

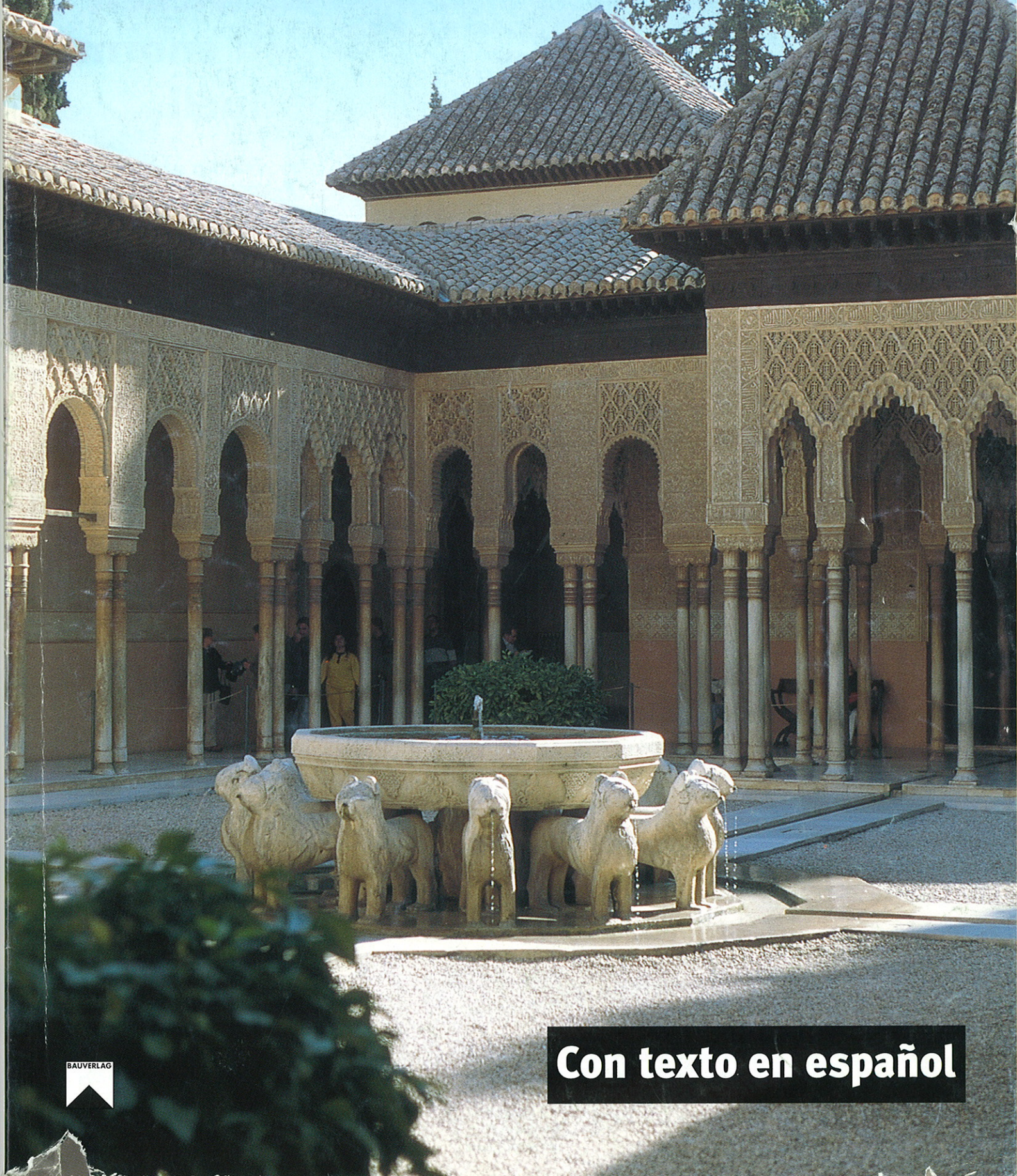
Januar/Februar 1-2/2002



# Ziegelindustrie International

## Brick and Tile Industry International

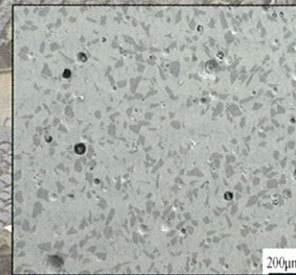
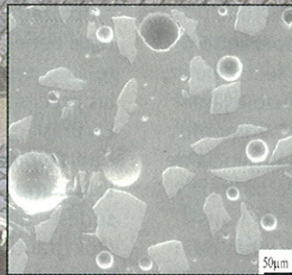
D 7517



**Con texto en español**



# Ziegelindustrie International Brick and Tile Industry International



## Editorial

Resistencia al desgaste de vidriados: efecto de la presencia de cristales  
Lilian Lima Dias, Eduardo Quinteiro, Anselmo Ortega Boschi

Cerámicas Moratal, Villar del Arzobispo (España)

Una planta ultramoderna para mayor calidad, flexibilidad y productividad

El desarrollo de la industria de refractarios española  
Sebastián Campagna

Perspectivas y tendencias en la industria ladrillera de Brasil  
Edgard Mas

Rústicos la Mancha S.L., Santa Cruz de Mudela (España)  
Nueva planta construida por Lingl en España para piezas soft mud

II

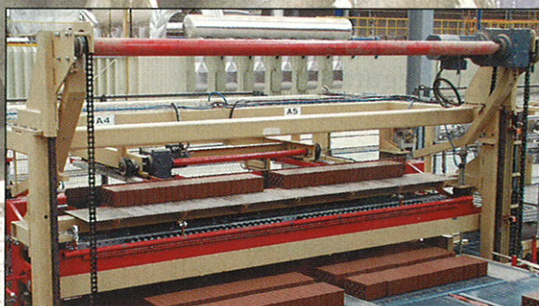
III

VII

XI

XII

XIV



## La situación actual de la industria de cerámica de la construcción en Brasil

Según las encuestas realizadas en diversas regiones y de acuerdo con los datos disponibles, en Brasil existen aproximadamente 10.000 fábricas de productos de cerámica para la construcción. Estas plantas están distribuidas por toda la geografía nacional y producen, entre otros, baldosas, tejas y ladrillos macizos. Se estima que el 50 por ciento de las empresas fabrican unas 500.000 unidades por mes, cubriendo el 85 por ciento de la producción total. Las demás empresas son pequeñas y producen unas 75.000 unidades al mes. La tecnología utilizada en esas empresas pequeñas es más bien rudimentaria. Una cantidad pequeña, aunque creciente, de empresas emplea tecnologías de producción modernas, como por ejemplo sistemas semiautomáticos para hornos túnel. Existen diversos factores que indican que está empezando un proceso de modernización y concentración en el sector de la cerámica de construcción, incluyendo las fábricas de tejas. Esta evolución es similar a la que, por ejemplo, experimentó Portugal cuando ingresó en la Unión Europea. La urgencia de reducir los costos de producción y la necesidad de ofrecer productos normalizados permiten suponer que en el transcurso de los próximos 10 ó 15 años desaparecerán más de dos tercios de las 10.000 empresas, surgiendo fábricas grandes con una producción diaria de unas 400 toneladas. Aunque no se dispone de datos precisos, se estima que la fabricación de tejas en Brasil asciende a alrededor de 150 millones de unidades al mes, de las que aproximadamente un 80 por ciento son tejas prensadas. Los centros de producción de las tejas están distribuidos por todo el país, aun-

que existen determinados lugares en los que se concentra la producción:

- ▶ Monte Carmelo en el Estado de Minas Gerais (aprox. 40 millones unidades/mes)
- ▶ Itú en el Estado de São Paulo (aprox. 15 millones unidades/mes)
- ▶ Laranjal Paulista en el Estado São Paulo (aprox. 15 millones unidades/mes)
- ▶ Timão en el Estado de Maranhão (aprox. 18 millones unidades/mes)

La última región incluida en esta lista se encuentra en el noreste del país. La gran mayoría de las empresas de este centro industrial y, también, numerosas empresas pequeñas emplazadas en dicha región, fabrican tejas prensadas. Estas tejas tienen una capacidad de absorción de agua relativamente alta, pero tienen un buen mercado en esa región ya que las precipitaciones pluviales son relativamente modestas. En Brasil existen algunas docenas de plantas con una capacidad de producción superior a un millón de unidades/mes. Estas empresas están emplazadas especialmente en el sur y sudeste del país.

Dos grandes consorcios europeos (Uralita y Lafarge) adquirieron recientemente diversas plantas para conseguir estar presentes en el mercado brasileño. El mercado de Brasil es sumamente atractivo, ya que existe una demanda de alrededor de 5 millones de viviendas.

Jamil Duailibi Filho  
Instituto Nacional Tecnológico INT y Director de la Asociación Brasileña de Cerámica ABC

## Enfundado de ladrillos

- Una reducción hasta el 30% del consumo de film en comparación con el envasado de termocontracción tradicional
- Estabilidad óptima de las cargas
- Envasado idóneo para la impresión de logotipos
- Film estirable compatible con el medio ambiente
- Capacidades altas hasta unos 150 p/h
- Envasado impermeable al agua
- Máquinas fáciles de mantener
- Máquinas de marcha segura

**LACHENMEIER**

LACHENMEIER A/S • Fynsgade 6-10 • 6400 Sønderborg • Dinamarca  
Tel. +45 7342 2200 • Fax +45 7342 2210 • e-mail: kl@lachenmeier.com

LACHENMEIER LTDA. • Brasil • Tel. +55 (11) 3818 0808  
E-mail: info-brasil@lachenmeier.com

Sitio Web: www.lachenmeier.com



Enfundado

Termocontracción

Su socio cuando se trata de enfundado y termocontracción de ladrillos.

