

USO DEL FLEXÍMETRO ÓPTICO PARA EVALUAR LA TENDENCIA A DEFORMAR DURANTE LA COCCIÓN DE SOPORTES Y BALDOSAS CERÁMICAS

**M. F. Quereda⁽¹⁾, A. Saburit⁽¹⁾, F. J. García Ten⁽¹⁾, M. M. Lorente⁽¹⁾,
C. Gimeno⁽²⁾, A. Sánchez⁽²⁾**

⁽¹⁾ Instituto de Tecnología Cerámica (ITC). Asociación de Investigación de las Industrias Cerámicas (AICE) Universitat Jaume I. Castellón. España.

⁽²⁾ Fritta, S.L. Onda. España.

pquereda@itc.uji.es

1. INTRODUCCIÓN

La falta de planaridad que pueden presentar las baldosas cerámicas a la salida del horno viene motivada en muchas ocasiones por diferencias de expansión térmica entre los materiales que forman la baldosa (soporte, engobe y esmalte) [1]. En otras ocasiones la falta de planaridad se debe a una excesiva tendencia a deformar por piroplasticidad del soporte (principalmente en productos gresificados) [2]. En este estudio se ha utilizado el flexímetro óptico [3] para estudiar la variación de la curvatura por piroplasticidad de los soportes durante el ciclo de cocción así como el efecto que provocan diferentes engobes sobre la tendencia a curvar.

2. EXPERIMENTAL

En este estudio se han utilizado soportes industriales de gres de cocción roja y de gres porcelánico con y sin engobe. A partir de estas muestras se han obtenido probetas prismáticas de aproximadamente 8,5 cm de longitud y 7 mm de anchura y de espesor, determinando mediante el flexímetro óptico la evolución de la curvatura durante la cocción. Asimismo, se han obtenido mediante dilatometría las curvas de expansión-contracción de los soportes y de probetas conformadas a partir de algunos de los engobes.

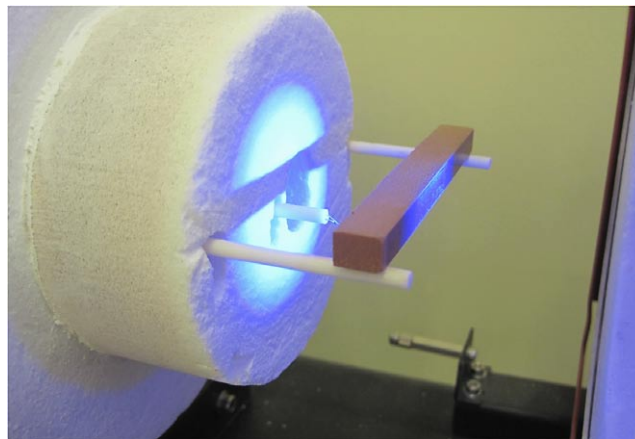


Figura 1. Detalle del flexímetro óptico.

3. RESULTADOS

Tal como se muestra en la Figura 2 la flecha de deformación depende marcadamente del espesor de la pieza. Por ese motivo, en este estudio se ha decidido utilizar un índice que fuera independiente de las dimensiones de la pieza. Por analogía con el índice de piroplasticidad (IP), se ha definido el índice de deformación (ID) como el opuesto del IP, según la siguiente expresión:

$$ID = -IP = -\frac{4 \cdot e^2 \cdot s}{3 \cdot L^4}$$

siendo:

e: espesor de la pieza

s: flecha de deformación

L: distancia entre apoyos

De esta forma, valores negativos del índice de deformación corresponden a curvaturas cóncavas y valores positivos a curvaturas convexas. Se ha observado que en el caso de soportes sin engobe, la única curvatura que se observa es la asociada a la deformación pirolástica (Figura 3). Como consecuencia del aumento de la cantidad de fase vítrea y de la disminución de viscosidad de dicha fase al aumentar la temperatura, el índice de deformación aumenta con la temperatura máxima de cocción [2].

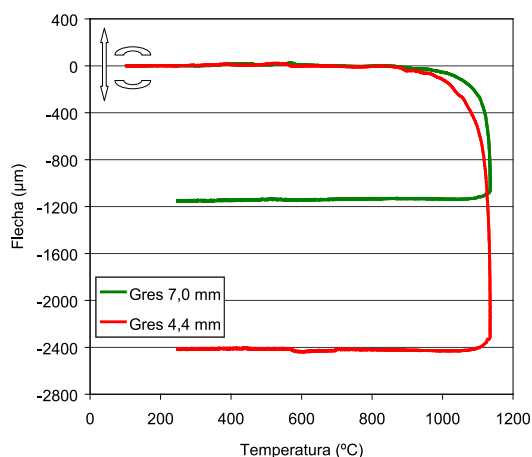


Figura 2. Variación de la flecha durante el ciclo de cocción.

