

PRESENTE Y FUTURO DE LOS PRODUCTOS REFRACTARIOS ⁽¹⁾

A. FOMBELLA

Cerámica del Nalón, S.A. (Asturias)

RESUMEN

Se revisa la evolución y distribución de la producción de refractarios en nuestro país en función de la tendencia al estancamiento en los niveles de producción de la industria siderúrgica, estimándose en 250.000/270.000 t de refractarios la producción media para los próximos diez años. Los cambios en los procesos siderúrgicos conducirán a un descenso en los consumos específicos de material refractario y al fortalecimiento en la demanda de los productos de mayor calidad y tecnología.

Dado el exceso de capacidad de producción existente, se aboga por una reestructuración del sector que permita incrementar la productividad y abordar la renovación tecnológica a que obliga nuestra entrada en la CEE y la incorporación de los nuevos materiales cerámicos.

Present and future of refractory products

A review is made of the evolution and distribution of the production of refractories in Spain in relation to the tendency to stagnation of the production of the production levels in the steel industry, estimating the mean production of refractories as 250,000/270,000 Tm for the next ten years. The changes in the steel production processes shall lead to a decrease of specific consumptions of refractory material and a strengthening of the demand of products of higher quality and technology.

Due to excess production capacity, a restructuration of the sector is advocated, so that it may be possible to increase productivity and implement technological renovation as required by Spain's adhesion to the E.E.C. and the incorporation of new ceramic materials.

Présent et avenir des produits réfractaires

L'auteur étudie l'évolution et la répartition de la fabrication des produits réfractaires en Espagne en fonction de la tendance a la stagnation des niveaux de production de l'industrie sidérurgique. Il estime a 250.000-270.000 t de produits réfractaires la production moyenne au cours des dix prochaines années. Les changements apportés aux procédés sidérurgiques entraîneront une baisse des consommations spécifiques de matériel réfractaire et un renforcement de la demande de produits de meilleure qualité a technologie plus poussée. Comme la capacité de production existante est excédentaire, il est préconisé une restructuration du secteur permettant d'accroître la productivité et d'aborder le renouveau technologique qu'imposent l'entrée de l'Espagne dans la CEE et la fabrication des nouveaux matériaux céramiques.

Gegenwart und Zukunft der feuerfesten Stoffe

Gegenstand der Untersuchung sind Entwicklung und Verteilung der Produktion feuerfester Werkstoffe in Spanien unter Berücksichtigung der Stagnierungstendenzen, die sich im Produktionsniveau der eisen und stahlschaffenden Industrie bemerkbar machen. Die durchschnittliche Produktion feuerfester Stoffe wird für das nächste Jahrzehnt auf 250-270.000 t geschätzt. Veränderte Verhüttungsverfahren zur Folge haben. In Anbetracht der vorhandenen Überkapazitäten wird eine sektorische Umstrukturierung vorgeschlagen, die eine Produktivitätserhöhung zum Ziel haben soll; auch die technologische Modernisierung, zu der Spaniens Beitritt zur EWG zwingt, wird erörtert, ferner die Einbeziehung neuer keramischer Werkstoffe.

1. INTRODUCCION

En el año 1983 la producción de refractarios en España alcanzó la cifra de 318.716 t, que en 1984 descendió a 300.667 t, lo que viene a representar una pérdida aproximada del 5,6% anual.

Estos descensos productivos se vienen manifestando desde el año 1974, en que se alcanzó la cifra record de producción (437.202 t) y continuarán en los años venideros, como consecuencia de los siguientes factores:

- 1) Las nuevas tecnologías de los usuarios, representadas por sus modernos sistemas de refrigeración, las coladas continuas, que irán sustituyendo a las coladas en foso o sifón, y a la anulación, casi total, de los Hornos de Fosa.

- 2) La evidente mejora de calidad de los refractarios utilizados, debido al mejor conocimiento de los mismos y la puesta en servicio de otros productos tales como la circona, andalucita, dolomia templezada, refractarios no de óxidos, etc.

La reflexión sobre lo antes apuntado nos lleva a aceptar la irreversible caída en el consumo de los productos refractarios siguiendo, como es natural, la marcha descendente en estos mismos productos habida en todo el mundo y sobre la cual nos extenderemos en la segunda parte de esta exposición.