**MOVINLOG**  
MOVIMIENTO INDUSTRIAL LOGÍSTICO

Representante de Lachenmeier en España  
Tel. +34 91 690 27 67 • E-mail: inpropack@ctv.es

## Resistencia al desgaste de vidriados: efecto de la presencia de cristales

Lilian Lima Dias, Eduardo Quinteiro, Anselmo Ortega Boschi\*

Con el objetivo de aumentar la resistencia al desgaste de vidriados para baldosas cerámicas y comprender los mecanismos que llevan a este incremento, se examinaron compuestos de matrices vítreas provistos de cristales como elementos de refuerzo. El análisis se realizó después del proceso de cocción, considerando de modo especial las microestructuras de las mezclas y su incidencia en la resistencia al desgaste por abrasión. La influencia de determinadas propiedades físicas fue atenuada por la presencia de interfases continuas que garantizan el buen acoplamiento de fases de refuerzo. La gran cantidad de cristales adicionados provocó un aumento de la porosidad total. La dureza de los cristales fue el factor que más contribuyó al aumento de la resistencia al desgaste.

### Introducción

Los vidriados para revestimientos cerámicos son materiales que están constantemente sometidos a desgaste. Este desgaste determina fundamentalmente la duración de las baldosas cerámicas.

El desgaste abrasivo puede ser clasificado, según sus características, como abrasión entre dos cuerpos o abrasión entre tres cuerpos. En la abrasión entre dos cuerpos, las partículas abrasivas se mueven libremente sobre la superficie de material, mientras que en el desgaste abrasivo entre tres cuerpos, las partículas abrasivas actúan como elementos intermedios entre dos superficies [1].

Dentro de los mecanismos de desgaste abrasivo que explican cómo el material es eliminado de una superficie, el microastillamiento es el modelo que mejor se aplica en el caso del desgaste de materiales frágiles y por tanto en el desgaste de vidriados. Según este modelo, las indentaciones y rayas provocadas por partículas abrasivas provocan la formación de grietas debido a una alta concentración de tensiones. El microastillamiento en vidriados se produce principalmente debido a fracturas por abrasión aguda. Teniéndose una indentación de tipo piramidal sobre la superficie del vidriado, la fractura se manifiesta a través de grietas de abertura media y grietas de abertura lateral. En una etapa de carga inicial se

desarrolla una zona de deformación plástica alrededor de la punta del penetrador. Cuando la carga alcanza un determinado valor, una falla provocada por la deformación se desarrolla en forma de una pequeña grieta, denominada abertura media. Al desaparecer la carga, a partir de la abertura media nacen grietas de extensión lateral, próximas al extremo de la zona de deformación plástica. Estas grietas se extienden paralelamente a la superficie. La pérdida de material superficial surge debido a la curvatura de estas grietas laterales en la dirección de la superficie, eliminando astillas del material [2]. Para aumentar la resistencia al desgaste de un vidriado se debe aumentar su dureza. Sin embargo, la introducción de elementos químicos que promuevan el aumento de la dureza de una frita también eleva su punto de fusión, con lo que resulta inviable su utilización industrial considerando las temperaturas de cocción actualmente aplicadas en la industria de baldosas. Una alternativa para elevar la dureza de los vidriados consiste en la utilización de compuestos vitro-cerámicos, en los que una fase cristalina, generalmente de mayor dureza, está contenida en una matriz vítrea. Estos compuestos pueden ser obtenidos de dos maneras: 1) por la utilización de fritas que desvitrifican durante la cocción o, 2) por la introducción de polvos cristalinos junto con las fritas en las formulaciones de los vidriados. El presente trabajo aborda este segundo método de preparación de las vitro-cerámicas.

La interfase entre la matriz y la fase de refuerzo representa una zona discontinua que merece una atención especial en el proyecto de compuestos vitro-cerámicos, ya que el acoplamiento de la fase de refuerzo con la matriz debe ser suficientemente resistente para evitar la separación de los cristales durante el proceso de desgaste abrasivo. Los parámetros físicos para la selección de las matrices y cristales de refuerzo que deben considerarse con el fin de mejorar tal acoplamiento y, al mismo tiempo, mejorar la resistencia al desgaste, son los siguientes:

- Elasticidad:** la relación entre los módulos elásticos del cristal y de la matriz debe ser mayor que 1 ( $E_c/E_m > 1$ ).
- Coefficiente de expansión térmica:** es deseable que el coeficiente de expansión térmica de la matriz sea superior al de los cristales ( $\alpha_m > \alpha_c$ ). La diferencia entre estos coeficientes determina la extensión del acoplamiento mecánico de la fase de refuerzo.
- Dureza:** los cristales deben poseer mayor dureza que las matrices.

\* Laboratório de Revestimentos Cerâmicos (LaRC) – Departamento de Engenharia de Materiais (DEMa) Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), BR-13.565-905 São Carlos, S.P

Tabla 1: Análisis químico de las fritas utilizadas.

Frita	% en óxidos														
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	MnO	TiO <sub>2</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	BaO	ZnO	ZrO <sub>2</sub>	B <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	PbO
A	60,16	7,51	0,05	13,08	< 0,01	4,08	0,01	0,03	0,84	0,04	0,84	11,41	0,85	1,09	-
B	64,73	8,42	0,12	11,06	0,86	3,00	0,01	0,04	0,70	0,04	0,91	5,49	0,84	3,77	-

## Procedimiento experimental

### Materiales

Fueron utilizadas dos fritas (A y B) comerciales cuya composición química se muestra en la tabla 1. Las dos fritas no presentan desvitrificación significativa durante tratamiento térmico, conforme fue verificado a través de análisis térmico diferencial (velocidad de calentamiento de 10°C/min. hasta una temperatura de 1200°C). Se puede observar por la composición de óxidos que las fritas difieren principalmente en el contenido de ZnO. Las propiedades físicas de las fritas constan en la tabla 2.

Tabla 2: Propiedades físicas de las fritas utilizadas en la formulación de las matrices vítreas.

Frita	Dureza (Mohs)	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	E <sup>(1)</sup> (GPa)	α <sup>(1)</sup> (10 <sup>-7</sup> °C <sup>-1</sup> )
A	6-6,5	2,66	30	64,60
B	6-6,5	2,57	27	58,40

<sup>(1)</sup> valores teóricos calculados por software específico utilizado para la formulación de fritas.

El criterio adoptado para la selección de las fases cristalinas se basó en la diferencia de propiedades (dureza, módulo elástico y coeficiente de expansión térmica) entre las matrices (tabla 2) y los cristales (tabla 3), siendo utilizados cinco cristales para el presente estudio.

Tabla 3: Propiedades físicas de los cristales utilizados como fases de refuerzo.

Cristal de Refuerzo	Dureza <sup>(1)</sup> (Mohs)	Densidad <sup>(2)</sup> (g/cm <sup>3</sup> )	E <sub>c</sub> <sup>(1)</sup> (GPa)	α <sub>c</sub> <sup>(1)</sup> (10 <sup>-7</sup> °C <sup>-1</sup> )
Alúmina (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	9	3,961	380	88
Magnesia (MgO)	5,5	3,481	207	140 (20 °C) 90 (0 °C)
Circonio (ZrO <sub>2</sub> )	6,5	5,780	207	100
Óxido de Titanio (TiO <sub>2</sub> )	6-6,5	4,196	283	94
Mullita (3Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> · 2SiO <sub>2</sub> )	6-7	3,201	145	58

<sup>(1)</sup> Valores teóricos.  
<sup>(2)</sup> Medida realizada por picnometría de gas helio.

De los cristales que figuran en la tabla 3, alúmina, circonio y mullita fueron materias primas obtenidas por electrofusión y suministradas por la Elfusa Geral de Eletrofusão Ltda. El óxido de titanio (2059) fue fabricado por Kronos. Todos los cristales tuvieron granulometrías entre 44 y 74 μm.

### Pruebas

Para la preparación de las pruebas se realizó primero la molienda del material húmedo (conforme lo indicado en la tabla 4) en molino planetario de alta rotación, utilizándose bolas de alta alúmina como medio de molienda. El tiempo de molienda fue suficiente para alcanzar un residuo de sólidos en masa entre 2 y 3%, retenido en la malla ASTM N°100. Después de secados y desagregados de los vidriados, los cristales fueron adicionados en cantidades de 5, 10, 15, 20 y 25 por ciento

en volumen. Las diferentes composiciones de los vidriados, tanto con y sin cristales, fueron humedecidas y homogeneizadas con 6% en peso de agua, siendo entonces prensadas uniaxialmente a 150 Kg/cm<sup>2</sup>. Se obtuvieron muestras rectangulares de 5,0 x 5,0 cm y masa de 20 g. Después del secado de las muestras prensadas, estas fueron cocidas usando un ciclo de duración total de 45 minutos y temperatura máxima de 1150°C con permanencia de 5 minutos a esta temperatura.

Tabla 4: Cargas de molienda.

