acopios con los rechazos no utilizables.

Además, para la mejora de las condiciones ambientales se ha actuado sobre la emisión de polvo, bien mediante su captación en todos los puntos susceptibles de creación de polvo, mediante riego por pulverización con el añadido de tensoactivos o con aspersiones y cerramientos adecuados así como con la instalación de filtros de mangas que reemplazan a otros menos eficaces para la captación de partículas sedimentables y no sedimentables en la depuración de los gases producidos, habiéndose obtenido una reducción para el caso de filtrado de los gases del horno de producción de cal de hasta el 82%. Asimismo, se han insonorizado muchos habitáculos, consiguiendo una reducción acústica de hasta un 80%. Por otra parte, cabe destacar los trabajos hechos por los fabricantes de cal para integrar la zona de las fábricas y canteras en el entorno natural que las rodean, mediante el mantenimiento y mejora de la calidad botánica y paisajista.

Junto a las anteriores actuaciones medioambientales cabe destacar otras de carácter más general, pero no por eso menos importantes, tales como: lavaderos de camiones y ruedas, construcción de depósitos de recogida de aceites usados, balsas de decantación a lo largo de la cantera para recoger las aguas de escorrentía y balsas de decantación para recoger las aguas de regado y evitar efluentes líquidos con sólidos en suspensión y, además, controlar su pH antes de su vertido a cauces públicos, así como la implantación de un plan de Minimización y Gestión de Residuos.

El establecimiento de estas medidas supone una apuesta decidida de las industrias de fabricación de cal para situarse en primera línea, en la consecución de un desarrollo sostenible

### **1.3.- SECTORES INDUSTRIALES DE DESTINO**

La cal producida se utiliza en bastantes sectores industriales, bien como producto necesario para el proceso industrial correspondiente, (caso de la siderurgia), o bien como componente del producto final fabricado (caso de la construcción).

En este sentido, de la producción de cal mencionada, los distintos usos han sido:

- 61% para la industria siderúrgica y metalúrgica no férrea
- 13% para la industria química.
- 10% para la construcción.
- 9% para el tratamiento de aguas, gases, y depuración de aguas y suelos
- 1% para tratamiento de suelos en agricultura
- 6% para exportación

Es decir, la cal es un material versátil, necesario en múltiples sectores industriales

#### 1.4.- COMERCIO EXTERIOR

La Nomenclatura Combinada Intrastat especifica las siguientes posiciones arancelarias relacionadas con las cales (excluidos áridos y piedra ornamental y de cantería):

**CUADRO Cal-I.- COMERCIO EXTERIOR DE MATERIAS PRIMAS DE PARA CALES**  
(t y 106 PTA)

	IMPORTACIONES					
	1998		1999		2000	
	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
<b>I.- Rocas</b>						
- Castinas, cal o cem.	4	0,507	18	1,730	4	0,369
<b>II.- Oxidos y sales</b>						
- Cales viva, ap., hid.	3 319	48,600	2 796	125,907	5 148	58,525
<b>TOTAL</b>		<b>49,107</b>		<b>127,637</b>		<b>58,894</b>

	EXPORTACIONES					
	1998		1999		2000	
	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor	Cantidad	Valor
<b>I.- Rocas</b>						
- Castinas, cal o cem.	277 731	355,435	262 846	335,601	244 654	327,728
<b>II.- Oxidos y sales</b>						
- Cales viva, ap., hid.	74 870	727,041	96 543	918,022	96 030	878,202
<b>TOTAL</b>		<b>1 082,476</b>		<b>1 253,623</b>		<b>1 205,930</b>

Fuente: Estadística del Comercio Exterior de España, Agencia Tributaria, Departamento de Aduanas e Impuestos Especiales

**CUADRO Cal-II.- COMERCIO EXTERIOR DE MATERIAS PRIMAS MINERALES**  
(t CaO contenido)

	IMPORTACIONES				
	1996	1997	1998	1999	2000
<b>I.- Minerales</b>					
- Castinas, etc.	2	2	4	18	4
<b>II.- Oxidos y sales</b>					
- Cales viva, apag., hidr.	955	6 671	2 941	2 504	4 157
<b>TOTAL</b>	<b>957</b>	<b>6 673</b>	<b>2 945</b>	<b>2 522</b>	<b>4 161</b>

	EXPORTACIONES				
	1996	1997	1998	1999	2000
<b>I.- Minerales</b>					

- Castinas, etc.	83 051	96 966	83 319	78 854	73 396
<b>II.- Oxidos y sales</b>					
- Cales viva, apag., hydr.	36 229	39 901	73 593	95 211	94 720
<b>TOTAL</b>	<b>119 280</b>	<b>136 867</b>	<b>156 912</b>	<b>174 065</b>	<b>168 116</b>

- 2521.00.00 Castinas; piedras para la fabricación de cal o de cemento
- 2522.10.00 Cal viva
- 2522.20.00 Cal apagada
- 2522.30.00 Cal hidráulica

En el cuadro Cal-I se recoge el movimiento habido en 1998-2000 en estas posiciones.