No obstante, la industria de los productos refractarios no desaparecerá, pero se tecnificará más y más cada día, exigiendo materias primas más puras desde el punto de vista físico y químico, hornos más eficientes e instrumental más perfeccionado, en el que los ordenadores constituyan el cerebro y la dirección de las factorías.

⁽¹⁾ Original recibido el día 11 de junio de 1986.

Las fábricas se reducirán en número y las muy grandes acortarán sus dimensiones. En una palabra, se transformarán en auténticos laboratorios de producción y además todo este cambio será muy rápido, porque ya se está produciendo en algunas factorías y, sobre todo, porque ha anidado en la mente de sus ejecutivos la idea de cambiar para mejorar. Se fabricarán menores volúmenes de productos refractarios, pero se obtendrán mayores facturaciones en pesetas al conseguir mayores valores añadidos, lo cual es verdaderamente importante. En la segunda parte de este trabajo se recogen una serie de observaciones respecto a la evolución que va a experimentar la producción que los productos refractarios, de los países que se citan. Algo parecido va a producirse en España en el mismo período de tiempo, de modo que como ya se ha indicado, las reflexiones que allí se hacen son aplicables al caso español.

2. PREVISION DE CONSUMOS DE ACERO Y REFRACTARIOS

La industria siderúrgica es, con mucho, la mayor consumidora de productos refractarios, oscilando del 60-70% del total de la producción; es por tanto fundamental prever su comportamiento en cualquier estudio sobre las perspectivas del mercado de refractarios.

La tradicional correlación entre ambas industrias se refleja a nivel mundial en la fig. 1, observándose cómo a partir de los años ochenta la mayor calidad de los materiales refractarios se traduce en una reducción de las cifras totales de producción y la consiguiente disminución de los consumos específicos. La evolución de esas magnitudes sigue en nuestro país una evolución muy semejante a la técnica internacional (figs. 2 y 3).

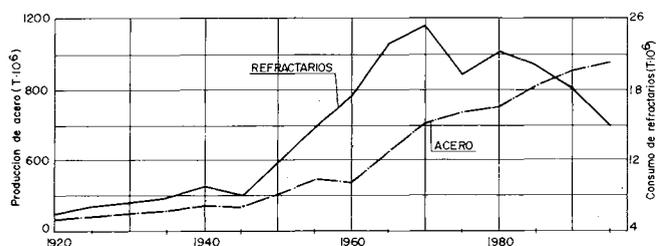


Fig. 1.—Evolución de la producción mundial de acero y refractarios. Fuente Ind. Minerales 1984

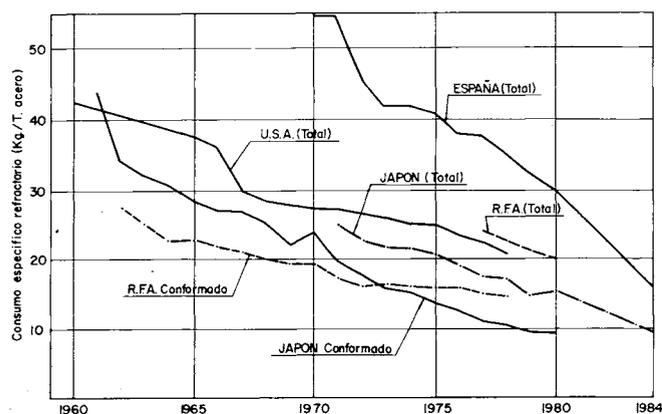


Fig. 2.—Evolución del consumo específico de refractarios a nivel internacional.

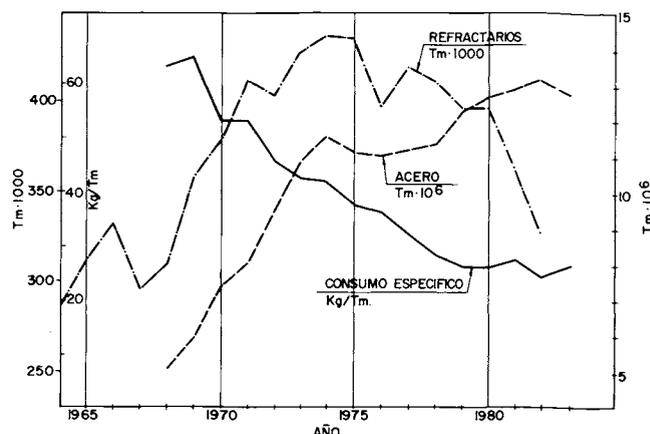


Fig. 3.—Evolución producción y consumo específico de refractario en la industria siderúrgica española.