Material	% en peso
Frita (A y B)	59,34
Agua	35,37
Caolín	5,18
Carboximetilcelulosa (CMC)	0,071
Tripolifosfato de Sodio (TPF)	0,039

### Caracterización de las probetas

Las microestructuras de las muestras después de la cocción fueron observadas por microscopía electrónica de barrido. Se determinaron los valores de porosidad total (P<sub>w</sub>) y porosidad cerrada (P<sub>c</sub>) de las muestras utilizándose las ecuaciones 1, 2 y 3.

$$P_w = \left[ \rho - \left( \frac{P_R}{P} \right) \right] \cdot 100 \% \quad (1)$$

$$P_s = W_A \cdot \rho_R \quad (2)$$

$$P_c = P_w - P_s \quad (3)$$

siendo P<sub>s</sub> la porosidad abierta, P<sub>R</sub> la densidad aparente y W<sub>A</sub> la absorción de agua determinadas por el método basado en el principio de Arquímedes; P<sub>R</sub> es la densidad real de cada una de las fases cristalinas adicionadas (determinadas por picnometría de gas helio) y aplicándose la regla lineal de las mezclas según la fracción conocida de cada fase en este compuesto.

Aplicando la ecuación 4 se obtuvieron los valores de microdureza Vickers (H<sub>v</sub>) de los cristales y de las matrices, siendo l la medida de la diagonal y P la carga aplicada (100g durante 10s).

$$H_v = \frac{1,854 P}{l^2} \quad (4)$$

En la fase de preparación de las muestras para la cuantificación del desgaste, primero fueron cortadas en forma cilíndrica con diámetro de 2,45 cm. Posteriormente, sus superficies fueron debidamente aplanadas y pulidas. Los ensayos fueron realizados en una MINIMET 1000 automática, adaptada para la fijación de las muestras. A través de los movimientos aleatorios producidos, se pueden evitar desgastes en direcciones preferenciales. Como medio abrasivo se utilizó carburo de silicio en forma de lija ASTM N° 120, adicionándose 5 ml de agua al medio de ensayo, configurando así un ensayo de abrasión entre tres cuerpos. Otros parámetros fijados fueron la velocidad de rotación (50 r.p.m.) y la carga aplicada (5N). El desgaste resultante fue cuantificado a través del porcentaje

total de pérdida volumétrica de material (%P<sub>v</sub>), siendo ésta determinada en función de la diferencia de masa de cada una de las muestras, antes y después de ser desgastadas, y su correspondiente densidad aparente (P<sub>R</sub>).

## Resultados y evaluación

El análisis de las microestructuras de los compuestos mostró que a pesar de las estrictas condiciones observadas durante la preparación de las muestras (incluyendo el aplanamiento con partículas de Carburo de Silicio en el orden de 80 μm) no hubo separación significativa de los cristales. Otra observación hecha fue la presencia de poros cerrados que se presentaron morfológicamente redondeados, como se muestra en la figura 1. Esa porosidad probablemente es causada por la coagulación de burbujas durante el proceso de sinterización de la matriz vítrea y su eliminación en líquidos viscosos parece inhibirse por la creciente presencia de los cristales.

La evaluación de la porosidad total de las muestras se muestra en la figura 2. La creciente adición de los cristales a la matriz. A muestra una tendencia al aumento de la porosidad total, resultando que con 20 y 25 % de cristales se produce un aumento de la porosidad de los compuestos muy por encima de las obtenidas en la propia matriz. También los cristales adicionados en elevadas proporciones a la matriz B provocan un aumento de la porosidad total en las muestras obtenidas.

En este estudio, los valores absolutos de porosidad constituyen sólo una comparación entre los diferentes compuestos y probablemente difieren de los valores absolutos que serían obtenidos en los mismos materiales aplicados como vidriados sobre baldosas, ya que los esmaltes tienen espesor mucho menor (cerca de 10 veces) y, por tanto, proporcionan un menor camino libre medio para la eliminación de las burbujas en los ciclos rápidos de cocción. Sin embargo, se puede afirmar que en ambos casos se manifiesta la misma tendencia. En este aspecto, la tabla 5 muestra los valores de porosidad cerrada obtenidos en las matrices y compuestos utilizados en este estudio. La presencia de poros cerrados, observados en la figura 1, ejerce un papel muy importante en los vidriados para baldosas, pues está relacionada con la suciedad que puede acumularse después de la abrasión y que puede limitar la resistencia a la abrasión. Los poros cerrados, así como la porosidad total, tienden a aumentar con la creciente adición de cristales a las matrices, lo que significa que durante la sinterización de la matriz los cristales inhiben el desplazamiento de las burbujas en dirección de la superficie. La presencia de poros cerrados conjugados (o «anclados») a los cristales pro-

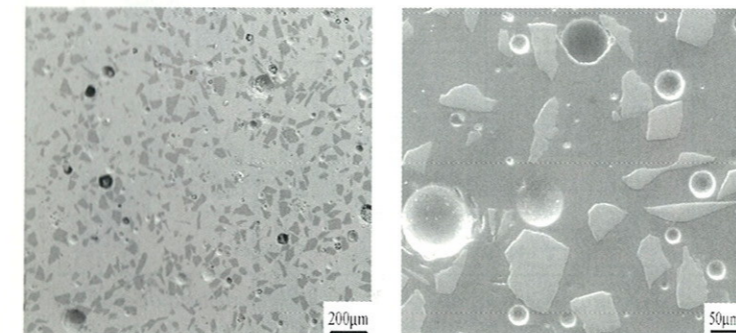


Figura 1: Compuestos conteniendo: (a) 20 % en volumen de mullita y (b) 25 % en volumen de circonio.

bablemente está relacionada a la disminución de la energía superficial que esta configuración proporciona.

La pérdida de material en los compuestos de matrices A y B con elevadas adiciones de cristales después de 10 min. de ensayo de desgaste consta en la figura 3. En ambas matrices, es suficiente una fracción volumétrica de 5 % de corindón para reducir sensiblemente el volumen de material eliminado y las fracciones superiores contribuyen poco a una disminución del desgaste. En los compuestos con circonio, la pérdida volumétrica comienza a estabilizarse con 10 % de cristales adicionados a la Matriz A y muestra una reducción más gradual en la Matriz B. La utilización de óxido de titanio como elemento de refuerzo muestra una contribución poco significativa (en el caso de la Matriz B) e, incluso, una disminución de la resistencia al desgaste (en el caso de la Matriz A) en comparación con los otros cristales si se adicionan grandes cantidades de óxido de titanio. Por otro lado, las muestras con adición de elevadas cantidades de cristales de mullita manifestaron una gradual reducción de pérdida volumétrica en los compuestos analizados. Sin embargo una adición de 5 % de mullita ya es suficiente para promover una reducción de pérdida volumétrica superior al 50 % en comparación con las matrices A y B sin adición de cristales.

Tabla 5: Valores porcentuales de porosidad cerrada.

Matriz	Volumen de Cristales %	Cristal de Refuerzo				
		Alúmina	Circonio	Óxido de Titanio	Mullita	
A	0	4,244	-	-	-	-
	5	-	4,20	4,16	4,35	4,17
	10	-	4,64	4,73	4,57	4,47
	15	-	5,09	5,62	4,99	4,93
	20	-	5,98	5,68	5,35	5,78
B	0	3,284	-	-	-	-
	5	-	7,56	4,95	5,33	4,41
	10	-	5,65	4,97	3,20	5,02
	15	-	5,04	5,44	3,40	5,89
	20	-	8,73	5,79	3,78	6,90
25	-	6,63	5,62	5,02	7,71	

La adición de cristales con tamaños comprendidos dentro del margen granulométrico establecido para el estudio y en cantidades correspondientes al 10 % del volumen total de las muestras, parece ser ideal para promover un aumento de la resistencia al desgaste y, al mismo tiempo, para obtener una porosidad suficientemente baja para evitar daños microestructurales, o sea, para viabilizar la utilización de estos compuestos como vidriados. El hecho de no observarse una separación de las fases de refuerzo en los compuestos, incluso después de los ensayos de desgaste, indica que independientemente de las diferencias de coeficientes de expansión térmica y de los coeficientes elásticos entre matrices vítreas y cristales, se obtuvo una buena adhesividad de las fases de refuerzo en estos compuestos. Entre las propiedades de las fases de refuerzo, la dureza de los cristales es la que incide de modo determinante en la disminución de la pérdida volumétrica. La figura 4 muestra una menor tenden-

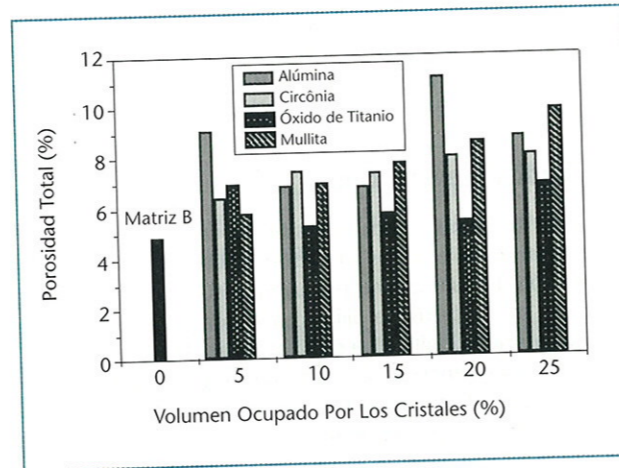
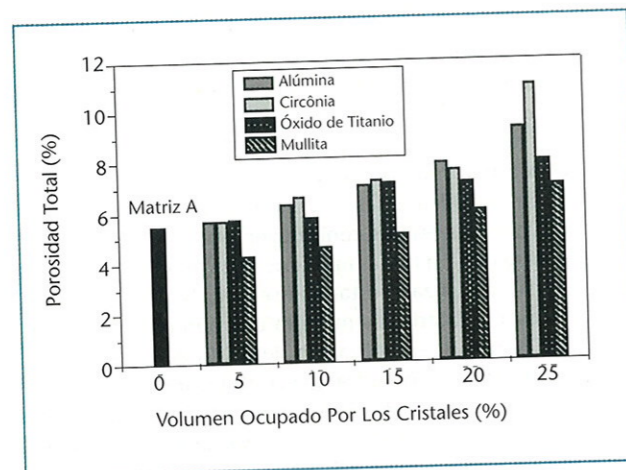


Figura 2: Porosidad total de compuestos con diferentes adiciones de cristales contenidos en las matrices A y B.

cia de pérdida volumétrica de material en aquellos cuerpos reforzados con partículas de mayor dureza Vickers en comparación con las matrices sin adición de cristales.