El valor de las importaciones de cales bajó un 53,5% en 2000 respecto a 1999. Las exportaciones disminuyeron a pequeña escala: cales (-4,3%) y castinas (-2,3%) El saldo de la balanza comercial de estos productos sigue siendo positivo, aunque creciendo muy poco respecto al año anterior (+1,8%).

Las cales se vendieron en Francia (79,4%), otros UE (1,2%) y 22 países terceros, destacando Camerún (3,6%) y Marruecos (3,2%). Las castinas se exportaron a Bélgica (34,4%), Ghana (31%), Togo (19,7%) y Benin (12,2%), más un 2,7% a Sierra Leona y Panamá.

## 2.- PANORAMA MUNDIAL

### 2.1.- PRODUCCIÓN MINERA

La obtención de datos estadísticos de producción mundial de cal es relativamente difícil, salvo en los países industrializados. Incluso en estos, la diversidad de calidades y tipos de cales, tecnologías de producción y de industrias que fabrican cales y su habitual confusión con la producción de calizas y dolomías hace que disponer de cifras exactas de la producción de cal mundial sea muy difícil. La tabla incluida a continuación es una estimación incompleta del Servicio Geológico Americano.

País	1997	1998	1999	2000	2001
Alemania	7 600	7000	6440	6850	7000
Australia	1 500	1500	1500	1500	1500
Austria	2 000	2000	2000	2000	2000
Bélgica	1 750	1750	1750	1750	1750
Brasil	6 469	6229	6137	6273	6270
Bulgaria	8 49	1000	1068	1388	1100
Canadá	2 477	2514	2565	2547	2550
Chile	1 000	1000	1000	1000	1000
China	20 500	21 000	21 500	21 500	22 000
Colombia	1 300	1300	1300	1300	1300
<b>España</b>	<b>1 500</b>	<b>1 500</b>	<b>1 500</b>	<b>1 650</b>	<b>1 675</b>
Estados Unidos	19 700	20 100	19 700	19 600	18 900
Francia	2 360	2400	2500	2500	2400
Irán	2 500	2737	2138	2200	2000

Italia	3500	3500	3500	3500	3500
Japón	8104	7646	7594	8106	8100
Méjico	6500	6500	6500	6500	6500
Otros	8880	9210	9000	9450	9300
Polonia	2516	2406	2299	2376	2200
Reino Unido	2500	2500	2500	2500	2500
República Checa	1271	1151	1142	1202	1200
Rumania	1688	1813	1623	1480	1700
Rusia	7626	7000	7000	8000	8000
Sudáfrica	1585	1523	1419	1391	1606
Turquía	1170	1066	975	914	900
Vietnam	1066	939	1026	1024	1100
<b>Total</b>	<b>118 000</b>	<b>117 000</b>	<b>116 000</b>	<b>118 501</b>	<b>118 051</b>

Entre los últimos desarrollos mundiales en el sector de la cal son de destacar los siguientes:

### **Australia**

*Svedala Industries AB* y *Blue Circle Southern Cement Ltd* han conseguido un notable éxito de ingeniería al construir un precalentador de 520 t/día dentro de una planta en funcionamiento (Marulan, Nueva Gales del Sur) y después rodándolo a su posición. Normalmente la construcción de este tipo de instalaciones requiere el cierre de la planta durante 8 semanas y en este caso sólo se paró el horno durante 20 días.

La empresa *Iluka resources Ltd* cerró su filial de cal Westlime (WA) Ltd. con planta en Dongara. Esta instalación empezó a producir en 1997 pero ha sufrido problemas técnicos en un mercado regional en declive.

La empresa de cales *David Mitchell Ltd*, en cooperación con el productor de calizas *Frost Enterprises Pty* han llevado a cabo un estudio de factibilidad para la instalación de una planta de cal de 100 000 t/año en la zona de Gladstone en Queensland. La planta comercializará cales para la industria química de la región.

### **Austria**

En junio de 2001 la empresa *Voest-Alpine Stahl GmbH* ha encargado la construcción de un horno vertical de gas natural de 250 t/h para su planta de cal de Steyrling. El horno estará destinado a la producción de cal para las plantas de acero de la empresa de *Linz y Donawitz*.

### **Finlandia**

La empresa *SMA Saxo Mineral Oy* (filial de *SMA Svenska Mineral AB*) ha encargado la construcción de un horno llave en mano de 425 a 525 t/h a la constructora *Maerz Ofenbau AG*.