El mundo occidental (OCDE) consumió en 1984 el 90% del acero fabricado por los países que lo componen. La CEE absorbe el 76% de su producción y España el 63% el año más favorable.

España, en 1984, ha fabricado 13.504.000 tm de acero, de las cuales tuvo que exportar 8.581×10^3 t y supuesto que nuestra nación recupere algún día el consumo registrado en 1974 de 334 kgs/hombre y la población española haya superado los 40 millones de habitantes, la cifra de producción de acero, antes mencionada, cubriría perfectamente nuestras necesidades; naturalmente para que todo esto se produzca y la premisa se cumpla, deberán de transcurrir por lo menos de 8 a 10 años (tabla 1).

TABLA I

VARIACION INDICE DE CONSUMO APARENTE DE ACERO (t/habitante/año)

PAISES	1974	1980	1984
CECA	477	436	385
Indice	100	91	81
España	334	239	188
Indice	100	72	56
Diferencia CECA-ESPAÑA	143	197	197

En resumen, España no va a aumentar sus cifras de fabricación actuales de acero en los ocho años venideros. Es de prever, por el contrario, que en ocasiones se verá obligada a reajustarla a la baja. Por lo tanto, es probable que se sitúe en torno a 250.000/270.000 t/año para 1985 y, si esto se cumple, las producciones aún tienen que experimentar unos descensos graduales de alrededor del 1,5% anual.

En la Tabla II se dan las cifras en pts. y en t del refractario importado y exportado.

La reflexión a que llevan las cifras expresadas en el cuadro anterior es la de pensar que, una vez más y al igual que sucede con otros productos, se están exportando refractarios de un valor unitario (pts/t en este caso), que es la mitad del que se abona por unidad de los refractarios importados. Es aquí donde se puede incidir, ampliando y mejorando las fabricaciones de alta tecnología en sustitución de las importadas actualmente. Si así

TABLA II

COMERCIO EXTERIOR DE PRODUCTOS REFRACTARIOS EN ESPAÑA

AÑOS	1982		1983		1984	
	t	Pts. x 10 ³	t	Pts. x 10 ³	t	Pts. x 10 ³
Importación Precio Pts. x t	33.395	3.226.508 96.616	32.790	3.959.627 120.757	Sin cifras	4.974.488 —
Exportación Precio Pts. x t	37.294	1.858.472 49.833	47.246	2.657.770 56.253	Sin cifras	2.024.082 —

Fuente: Minera

se hiciera, conseguiríamos reducir las importaciones a la tercera parte, proporcionando a las factorías existentes nuevos campos de trabajo y a la vez posibilidades de exportación con productos de elevada técnica y alto precio; esto implicaría un cambio importante en la trayectoria de la industria refractaria española, puesto que se habría empezado a vender I + D, que es lo que distingue y define a los países desarrollados. Pero todo esto requiere mucho estudio, más investigación y una gran voluntad de trabajo, amén del deseo de cambiar para mejorar.

Este cambio debe plantearse en una situación en que coexisten en nuestro país demasiadas fábricas de refractarios, por lo que se hace necesario reestructurar el sector, cerrando las instalaciones cuya productividad es baja y su instrumental deficiente. Esto no quiere decir que se aparten del negocio, nada de eso, esas compañías podrían continuar vendiendo productos refractarios fabricados en aquellas otras factorías cuya productividad es más alta y que por razones evidentes pueden elaborar los productos a un menor precio. Por ejemplo, es conocida la existencia de hornos que para cocer una tonelada a la misma temperatura consumen de 120 a 140 kgs. de fuel-oil; pero también existen hornos que sólo necesitan, para proporcionar una tonelada similar de refractario, 70 a 80 kgs del mismo combustible, lo que se traduce en unas diferencias notables en el precio final del producto.