**Conclusiones**

El estudio indica que la adición de una fase de refuerzo cristalina a una matriz vítrea puede promover un incremento de la resistencia al desgaste abrasivo. Los cristales de mayor dureza (con un rango granulométrico entre 44 y 74 μm), cuando son adicionados entre 5 y 10 % en volumen a los compuestos, reducen significativamente la pérdida volumétrica total del material.

La porosidad de los compuestos es fuertemente afectada por la creciente presencia de cristales. Fracciones volumétricas de cristales inferiores al 10 % resultan adecuadas en muestras en las que los valores de porosidad no exceden a los que fueron obtenidos en las muestras sin adiciones de cristales. Las diferencias de los coeficientes de expansión térmica, de la elasticidad entre matrices y de las fases de refuerzo, afectaron de forma poco significativa la pérdida volumétrica de material de los compuestos. Ello indica que puede utilizarse con éxito una gran cantidad de cristales en vidriados reforzados con una segunda fase, ya que no se produce una separación de la

fase de refuerzo gracias a las buenas propiedades de las interfases en este tipo de compuestos. Los cristales que presentaron los mejores resultados en relación con el desgaste fueron alúmina, circonio y mullita. La elevada dureza de estos cristales en relación con las matrices vítreas a la que fueron adicionados, resultó decisiva para la obtención de compuestos que presentan una baja pérdida volumétrica de material cuando son sometidos a desgaste abrasivo.

**Referencias bibliográficas**

- [1] Axén, N., Jacobson, S.: A model for the abrasive wear resistance of multiphase materials; Wear, pp. 187-199, 174 (1994)
- [2] Oliveira, A. P. M., Rosa, F. G., Alarcon, O. E.: Efecto de la fracción volumétrica y la granulometría sobre el mecanismo de abrasión en los esmaltes cerámicos; Anais Qualicer, pp.169-181, Castellón, España (1994)

Agradecemos a la FAPESP (proceso 97/02254-5) por los recursos ofrecidos y el apoyo prestado durante la realización de este estudio.

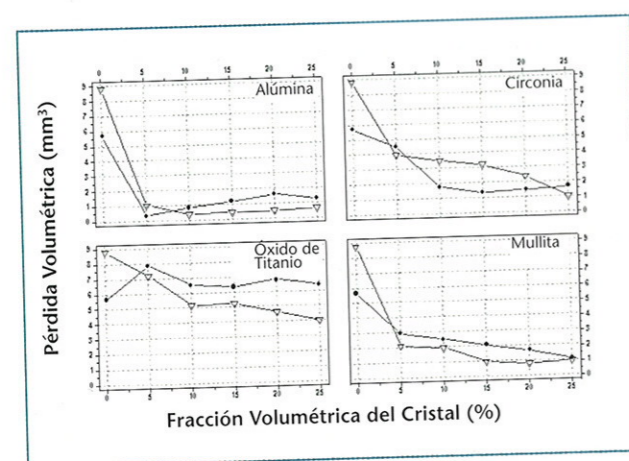


Figura 3: Pérdida volumétrica resultante en los compuestos de matrices A (—●—) y B (—▽—), después de 10 min. de ensayo de desgaste.

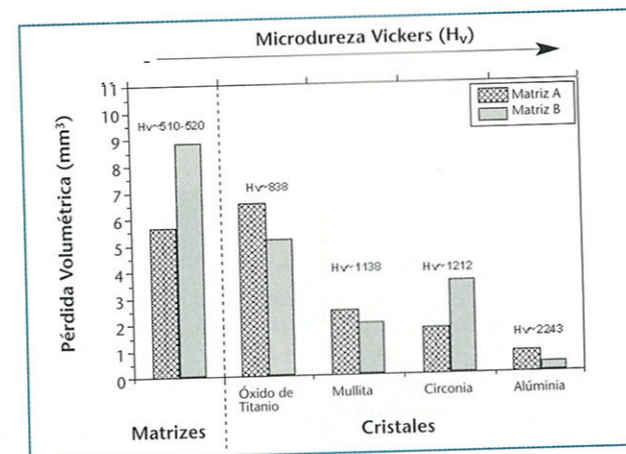


Figura 4: Correlación entre la pérdida volumétrica de material (en muestras con 10% de cristales y después de 10 min. de ensayo de desgaste) y la microdureza Vickers de las matrices y cristales por separado.

**Una planta ultramoderna para mayor calidad, flexibilidad y productividad**

La nueva planta Cerámicas Moratal en Villar del Arzobispo permitió aumentar la capacidad de producción del grupo de ladrillos huecos y perforados a más de 1 400 t/día. La empresa fabricante de equipos Ceric S.A. proporcionó la tecnología más adecuada para la fabricación de productos de diversos formatos, colores y mezclas. La avanzada tecnología y la organización racional de los procesos de producción permiten reaccionar de modo adecuado a un mercado cada vez más diferenciado.

La flexibilidad y la alta calidad de los productos son los elementos primordiales que ha generado la nueva fábrica construida en Villar del Arzobispo por Cerámicas Moratal. Esta fábrica, una de las realizaciones más relevantes en España y en Europa, se presenta como complemento de las fábricas existentes en el grupo, en Sueca, que producen actualmente 400 T/día de productos huecos y 200 T/día de productos huecos y perforados.

Con la suma de la producción de la nueva fábrica, se origina una producción superior a 1 400 t/día que Cerámicas Moratal pondrá en el mercado de ladrillos, teniendo por objetivo un compromiso de calidad de los productos, de variedad de las formas y de los colores y un servicio esmerado con los clientes y los arquitectos.

La obligación de responder a un mercado variado y la necesidad de prever su evolución, han llevado a Cerámicas Moratal a elegir una tecnología adaptada a la flexibilidad de los formatos, de los colores y de las mezclas, y de esta forma acercarse

siempre más a los clientes, ofreciéndoles soluciones a medida. La empresa Ceric, oferente de equipos fabriles, ofreció la soluciones tecnológicas más apropiadas para reducir de modo efectivo los costos de producción.

**Materias primas**

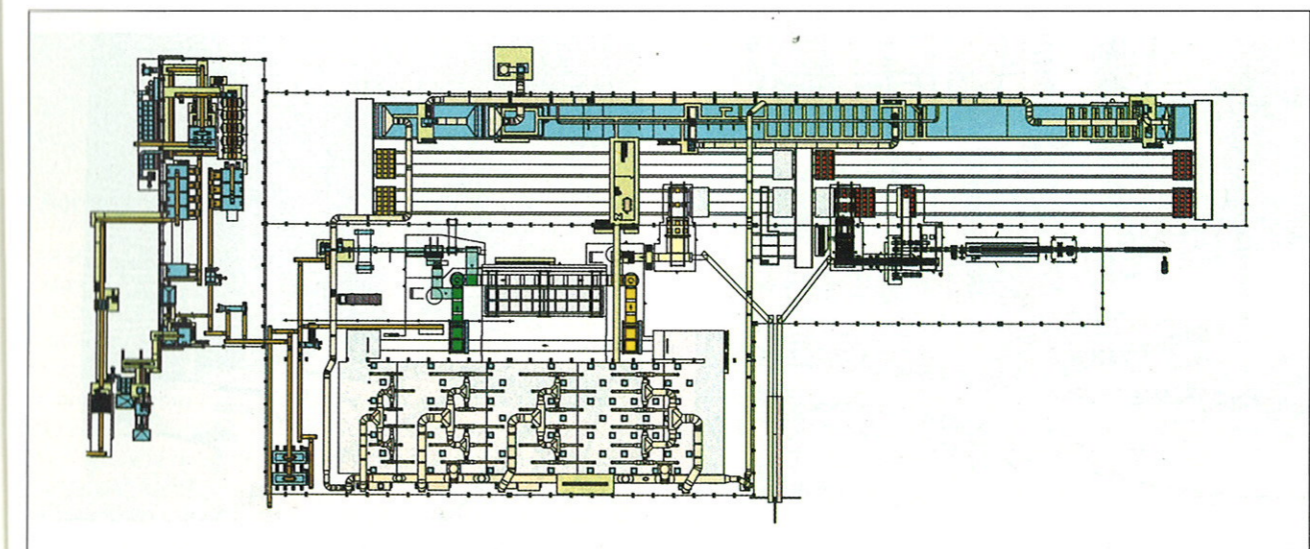
La zona de Valencia es particularmente rica en materias primas de todo tipo, tanto en arcilla de colores variados como en arcillas más simples para ladrillos comunes de construcción. La explotación de estas canteras es efectuada por empresas especializadas, competentes y organizadas para abastecer la cantidad de arcilla necesaria a las producciones de las fábricas cercanas, tanto de baldosas como de ladrillos. Cerámicas Moratal puede explotar 4 arcillas de base y 8 arcillas o agregados complementarios para crear los productos mejor adaptados a la demanda de los constructores.