### **Grecia**

La compañía *Balkan ATCIC* está construyendo una planta de cal diseñada por *Cimprogetti SpA* que dispone de un horno de 150t/h tipo Twin-D regenerativo y de doble eje, una unidad de hidratación de 5 t/h y la máquina empacadora de última generación Cim-Digipack. Toda la planta estará controlada por un software especializado Cim-Issy 32 diseñado específicamente por *Cimprogetti* para la industria de la cal.

## **Italia**

La sociedad *Terruzzi Fercalx SpA* ha adquirido los derechos de comercialización de los hornos anulares verticales Beckenbach inventados en 1960 por la sociedad alemana *Beckenbach Ofenbau GmbH*. Este tipo de horno se utiliza en más de 300 instalaciones en todo el mundo. La adquisición de la patente y del conocimiento constructivo y operativo de esta tecnología completa la línea de productos de *Terruzzi Fercalx* que incluye sus hornos de eje vertical con sistemas de presión de dos o tres sentidos.

## **Malasia**

La empresa *QualiCal Srl* ha entregado una planta de cal completa a la sociedad *Unichamp Minerals Snd Bhd*, que incluye un horno vertical de síntesis de 300 t/d y una planta Qualihydro de 15 t/h que es la solución modular de la compañía para la hidratación, clasificación y molido. El horno vertical pareado de síntesis está diseñado para producir cal rápida de media a alta reactividad para las industrias del hierro, químicas y de la construcción.

## **Arabia Saudita**

La compañía *Saudi Dolomite Company Ltd* ha encargado la construcción de un horno vertical de 120t/d a la empresa *Maerz-RCE*, diseñado para la producción de cal dolomítica de calcinación media o a muerte.

## **Reino Unido**

En abril de 2002 el Gobierno ha introducido un impuesto para el cambio climático sobre la energía utilizada por la industria, diseñado para reducir las emisiones de CO<sub>2</sub>. Con el objetivo de reducir la emisiones que producen el efecto invernadero de acuerdo con el Protocolo de Kyoto, que establece una reducción de las emisiones en un 12,5% entre el 2008 y el 2012 respecto a las de 1990, el Gobierno ha establecido unos objetivos nacionales de reducción en un 20%. La industria de la cal del Reino Unido ha aceptado reducir el consumo de energía en un 7,8% en el 2001.

## **2.2.- INNOVACIONES Y AVANCES**

La empresa Merichem Co de Houston (Texas, EE.UU.) ha patentado un nuevo tipo de horno de cal que permite el aprovechamiento económico de los finos generados durante la trituración y la molienda. La base de la nueva tecnología, denominada Pyroreactor SPS, es un tubo de cerámica calentado externamente. El horno consiste en una serie de tubos cerámicos calentados externamente por gases de combustión convencionales. Un precalentador y una alimentación convencional introducen los finos en una tolva en el extremo de los tubos. Una serie de hélices cerámicas que giran lentamente dentro de cada tubo, transportan los finos por el interior de los tubos hasta su extremo. Los gases de combustión calientes no entran en contacto con los finos lo que evita el problema de vertido de finos, excesiva calcinación y contaminación de la cal con el combustible. La nueva fase de ensayos requerirá la construcción y prueba de un prototipo de un único tubo de 38 cm de diámetro y 7 m de longitud, capaz de producir 12,5 t/d. El concepto de la planta comercial pretende combinar una serie de baterías de este prototipo para conseguir la producción requerida. El sistema también permite la producción potencial de dióxido de carbono purificado comercial y como los gases de combustión no entran en contacto con la caliza o la cal, los gases salen del horno sin polvo y con suficiente energía para cogenerar electricidad como otro subproducto.

Se ha utilizado un sistema de descontaminación de emisiones en lecho fluidificado circulante a pequeña escala en los Estados Unidos desde 1995 y comercialmente en Europa desde 1987. El

sistema se está comercializando en Estados Unidos por Lurgi Lentjes North America Inc, y utiliza un lecho fluidificado circulante de cenizas volantes y subproductos residuales para conseguir una elevada densidad de partículas. La cal hidratada inyectada en el lecho adsorbe el dióxido y trióxido de azufre con una eficiente utilización de la cal debido a su elevado tiempo de permanencia en el lecho circulante. Las partículas finas que entran en el sistema se aglomeran en partículas más grandes por colisión con las partículas del lecho y son capturadas por un filtro electrostático convencional. Este sistema puede ser adecuado para el control simultáneo de contaminantes múltiples como mercurio, gases ácidos, materia fina u otros contaminantes atmosféricos peligrosos. El Departamento de la Energía de los EEUU ha seleccionado esta tecnología para un proyecto de una planta de generación de 100 MW.