Lo mismo cabe decir, respecto a las temperaturas de cocción que tienen que experimentar determinados productos refractarios, por ejemplo básicos, si de verdad quiere alcanzarse una calidad adecuada. Se sabe, no obstante, que hay pocos hornos bien dotados para llevar a cabo ese proceso con rigor.

La situación descrita para la cocción, etapa fundamental de la fabricación, podría hacerse extensiva al resto de las operaciones, molienda, granulometría, transporte, prensado, secado, control de calidad, embalado, etc. Por lo tanto si algunas factorías se deciden a cerrar, total o parcialmente, y a dedicarse al muy noble y atractivo papel comercial, es seguro que obtendrían mejores beneficios, amparados por los fabricantes que deseen continuar en sus funciones y que las facilitarían los productos objeto de su fabricación a unos precios razonables para ambas partes. Si así no se hace, es de temer que el Mercado Común aumente las dificultades por los refractaristas españoles.

Hay algunos aspectos que, si se abordan con esfuerzo e interés, pueden resultar muy positivos para la industria cerámica en general y, de un modo especial, para los refractarios. Es el caso del tratamiento y mejora de nuestras arcillas y caolines, mediante una cuidada selección, un perfecto lavado y el uso en ocasiones de filtros prensa, separadores magnéticos y de otros tratamientos que eleven la calidad de los productos citados. Existen otras iniciativas como la desarrollada por el Instituto de Cerámica y Vidrio, en relación con la preparación de mullita, partiendo de los caolines asturianos. Esta iniciativa permitía revalorizar los caolines asturianos dedicando alguna factoría, ya existente en la Región, a las empresas y dejando con ello un mayor campo de operaciones para las restantes factorías, con lo que se aliviaría el sector en general y además se evitarían las importaciones que actualmente se practican en España de mullita y que representan cifras significativas en nuestra balanza de importaciones.

Las tablas III, IV, recoger los datos más significativos

TABLA III

PRODUCCION NACIONAL DE DIFERENTES INDUSTRIAS CONSUMIDORAS DE REFRACTARIO
(t x 10³)

AÑOS	ACERO		CEMENTO		ALUMINIO	
	N	A	N	A	N	A
1975	11.115	5.144	23.970	1.023	210,3	97.3
1976	10.910	4.992	25.201	1.078	210,5	97.6
1977	10.921	4.980	27.996	1.044	211,2	96
1978	11.158	4.867	30.230	1.154	211,2	95
1979	11.857	4.900	28.051	1.016	—	97.6
1980	12.553	4.887	28.009	1.006	—	99.4
1981	12.904	4.771	28.752	1.089	288	97.9
1982	12.662	4.499	29.488	997	—	84
1983	13.009	3.900	30.550	926	—	85.3
1984	13.504	4.108	25.435	790	380	100

N = Nacional A = Asturias

TABLA IV
CONSUMOS ESPECIFICOS DE REFRACTARIOS
POR T DE PRODUCTO

(Kg/t)	
Acero	14/15
Cemento	≈ 1
Aluminio	≈ 15 (28/35% Al ₂ O ₃)
Vidrio	≈ 2,5

sobre la evolución de la producción nacional de las principales industrias utilizadoras de material refractario, así como el consumo específico en cada una de ellas. La tabla V refleja la variación en las cifras de producción de material refractario en nuestro país, así como la creciente influencia de las fábricas radicadas en Asturias.

TABLA V
PRODUCCIONES DE REFRACTARIOS
ASTURIANOS Y NACIONALES
(t)

AÑOS	ASTURIAS A	ESPAÑA E	% A/E
1974	—	437.202(1)	—
1975	—	436.812	—
1976	149.500	398.262	37,5
1977	174.000	419.689	41,5
1978	174.550(A)	412.165	42
1979	154.350	396.013	39
1980	166.579	397.467	42
1981	153.200	364.930	42
1982	154.746	327.398	47
1983	144.400	318.716	45
1984	140.000	280.000(2)	50

- (1) Máxima producción Española.
(2) Mínima producción Española y Asturiana.
(A) Máxima producción Asturiana.

La fig. 4 recoge la distribución de la producción de acero por procesos en España, la estructura de dicha producción sitúa a nuestro país en unos niveles avanzados en relación al panorama internacional. Lo mismo sucede al analizar la contribución de cada tipo de refractario a la producción nacional de estos materiales (fig. 5).