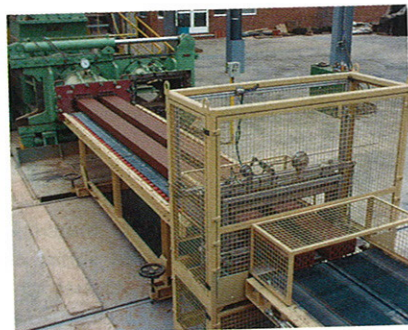
**Laboratorio**

La fábrica se ha equipado de un laboratorio que tiene los equipos necesarios para el control constante de las características de las materias primas que llegan a la fábrica y para la puesta a punto de mezclas, de las que se estudian el color, la porosidad, el ciclo de secado, el ciclo y la temperatura de cocción y la resistencia mecánica. De esta manera se puede garantizar un control óptimo de la producción y la fabricación de productos de alto y constante nivel de calidad.

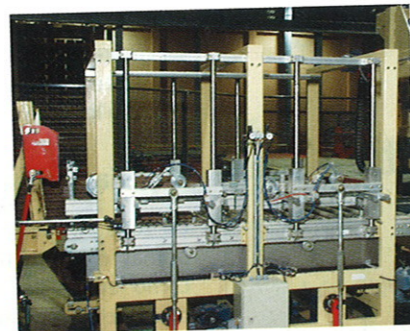
**Preparación**

Siempre con el mismo propósito de constancia en la mejor calidad de los productos, la preparación de las materias primas se ha elegido con molienda fina en seco garantizando a los productos caravista un aspecto de gran finura, dosificado ponderal preciso de los diferentes componentes, almacenamiento de seguridad, automatismo integral de las operaciones y respeto del medio ambiente. De esta forma, los ladrillos caravista y los adoquines podrán tener una composición y una coloración de acuerdo con las más exigentes normas. El conjunto de la líneas de preparación y fabricación ha sido realizado por las sociedades Jois y Verdes.





Fabricación de ladrillos caravista con molde doble salida y cortador de barras



Cortador tipo universal para bloques perforados



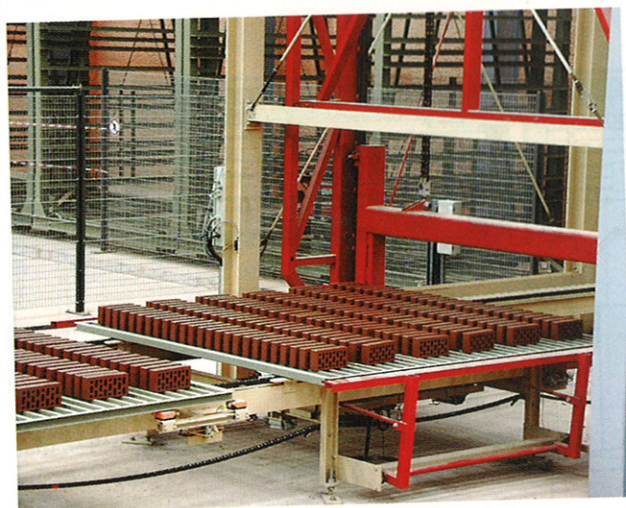
Salida del cortador multihilos con biselador para productos caravista

### Movimentación y corte

El cortador es de tipo universal en el caso de los bloques «termoarcilla» o de grandes productos. El cortador es de tipo multilambres para los productos caravista permitiendo así garantizar una producción muy elevada y dimensiones muy precisas. El segundo cortador está equipado de nuestro sistema de biselado 4 caras.



Entrada de los ladrillos caravista al cortador multihilos con biselador



Bandeja cargada de ladrillos caravista

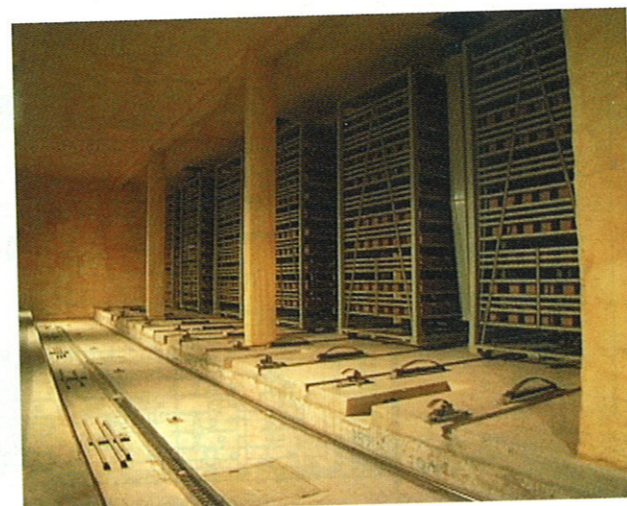
La carga de los productos en las bandejas y su separación es particularmente simple y funciona lentamente, garantizando una gran fiabilidad de los equipos. Un sistema de almacén de bandejas permite crear unos pasos variables de las bandejas en la altura de carretilla, de acuerdo a la altura de los productos.

El conjunto es totalmente controlado de tal forma que todos los ajustes de carga de productos se realizan automáticamente por el ordenador que toma en cuenta todos los datos de la fabricación.

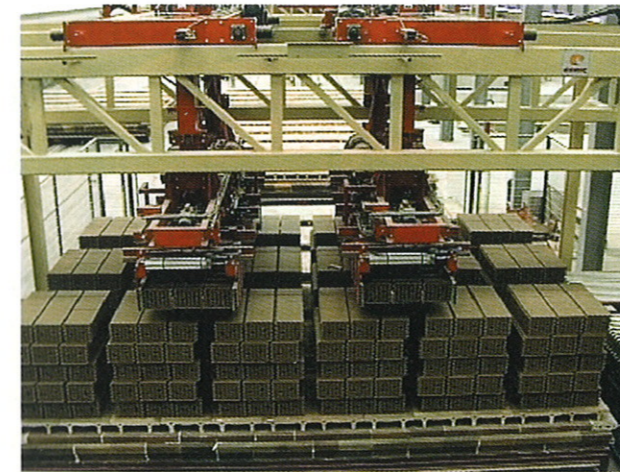
La variedad de los productos que se pueden fabricar exige equipos especialmente concebidos para esta flexibilidad, integrando las colocaciones de los productos en las bandejas para, por una parte, un buen soporte y por otra, una buena ventilación en el secadero. La solución elegida es una tecnología Equipceramic-Ceric, con bandejas cuya rotación a 90° asegura la posición de los productos fabricados.

### Secadero

El secado es siempre una fase muy delicada y aún más en esta fábrica, teniendo en cuenta la variación de las producciones. Es por esto que Ceric ha elegido una solución de secadero muy estructurada en ventilación, en térmica y en automatismo. La ventilación es diferente según las zonas, con Baladair Ceric en la 1ª y la 2ª fases de secado hasta el final de la contracción, con Rotomixairs Ceric en la fase a más alta temperatura y motores exteriores en la zona sin contracción.



Secadero túnel semi-continuo



Apilado de bloques termoarcilla y ladrillos caravista

La ventilación está organizada por zona de tal forma que la regulación ajuste las características de secado, según el avance del último producto fabricado. Durante un cambio, el ordenador toma en cuenta la adaptación de los nuevos reglajes. Una característica esencial es la utilización de los gases de cogeneración eléctrica en el secado. Para tener en cuenta las variaciones de calorías disponibles, se han instalado quemadores compensadores por zona, de forma que el funcionamiento secado y cogeneración sean totalmente independientes.

Es por lo tanto, además de la perfecta instalación de medios adaptados en ventilación y en térmica, la perfección de los reglajes debidos al ordenador que permite la flexibilidad de la fábrica sin ningún perjuicio de rendimiento o de calidad.

### Apilado de Vagones

Así como la posición de los productos en las bandejas varía según los formatos, también en los vagones de horno se elige la disposición de los productos según el tipo de apilado mejor adaptado para la cocción. Aquí también, el material está adaptado para cubrir todos los formatos existentes o futuros, con un reglaje informático de las operaciones realizadas en cada campaña de productos. Los movimientos lentos han sido elegidos para una mejor precisión y una mayor fiabilidad. En particular, se utiliza en los sistemas de automatización los mismos tipos de motores que en los robots, permitiendo su precisión y su flexibilidad. La utilización de pinzas más pesadas y con movimientos menos rápidos proporciona así las ventajas de los reglajes precisos de la robótica y el bajo coste de mantenimiento de la mecánica tradicional.

### Horno

La planta está equipada con un horno Casing Ceric que debe asumir automáticamente los cambios de régimen, los cambios de formatos, los cambios de atmósfera de cocción y los cambios de temperatura. Sus equipos son muy completos, automatizados e informatizados, para que se obtengan permanentemente toda la precisión de cocción, la flexibilidad, y las características deseadas de los productos.

La fumistería de refractario monolítico, sostenida y completada por un blindaje metálico totalmente estanco, garantiza:

- ▶ una solidez y una estanquidad absolutamente ideales,
- ▶ una perfecta insensibilidad a las variaciones de temperatu-



Circuito de bandejas con descarga de los productos secos

ras, debida al proceso, al «flashing» o a la cocción en reducción,

▶ la posibilidad de regular el horno en presión, garantizando una mejor homogeneidad de las medidas de temperaturas y de la cocción.

El refractario y el aislamiento han sido elegidos para una temperatura de cocción de 1200°C, permitiendo sobre todo la fabricación de productos caravista gresificados de muy baja porosidad.