3. SITUACION DEL MERCADO DE REFRACTARIOS EN EUROPA

Existe un gran desconocimiento sobre los refractarios y la industria que los fabrica, a pesar de estar considerada en algunos países como industria estratégica, ya que sin su aportación es imposible la fabricación de materiales tan determinantes como acero, cemento, metales no férricos, cerámica y vidrio, etc.

Su evolución ha estado por tanto muy ligada a los avatares de la economía internacional. Así la gran crisis de mediados de los años setenta se tradujo en un estancamiento de la producción a partir de 1974, para iniciar posteriormente un continuado descenso, que se vio aún más agravado en 1982/1983.

Bélgica, Alemania, Francia, Italia, Luxemburgo, los

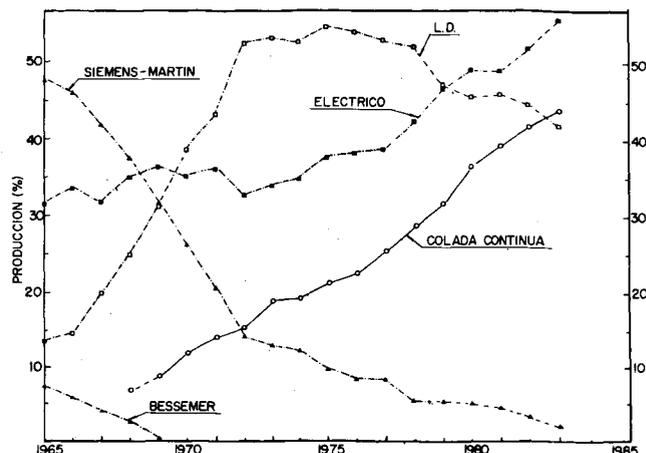


Fig. 4.—Distribución de la producción de acero por procesos en España. Fuente UNESID.

Países Bajos y el Reino Unido producen más del 75% del acero europeo occidental y dominan, por tanto, la producción y el consumo de la actividad cerámica.

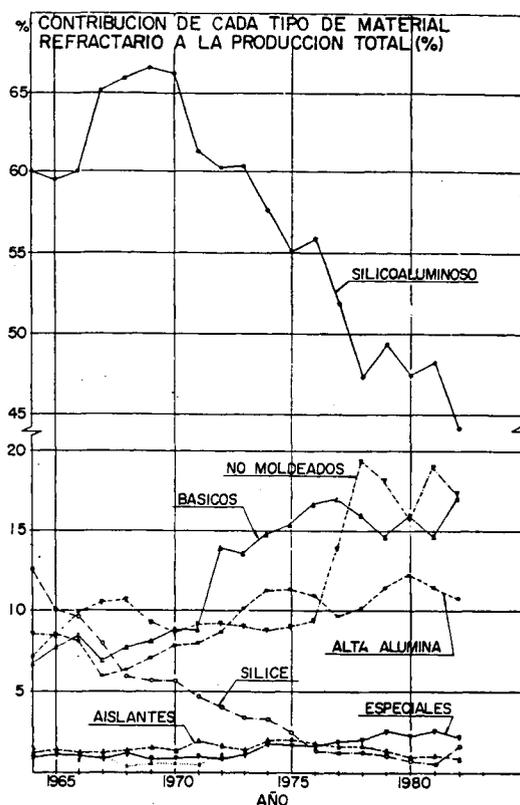


Fig. 5.—Evolución de la contribución de cada tipo de material.

En 1983 el mercado de refractarios en estos países ha caído a 3,9 Mill/t con un valor de 1698,6 Mill \$ y para 1993 se cree que descenderá a 3,2 Mill/t por un valor, a precios constantes, de 1399 Mill \$.

La caída del mercado tiene sus orígenes en los mejores productos fabricados y en las modernas tecnologías de las acerías. El consumo específico de refractario en la industria del acero bajó el 17% desde 1979.

Este proceso va acompañado de un cambio de productos más baratos hacia otros más caros, debido a la mayor eficiencia de las nuevas calidades.

Los refractarios básicos se sostienen a través de importantes innovaciones en su tecnología. El origen de la magnesita ha variado igualmente, pasando a ocupar un papel relevante la procedente de agua de mar.

La dolomía alquitranada se usa en los hornos de acero y de cemento; su mayor inconveniente es la hidratación que experimenta por la humedad. Obviado este problema su empleo, dado su precio y abundancia, se extendería más a los hornos y a las cucharas de acero.

Mezclas de MgO y Cr₂O₃ se usan en las acerías, vidrieras y en las factorías de cobre.

El mercado europeo de básicos representa el 15/20% del valor total de los refractarios facturados.

Los silico-aluminosos han sido desplazados por los productos de alto contenido en Al₂O₃ y en Europa han quedado reducidos al 20/25% del total de los refractarios consumidos.

Los refractarios de alta alúmina empleados suponen entre el 10/15% del consumo total, mostrando una ligera tendencia a aumentar. Los refractarios de sílice se emplean en las estufas de los hornos altos y en hornos de coque, manteniéndose en cifras del orden del 5% de la producción total. El consumo de materiales no conformados se estima que supone el 30/35% del total de los refractarios utilizados y que para 1993 la cifra pueda alcanzar el 40%.

Se usan cada día más los monolíticos aglomerados con fosfatos por su resistencia al choque térmico y su baja conductividad, a la que se une un rápido montaje.

Los refractarios aislantes han incrementado sus aplicaciones, reemplazando a los refractarios densos en algunas obras. Las fibras refractarias han crecido en su empleo del orden del 10 al 12% anual. Son sensibles a la abrasión, a los gases y al ataque químico y al contacto con el metal caliente. El mercado europeo de fibras se estima en 16.000 t/año y su valor es de 7480 Mill/pts. En 1993 la demanda será de 57.000 t/año y su valor subirá a 27.710 Mill/pts/año.

Las investigaciones en el campo de los materiales refractarios se dirigen hoy día hacia materiales no de óxidos, carburo y nitruro de silicio y sialones, apuntando hacia la fabricación de alabes para turbinas, motores y piezas antidesgaste.

Este cambio en el tipo de materiales es debido a las innovaciones introducidas en la industria siderúrgica. La producción de acero en los países europeos citados descendió 30 Mill. t. desde 1979, lo que representó una caída del 17% en los últimos cinco años. Para ese conjunto de países la industria siderúrgica consume el 65% de la producción total de materiales refractarios.

La impresión es que no seguirá el descenso dentro de los próximos diez años y que en el caso de producirse lo hará a un ritmo más suave.

La reducción en la producción de acero supondrá una reducción en el consumo de refractarios del 1,3% en 1984/85 y del 0,5% anual en 1993.

El empleo de la colada continua influye mucho en el consumo de refractarios si bien exige productos de mejor calidad y precio, materiales de más elevados contenidos en alúmina y magnesita.

La colada continua en los siete países mencionados produce el 60% del acero total fabricado, esperándose que pasará a ser del 80% dentro de 5 años. En el LD se fabrica el 75% del acero producido en los 7 países euro-

peos y el restante 25% se obtiene en H.E. En España en los próximos tres años las fabricaciones via convertidor L.D. y Hornos Eléctricos se repartirán al 50% la producción total de acero.

En Inglaterra el 95% del acero eléctrico se fabrica en H.E. refrigerados por agua en muros y bóvedas, tendencia que se sigue en España. Estos cambios afectarán a una reducción en el consumo de refractarios del 3/4% anual, lo que se traducirá en que el consumo de este tipo de instalaciones, en 1993, supondrá sólo el 1,1% del consumo total de refractarios.

Inglaterra consume 0,6 Mill/t/año de productos refractarios con un valor de 36.040 Mill/pts. En 1993 el mercado de refractarios pasará a ser de 0,5 Mill/t con un valor a precios actuales de 30.000 Mill/pts. Entre 5 fabricantes acaparan el 60% del mercado inglés y de ellos Steeley y Dyson toman el 50% del total del negocio; el 14% es importado y el resto se distribuye entre 20 pequeños fabricantes.

Alemania Occidental es el mayor fabricante y consumidor de refractarios, por un valor de 153.850 Mill/pts. Se espera que estas cifras decrecerán a 1.5 Mill/T y 129.030 Mill/pts. en 1993.