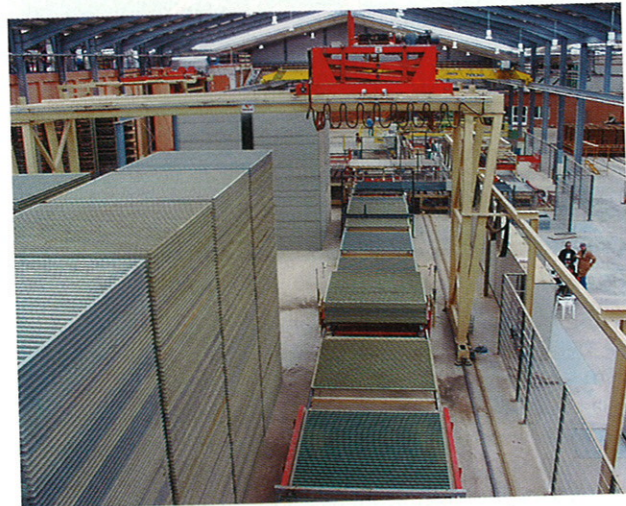
Este horno ha sido equipado con la más completa gama de medios de funcionamiento y de reglaje:



Salida del horno túnel con esclusa de salida

- ▶ tiro progresivo,
- ▶ reciclado a baja temperatura,
- ▶ quemadores «Jet» de alta velocidad al ante-fuego con revestimiento metálico auto-refrigerado,
- ▶ quemadores de impulsos en la bóveda del pleno fuego,
- ▶ zona de enfriamiento acelerado a alta temperatura,
- ▶ equipo en recuperación alta y baja temperatura, con equilibrio de los reglajes para la zona del efecto cuarzo,
- ▶ sobrepresión para puesta en presión del canal de cocción,
- ▶ enfriamiento bajo los vagones con sistema equilibrador de presión con el canal de cocción.

Además, este horno especialmente estudiado para los productos caravista, comporta un sistema de by-pass de los humos en el horno, para permitir un reglaje más preciso y mejor adaptado a los colores deseados con la atmósfera reductora, para obtener colores de flashing, para limitar la recuperación de calor en el horno y, de esta forma, permitir el máximo de ahorros de energía utilizando eficazmente los gases procedentes de cogeneración. Con este horno se ha previsto un aumento de la producción hasta 1 000 toneladas/día.



Circuito de bandejas con almacén de bandejas vacías



Horno túnel tipo Casing con sistemas flashing y reducción de atmósfera



Desapilado de paquetes de bloques termoarcilla

### Sistema de control del horno

El equipo informático se sitúa en el más alto nivel de las tecnologías actuales. Por ejemplo, los quemadores y las movimentaciones de suelo están controlados por un «Quad» Ceric con captadores inteligentes alejados, y gestión eléctrica con sistema ASI. De esta forma, no solamente se suprimen los muy costosos cableados sino que se dispone de medios de información y de reglaje mucho más fiables que con los sistemas tradicionales.

### Desapilado, mojado y paletización

El sistema de desapilado y de paletización está concebido según las características siguientes:

- ▶ mojado sistemático de los productos para una presentación sin defecto,
- ▶ enfundado de los productos,
- ▶ colocación de cartones entre las capas de los productos caravista para una entrega sin defecto.

### Supervisión de máquinas y equipos

El sistema de supervisión Visicer de la fábrica permite una asistencia completa en la gestión:

- ▶ informa permanentemente del funcionamiento de la fábrica, del estado de los reglajes,
- ▶ activa las alarmas en caso de incidente,
- ▶ permite la edición de un «diario» que informa de todos los sucesos de la jornada,
- ▶ permite activar y organizar los reglajes en cada cambio de productos, en las zonas de producción.

Es por lo que una fábrica de tales características funciona con 2 ó 3 personas en cada turno, con un automatismo integral y unas características excelentes de calidad de los productos producidos con un coste de explotación mínimo.

### Conclusión

La avanzada tecnología de los equipos de producción y la organización racional de los procesos de producción permiten una adaptación adecuada a las exigencias que plantea el mercado (formatos, colores, demanda) y reducir los costosos almacenamientos.

## El desarrollo de la industria de refractarios española

En el artículo se ofrece una reseña general sobre el desarrollo que experimentó la industria de refractarios española desde las primeras plantas artesanales del siglo XVI hasta la actualidad. En el siglo XX, esta rama industrial estuvo acuñada por la dictadura de Franco y por la crisis económica de la década de los años ochenta. El proceso de globalización de la economía que se expresó, por ejemplo, a través de la fusión de las plantas siderúrgicas, también repercutirá en la industria de refractarios de España.

La industria cerámica es uno de los sectores más importantes y tradicionales de España. En este país están presentes casi todas las especialidades de esta rama industrial. La industria de baldosas [1, 2] es el sector de mayor peso, ya que cubre aproximadamente un 57 por ciento de la facturación total; le siguen la industria ladrillera con unos 13 por ciento, la industria de fritas y productos esmaltados con alrededor de 11 por ciento, la industria de porcelana, artículos de regalo y de productos de cerámica artesanal tradicional con aproximadamente 6 por ciento, la industria de cerámica sanitaria con más o menos 5 por ciento, la industria de materias primas con unos 4 por ciento, la industria de productos refractarios con alrededor de 3 por ciento y la industria de cerámica industrial con más o menos 1 por ciento.

### Historia

La industria de refractarios española cuenta con una larga tradición. Con el inicio del aprovechamiento del mineral de hierro en el siglo XVI surgieron talleres artesanales para la fabricación de productos refractarios utilizando materia prima nacional. Al empezar el proceso de industrialización en el siglo XIX (que no tuvo la misma intensidad que en otros países europeos), surgieron las primeras fábricas que principalmente produjeron ladrillos de chamota, especialmente destinados a la producción de hierro y acero. Las máquinas correspondientes fueron importadas de Alemania y Gran Bretaña. El proceso de modernización de la industria cerámica española empezó en el año 1950, cuando el gobierno de Franco decidió fomentar la producción de hierro y acero. De este modo aumentó la demanda de productos refractarios, con lo que empezó su fabricación en grandes series. La industria de refractarios española casi no experimentó progreso alguno durante los primeros 20 años de la dictadura que duró desde 1936 hasta 1975, por lo que esta rama industrial se quedó rezagada en comparación con otros países europeos. El aislamiento de la economía española impidió que las empresas españolas compitieran con empresas extranjeras. El

Sebastián Campagna\*

gobierno únicamente abría las fronteras si la importación de productos resultaba indispensable para la economía española y si dichos productos no se fabricaban en el país. Los mercados españoles sólo permitieron el acceso paulatino de inversionistas extranjeros a partir de la década de los años sesenta. Fue entonces cuando los primeros fabricantes de refractarios alemanes y británicos pudieron adquirir participaciones en empresas españolas. Estas participaciones también permitieron una transferencia de tecnología, provocándose así la modernización de la industria de refractarios de España. Un buen ejemplo de esta evolución es la adquisición de la empresa española Mersa por la empresa alemana Didier Werke AG que, a continuación, se transformó en el fabricante español más grande de productos refractarios durante la década de los años sesenta.

### La crisis de la década de los años ochenta

La rama de refractarios española entró en crisis a principios de la década de los años ochenta y esta situación se mantuvo durante varios años. Esta crisis se explica por los procesos de reestructuración que se produjeron en la industria del acero a causa del aumento de los costos energéticos durante la crisis del petróleo de los años setenta. En vista de la necesidad de ahorrar, la industria siderúrgica exigió productos refractarios de mayor calidad y menos desgaste para los altos hornos. Debido a la aplicación de métodos de fabricación innovadores en la fabricación del acero (por ejemplo, convertidores Bessemer, hornos eléctricos de fundición en vez de los hornos Siemens-Martin convencionales), la industria de refractarios tuvo que realizar grandes esfuerzos con el fin de evitar que los fabricantes de acero adquiriesen los productos necesarios en el extranjero. Las empresas que no pudieron realizar este esfuerzo o que no dispusieron de recursos suficientes, tuvieron que cerrar. La crisis puso de manifiesto la gran dependencia que tenía la industria de refractarios de la industria del hierro y acero. Aproximadamente el 65 por ciento de la facturación de la industria de refractarios se realizaba con la industria del acero. Los restantes 35 por ciento correspondían a la industria del vidrio, aluminio, zinc, celulosa, cemento y cerámica.

### La situación actual

La industria de refractarios española actual [2] está compuesta de unas 40 empresas medianas y pequeñas. La mayoría de ellas está afiliada a la Asociación Nacional de Refractarios en España (ANFRE) con sede en Madrid. Las empresas pequeñas que disponen de una plantilla por 20 personas o menos suelen ser empresas familiares; en las empresas medianas trabajan hasta 150 personas. En esta rama industrial española siguen habiendo más empresas pequeñas que medianas. En

\* Doctorando de la facultad de Técnica y Sociedad de la universidad de Dortmund

la industria de refractarios española trabajan en total entre 1 500 y 2 000 personas, dependiendo de la situación coyuntural. La mayoría de ellas son obreros semicualificados. Sin embargo, las medidas de racionalización que fueron aplicadas en el transcurso de los últimos años han tenido como consecuencia la contratación de personal mejor cualificado. La industria siderúrgica estuvo emplazada tradicionalmente en Asturias y en el País Vasco, por lo que en dichas regiones se encuentra también más de la mitad de las empresas de productos refractarios, aunque prevalece Asturias, ya que aproximadamente la tercera parte de todas las empresas de esta rama se encuentra en esta región. La mayoría de los fabricantes de refractarios españoles sólo pueden subsistir si no aplican rígidamente la estrategia de los consorcios que dominan el mercado (oferta de una gama completa y diversificada para todas las aplicaciones); más bien tienen que buscar los nichos del mercado. Algunas empresas de la industria española de refractarios han adoptado diversas medidas en este sentido en el transcurso de los últimos diez años, mientras que otras se transformaron en filiales de empresas extranjeras de la competencia. Algunas empresas fueron externalizadas por los líderes del mercado para que fabriquen los productos menos rentables y otras han desaparecido completamente del mercado. La empresa Didier S.A. de Asturias, por ejemplo, fue una empresa con una gama de productos diversificada antes de ser adquirida por RHI Refractories de Austria. Desde entonces, su gama de productos experimentó una drástica reducción, ya que en la actualidad únicamente fabrica productos básicos de alta calidad, aunque también está sujeta a la estrategia de la externalización de la producción.