Su industria refractaria la componen más de 65 fabricantes, acaparando las cinco mayores empresas el 90% del mercado; Didier, la más importante, produce el 55% de refractario fabricado en el país, junto a Martin Pagensttecher y Dr. Otto alcanzan el 80%; cerca del 8% se lo reparten entre 60 pequeñas factorías.

Francia tiene un mercado de 0,5 Mill t/año, lo que supone un valor de 36.000 Mill pts. Exporta el 30% de su producción e importa el 38% de la demanda nacional.

Para 1993 el mercado se reducirá a 300.000 t y su valor será de 28.300 Mill. pts. Existen 32 fabricantes pero Lafarge y SEPR acaparan el 80% de la cuota de mercado (30% la primera y 50% SEPR), el restante 20% se lo reparten 30 sociedades de menor entidad.

En Italia existe un mercado de 0,5 Mill/t año, con un valor de 35.568 Mill. pts.; se espera que se reducirá en 1993 a 400.000 t. con un valor de 28.044 Mill. pts. Exporta el 25% de su producción, pero también importa cantidades del mismo orden. Cuatro fabricantes absorben más del 70% del total de negocios: Sanac, Uniref, Sirma y Jhons Manville.

El Benelux con un mercado de 400.000 t/año, importa más del 50% en volumen y valor de su consumo total de refractarios. Luxemburgo no tiene fábricas de refractarios. Veinticinco empresas operan en los otros dos países; tres empresas, Belref en Bélgica y Hoop y Gooda V. en los Países Bajos, Holanda y Dinamarca, acaparan el 85% de los negocios.

En Japón durante 1982 descendió la producción y también el consumo específico de refractario, cuyo valor se estima en 9.8 kgs/t de acero colado.

Los materiales no conformados ganan terreno respecto a los conformados y se sitúan en un porcentaje sobre el total del 35/40%.

Se mantienen en sus cifras de producción los materiales de circón, circonita, carburo de silicio, grafito y magnesia-carbono. Por el contrario, los productos básicos de MgO han experimentado un descenso del 50% en sus cifras de producción, situándose en 39.520 t.

La situación de la industria siderúrgica en 1984 puede resumirse en las cifras siguientes:

El consumo aparente en USA de acero alcanzó la cifra de 114 Mill. t, lo que significan un incremento del 18,8% respecto a 1983.

En Japón el consumo se ha elevado a 74 Mill. t, lo que supone un incremento del 12,1%.

La CEE precisó 94 Mill/t, de acero, con una subida en el consumo del 4,4%.

En los países en desarrollo el incremento fue del 3,1%, alcanzando la cifra de 100 Mill/t.

Los países de la Europa del este solo aumentaron el 0,5%, lo que supuso alcanzar en total 212 Mill/t mientras que China y Corea del Norte experimentaron un crecimiento mayor cercano al 5,5%.

Para 1985 se estima en 719 Mill/t el consumo mundial de acero, cifra próxima a los 710 Mill/t de 1984.

4. LAS CERAMICAS DE VANGUARDIA

Los nuevos productos cerámicos conocidos con el nombre de Cerámicas técnicas o finas están adquiriendo un rápido y sorprendente desarrollo dentro de las modernas actividades: aeroespaciales, informáticas, electrónicas, industrias químicas, herramientas de corte, traumatología, prótesis óseas, etc.

Las prospecciones realizadas por expertos de marketing de los EE.UU apuntan cifras de negocios de 2.531 Mill \$ para el año 1990 y de 590.000 Mill \$ en el 2000, en el umbral de la nueva era. Se prevee el empleo masivo de las fibras cerámicas como aislante en la construcción de inmuebles, acrecentándose su consumo en las industrias textiles para confeccionar moquetas, incombustibles y no deletéreas, así como alfombras, telones de protección, etc.

La Industria Química se servirá de muchos reactores, tuberías, ventiladores y extractores, preparados con fibras y otros materiales cerámicos resistentes a los productos químicos. En esta actividad y en la petroquímica las cerámicas finas van a encontrar un ancho campo de aplicaciones, sustituyendo a los aceros aleados, apaciguando así los temores salidos del Club de Roma y propagados de modo un tanto alarmista, que hicieran concebir que el progreso técnico tocaba a su fin por falta de materias primas.