## Perspectivas y tendencias en la industria ladrillera de Brasil

Considerando el aumento de los precios energéticos en Brasil, los bloques de ladrillos huecos de estructura celular adquirirán una importancia mayor. El costo de la energía eléctrica seguirá aumentando, con lo que el sector industrial y, también, el de la construcción se verán obligados a aplicar medidas destinadas al ahorro de energía. Será necesario llevar a cabo campañas de marketing más insistentes en favor del ladrillo. La globalización incide en el control de calidad, los servicios, la cooperación técnica, el marketing y en la certificación. Se puede observar una tendencia en favor del uso de productos de calidad.

En el transcurso de los próximos 2 hasta 5 años se producirán importantes cambios en Brasil. Concretamente, es posible observar las siguientes tendencias:

### Conclusión

La industria de refractarios española se concentra en la fabricación de ladrillos de chamota, aunque la demanda de este producto disminuye. La demanda de productos especiales de alta calidad (por ejemplo, productos refractarios básicos) desembocará en un aumento de la importación. Considerando el proceso de globalización de la economía, se puede observar que en otros países y sectores industriales se está experimentando una evolución similar. La estructura oligopólica del mercado mundial de productos refractarios también repercutirá en España. La estrategia de las adquisiciones, iniciada por los grandes consorcios internacionales de la industria refractaria (por ejemplo por RHI de Austria o Cookson de los EE.UU.) también terminará imponiéndose en España. Dado que los productos refractarios tienen un uso muy limitado, las empresas solamente podrán crecer aplicando estrategias de innovación y de desplazamiento de los competidores de los mercados globales. Es previsible que la fusión del fabricante de acero español Aceralia con el fabricante francés Usinor y con el consorcio luxemburgués Arbed provocará cambios en la estructura de los proveedores de productos refractarios. Se teme que los fabricantes de refractarios españoles perderán influencia en el sector siderúrgico.

#### Referencias bibliográficas

- [1] M. Regueiro, E. Sánchez, V. Sanz, E. Criado: Cerámica Industrial en España. Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio, nº 39, 2000  
 [2] M. Regueiro, E. Sánchez, E. Criado, V. Sanz: An overview - Spanish Refractories. En: Industrial Minerals, febrero de 1997

Edgard Mas\*

- ▶ Escasez de energía
- ▶ Aumento del confort en edificaciones de alto nivel
- ▶ Intensificación de las medidas de marketing en favor de materiales de construcción
- ▶ Aplicación de nuevas tecnologías en el sector de la construcción
- ▶ Modificación de la relación entre la oferta y la demanda
- ▶ Ampliación de las tendencias de globalización

### Tendencias en el sector de la energía eléctrica

A corto plazo, es decir, hasta aproximadamente mediados del año 2002, se hará sentir la escasez de energía eléctrica en Brasil. Dado que aumentan los costos energéticos, especialmente a raíz del mayor uso de sistemas de aire acondicionado, aumentará la importancia de los sistemas de aislamiento térmico de las paredes exteriores, por lo que se desarrollarán nuevos materiales con mayor efecto aislante. Los ladrillos huecos de estructura celular, tal como se utilizan en Europa, ten-

\* Consultor y promotor de QM para la certificación con el sello de calidad Inmetro.

drán una mayor demanda en el mercado brasileño. La competencia entre ladrillos (livianos y con gran cantidad de espacios huecos) y los bloques de hormigón (pesados y con un agujero transversal) terminará favoreciendo a los ladrillos. Sin embargo, el cambio de la demanda también implica la necesidad de mejorar la calidad de los ladrillos. Para ello es necesario llevar a cabo amplios trabajos de investigación con el fin de desarrollar productos que deberán tener las siguientes cualidades:

- ▶ Mejor aislamiento térmico
- ▶ Mayor aislamiento acústico
- ▶ Creación de un ambiente habitable más agradable
- ▶ Menor peso
- ▶ Mayor eficiencia en la ejecución de obras de mampostería utilizando ladrillos más livianos

Los equipos de producción deberán someterse a un análisis crítico con el fin de conseguir un mejor aprovechamiento de la energía disponible. Considerando la escasez energética, cabe suponer que la producción experimentará una contracción pasajera de aproximadamente un 10%. Sin embargo, el aumento de la demanda de material de construcción permitirá aumentar nuevamente el nivel de producción. Las fábricas de ladrillos tienen que adoptar las medidas apropiadas para consumir menos energía durante los procesos de producción. Estos tendrán que someterse a minuciosos estudios con el fin de reducir el consumo de energía. En ese sentido es importante considerar la reducción de los tiempos de secado y cocción optimando la composición de la masa y la gestión del proceso de secado y cocción. En consecuencia, aumentará la utilización de equipos modernos, como por ejemplo hornos continuos. El abastecimiento de energía y el precio energético dependen en buena medida de las circunstancias imperantes en cada región. El aprovechamiento de centrales hidráulicas tiene gran importancia en el sur y sudeste de Brasil. En el nordeste seguirá habiendo sequías, con lo que la energía obtenida mediante dicho tipo de centrales no será suficiente. Por ello, esta región dispondrá cada vez más de electricidad proveniente de centrales térmicas, además de utilizar el gas natural y el petróleo. Sin embargo, las energías de alternativa son más caras que la corriente eléctrica obtenida de centrales hidráulicas.

### Nuevas tecnologías en la construcción civil

En términos de costos, la mampostería armada ofrece considerables ventajas al constructor. Este tipo de construcción brinda una mejor protección contra deslizamientos ocasionados por violentas lluvias torrenciales. Las ladrilleras modernas y sus asociaciones regionales deberán llevar a cabo un marketing más eficiente para recalcar las ventajas que tiene el uso de ladrillos aislantes cara vista en combinación con mampostería armada. Asimismo, también deberá mejorarse el nivel de aislamiento acústico, especialmente en edificaciones de mayor nivel.

### Tendencias de la oferta y de la demanda

La reducción pasajera de la producción a raíz de la adopción de medidas destinadas al ahorro de energía ha repercutido en una nueva relación entre la oferta y la demanda. En un país en el que hay un déficit de viviendas, sólo la existencia de tipos de interés artificialmente elevados es capaz de debilitar la demanda. Una vez que concluya la actual crisis energética

en el año 2002, es previsible que en el año 2003 comience una fase de recuperación, siendo indispensable que se invierta en el sector energético brasileño.

### Tendencias de la globalización

En Brasil, la globalización significa lo siguiente:

- ▶ Inversiones extranjeras en el sector de la industria ladrillera
- ▶ Aplicación de rigurosos controles de calidad
- ▶ Aumento de la atraktividad del sello de calidad
- ▶ Ejecución de campañas de marketing en el sector
- ▶ Ampliación de la asistencia técnica y de los servicios
- ▶ Aumento de las capacidades de producción en las cercanías de las grandes ciudades

La presencia de empresas extranjeras redundará en profundos cambios en materia de control de calidad. Las ladrilleras harán todo lo posible por cumplir los requisitos necesarios para obtener el sello de calidad Inmetro. Además, los empresarios nacionales entenderán las ventajas que ofrecen el marketing, los servicios y la asistencia técnica.

### Tendencias en relación con los productos y mercados

En términos generales se puede constatar una tendencia en favor de la obtención de productos de calidad. Para que el ladrillo aumente su trascendencia en el mercado, es importante llevar a cabo las correspondientes campañas de marketing con el fin de acentuar las ventajas que ofrece el ladrillo en comparación con otros productos de alternativa. El principal competidor, tanto en lo que se refiere a tejas como a ladrillos, es el bloque de hormigón. Los ladrillos tienen buenas perspectivas en el mercado, especialmente desde el punto de vista de los constructores. Los ladrillos entretanto son considerados superiores a los bloques de hormigón gracias a sus diversas ventajas, entre ellas el buen nivel de aislamiento acústico, la creación de un ambiente agradable, bajo peso, utilización más sencilla en las obras de construcción. El ladrillo de perforación celular del futuro será incluso más liviano, sus dimensiones serán más precisas y su calidad mayor, en concordancia con las normas. El nivel de productividad en las obras de construcción puede aumentar mediante la utilización de ladrillos más livianos y de mayor tamaño. También se producirán cambios en el sector de las tejas, ya que previsiblemente se preferirá el uso de tejas de arcilla en vez de las tejas de hormigón. Las tejas esmaltadas de colores se impondrán especialmente en zonas de viviendas de mayor nivel y, además, también se exportarán. Para que la teja de arcilla tenga éxito, es indispensable que se apliquen las correspondientes medidas de marketing. El ladrillo también podrá adquirir un mayor peso en el mercado de los tabiques de separación frente a las paredes divisorias de yeso, ya que la calidad de los tabiques de ladrillo es claramente superior en materia de aislamiento acústico.

### Resumen

Brasil tiene aproximadamente 170 millones de habitantes. Cabe suponer que la demanda de ladrillos de arcilla no disminuirá en el transcurso de los próximos 20 años. El mercado exigirá la oferta de productos de calidad, con lo que únicamente podrán imponerse los productos que se fabriquen en concordancia con estrictos criterios de calidad.