Las turbinas con álabes cerámicos más ligeros y resistentes a la corrosión que los metálicos, los tornillos de alimentación de los productos abrasivos, los cangilones, las placas de protección de las máquinas quebrantadoras; las rampas de apagado de las baterías de los hornos de coque, los suelos resistentes al desgaste y al calor para los aeropuertos, productos todos ellos fabricados a partir de materiales cerámicos son ya una realidad.

Las prótesis cerámicas, tales como las caderas, rodillas, clavículas, etc. se están usando con notable éxito, sin mayores problemas de rechazos, dada la compatibilidad química de dichos materiales con los componentes de nuestro esqueleto.

Están tomando auge igualmente las cerámicas compuestas que consisten en una matriz reforzada con fibras inorgánicas, preparadas a partir del carburo de silicio o silicatos de aluminio. Estas fibras están embebidas en una matriz cerámica para formar compuestos de tipo cerámica-cerámica o de una matriz metálica (fundamentalmente aluminio) para formar productos de cerámica-metal, o de una matriz plástica (polímero) para dar lugar

a compuestos de cerámica-plástico. En otros casos, sobre matrices cerámicas se pretenden formar otros compuestos, añadiendo al conjunto vidrio, metal y fibras plásticas, para tratar de conseguir conjuntos de grandes resistencias a la tracción y al choque térmico.

La automoción viene empleando rodamientos fabricados con materiales cerámicos tenaces y los nuevos depuradores de los gases de escape de los vehículos de explosión, cuyo empleo se extenderá con rapidez, llevarán un soporte cerámico impregnado del catalizador adecuado.

Las cuchillas cerámicas de corte rápido, colocadas en las máquinas herramientas, se están usando ya, acelerando con su colaboración el proceso de mecanización y no afectando las propiedades propias del metal que fué empleado en la preparación de la pieza. Las cuchillas cerámicas del mañana harán innecesario el empleo de los aceites y de las taladrinas hasta ahora utilizadas que además de su elevado precio originan importantes problemas de higiene y salud laboral.

En el Japón en los anillos para los pistones de los motores Diesel se están empleando de manera rutinaria materiales cerámicos. Existen otros muchos campos en que la utilización masiva de materiales cerámicos se incrementa de manera notable.

La mayor eficacia obtenida gracias al motor Diesel adiabático se consigue al reducir en un 50% las pérdidas energéticas con ello el consumo de fuel disminuye en un 25% respecto al gasto que tiene un motor Diesel convencional.

Se obtiene con estos materiales un mayor rendimiento energético junto con un menor peso, tanto por la menor densidad de los materiales cerámicos respecto al acero, como por la eliminación del sistema de refrigeración. Igualmente se producirá un descenso en el consumo de carburantes.

El empleo de motores sin refrigeración, no adiabáticos, en los que se integran algunas partes metálicas y de otras cerámicas, tales como pistones, válvulas, cilindros y piezas varias para la cámara de combustión, también han proporcionado resultados alentadores pero sin alcanzar los rendimientos obtenidos con los motores adiabáticos.

Los materiales cerámicos empleados para fabricar estos componentes son: carburo de silicio, aglomerado con nitruro de silicio o bien otros elaborados a partir de este último compuesto fabricado por prensado en caliente. Actualmente se ensaya la posibilidad de utilizar circonita parcialmente estabilizada o bien cerámicas basadas en circonita, alúmina y magnesia.

Una nueva familia de materiales cerámicos la forman los sialones. Estos nuevos materiales presentan propiedades muy interesantes especialmente en aplicaciones de alta temperatura, por ejemplo su alta resistencia al choque térmico, su comportamiento mecánico a alta temperatura (creep, desgaste, etc.). Su resistencia a la oxidación, superior a la de nitruro y carburo de silicio, etc., hacen de los sialones excelentes materiales potenciales en aquellas utilidades en las que se deben conjugar altos esfuerzos mecánicos a altas temperaturas junto con una refractariedad elevada tal y como sucede en turbinas de gas, herramientas de corte rápido, refractarios avanzados, etc. En la actualidad se trabaja en los problemas que plantea su sinterización y en mejorar su resistencia a la oxidación.