## Nueva planta construida por Lingl en España para piezas soft mud

La empresa Rústicos La Mancha S. L., fundada recientemente, puso en funcionamiento una fábrica de ladrillos el mes de Setiembre de 2001 en Santa Cruz de Mudela (España) para ladrillos cara vista tipo soft-mud. En la primera fase, la planta tendrá un rendimiento de 350 toneladas por día. En una segunda fase se prevé duplicar la producción. En la planta se trabaja en un turno seis días a la semana.

En medio de la meseta Catellana de La Mancha, región que se destaca por su sólida y creciente industrialización y cuna de los renombrados vinos de Valdepeñas, se estableció en 1964 la empresa Ceramica Mateo, donde se producen tejas curvas y baldosas cerámicas.

La Sociedad, una Empresa exclusivamente familiar, es dirigida por los Sres. Mateo que observan ahora también en España un creciente mercado para ladrillos caravista producidos según el procedimiento «soft mud». Con la finalidad de abordar este mercado han constituido la nueva empresa Rusticos La Mancha, S. L., para la fabricación de ladrillos y formatos especiales. A partir de la extrusora, la primera planta de este tipo en España fue proyectada por completo por Lingl. Se puso en marcha en Setiembre del 2001 y está concebida de tal forma que su capacidad podrá doblarse en una segunda fase de ampliación. En la primera fase se trabajará durante 6 días semanales en un solo turno, obteniéndose una producción diaria de 350 toneladas.

### La producción

#### Moldeo y secado

Las piezas blandas se producen en una prensa De Boer en filas de 16 moldes arenados, depositándose a continuación en

bandejas coleccionadas que se cargan en un mecanismo elevador. Con un elevador múltiple se cargan las carretillas de secadero con forma de U y provistas de 25 pisos con 8 hileras, siendo un total de 200 bandejas de piezas verdes. En un secadero de 9 cámaras dobles, con una capacidad de 20 carretillas cada una, se secan las piezas en 40 a 44 horas, dependiendo del formato. La recirculación de aire se realiza con ventiladores giratorios. La contracción de secado es de un 5,5 %.

#### Agrupación y encañe

Al finalizarse el secado, las carretillas se descargan con otro mecanismo múltiple que alimenta las bandejas a un sistema descendente. Las piezas secas se extraen de las bandejas y se agrupan en capas en una vía de posicionamiento colocándose junto a la apiladora, la cual está diseñada para una producción de 28 800 piezas por hora. Con una pinza de capas se forman 10 paquetes de cocción transversales y 6 paquetes longitudinales sobre las vagonetas de horno.

#### Cocción

Incluyendo el prehorno y la esclusa, el horno mide 171 m de largo. Su capacidad productiva es de 350 toneladas diarias. El canal de cocción tiene un ancho de 6,9 m y una altura de 1,25 m. Este horno tiene una instalación de cocción combinada de fuego superior y lateral para gas natural ofreciendo también la posibilidad de cocción por reducción. Su capacidad es de 33 vagonetas, el prehorno puede contener 4 vagonetas y la esclusa una vagoneta. El ciclo del horno es de 42,5 horas a una temperatura de 1 100 °C siendo la contracción de cocción de un 4,5 %.

#### Descarga y empaquetado

Las vagonetas se descargan capa por capa mediante dos robots. En dos vías de posicionamiento, los productos se clasifican, se reagrupan y se apilan por dos robots en palets de transporte formando paquetes de expedición. Una vez flejados estos paquetes en sentido horizontal y vertical, un agarrador doble los sumerge en un remoedor. A continuación, los paquetes se envuelven en plástico retráctil para pasar por un marco de retráctilado.

#### Control de la maquinaria y de las instalaciones

El control de todos los componentes de la planta tiene lugar mediante el sistema Simatic S7 y software de Lingl. Para la operación del secadero de cámaras y el horno túnel se utiliza el sistema de control de procesos de Lingl que se basa en PCS7/WinCC.

El seguimiento de las vagonetas garantiza el control del sistema de transporte en función del producto y facilita información sobre los productos que se están fabricando.

Un sistema de información sobre el control de la instalación Manager Info System (MIS) recibe todos los datos esenciales de la producción y traspa las cifras de producción de todos los componentes de la instalación a la dirección de la planta.

#### Datos técnicos

Productos:	Ladrillos moldeados
Formato de referencia:	220/105/36 mm, 1,45 kgs cocido
Rendimiento:	350 t diarias
Horarios de trabajo:	1 turno = 10 h/día, 6 días semanales, 52 semanas anuales

#### Secadero cámara Lingl

9 cámaras dobles,  
circulación del aire mediante ventiladores giratorios

Longitud de cámara:	26,2 m
Anchura de cámara:	6,72 m
Carretillas/cámara:	2 x 10 unidades
Capacidad de carretilla:	3 200 unidades
Tiempo de secado:	40-44 horas

Contracción:	5,5%
Contenido de agua:	30% referido al peso en seco

#### Horno túnel Lingl

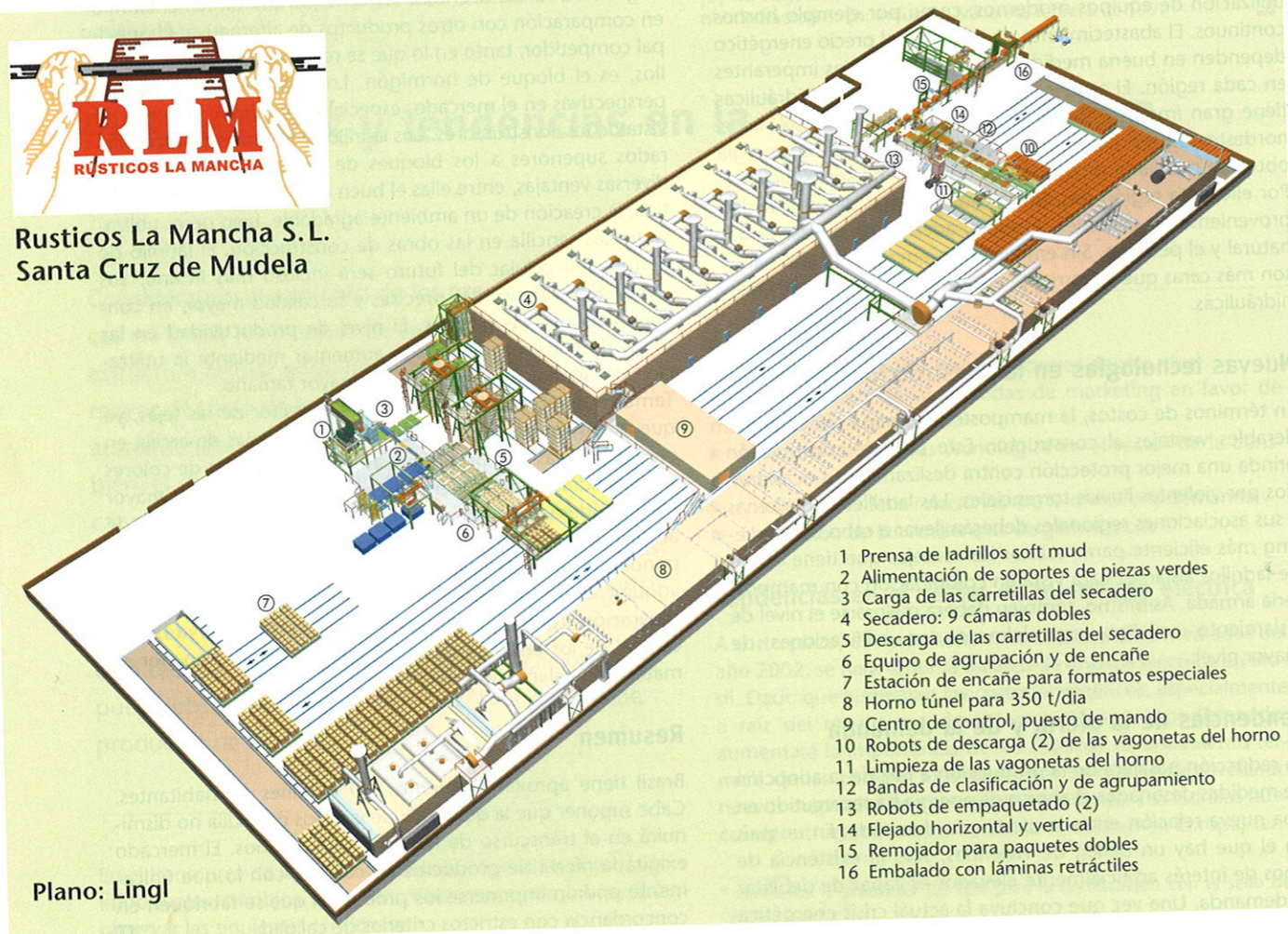
Fuego lateral y superior con gas natural,  
2 grupos de quemadores de reducción

Prehorno:	18 m (4 vagonetas)
Longitud del horno:	148,5 m (33 vagonetas)
Esclusa:	4,5 m (1 vagoneta)

Canal de cocción:	6,90 m/1,25 m
Temperatura de cocción:	1 100 °C
Tiempo de paso:	42,5 horas

#### Control de la planta

Máquinas y equipos de transporte:	Ordenador de procesos Simatic S7 con software Lingl
Secadero cámara y horno túnel:	Sistema Lingl de mando de procesos tipo PC S7/WinCC



Plano: Lingl