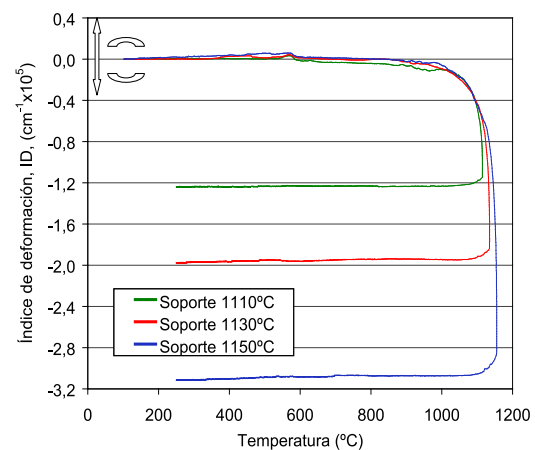


Figura 3. Variación del ID durante el ciclo de cocción de un soporte de gres.

En la Figura 4 se muestran las curvas de deformación de un soporte de gres con diferentes engobes y del mismo soporte sin engobe. Se observa que los engobes modifican de forma importante la tendencia a curvar del soporte a partir de los 1000°C, siendo este fenómeno especialmente acusado en el caso del engobe 1 y de escasa magnitud en el engobe 5. Esto está de acuerdo con la práctica industrial ya que las baldosas producidas con el engobe 1 presentaban defectos de planaridad que fueron reduciéndose en magnitud hasta desaparecer con el engobe 5. Para establecer si este comportamiento se debía a algún tipo de interacción entre la capa de engobe y la de soporte, se repitió el estudio con un soporte de gres porcelánico, obteniéndose la misma tendencia.

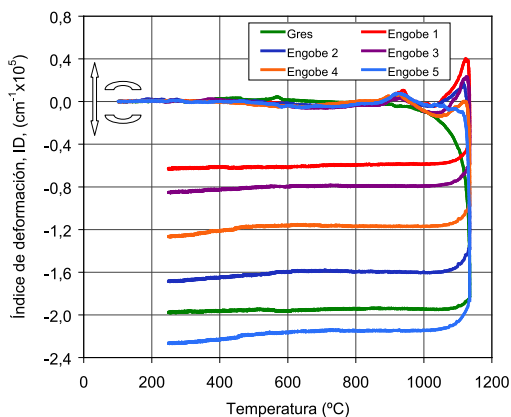


Figura 4. Variación del ID durante el ciclo de cocción (soporte de gres con diferentes engobes).

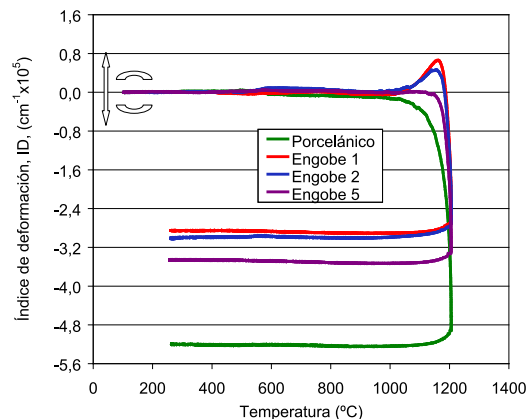


Figura 5. Variación del ID durante el ciclo de cocción (soporte de gres porcelánico con diferentes engobes).

Teniendo en cuenta que los engobes no presentan un grado de fundencia tan elevado como los esmaltes, cabe suponer que diferencias de contracción entre el soporte y el engobe puedan ser las causantes de los cambios de curvatura a partir de los 1000 $^{\circ}\text{C}$. Por ese motivo se determinó la curva de expansión-contracción (Figura 6) del soporte de gres y de los engobes con comportamientos extremos (1 y 5). El engobe 1 comienza a contraer a temperaturas inferiores al soporte y, a partir de los 1000 $^{\circ}\text{C}$ aproximadamente, presenta una estabilización de la contracción, coincidiendo con el inicio de la contracción y de la deformación por piroplasticidad del soporte. El engobe 5, por el contrario, presenta una variación de la contracción con la temperatura más parecida a la del soporte. La comparación de los valores de la pendiente de estas curvas con los valores del índice de deformación explica satisfactoriamente la diferente curvatura de las piezas a partir de los 1000 $^{\circ}\text{C}$ (Figura 7), ya que la menor velocidad de contracción de los engobes respecto al soporte provoca una curvatura convexa. Este fenómeno resulta más acusado en el engobe 1 por su mayor diferencia en velocidad de contracción respecto al soporte. La razón de que en el intervalo 900-1000 $^{\circ}\text{C}$ no se observen cambios de curvatura de los soportes engobados respecto al soporte sin engobe se debe a que en dicho intervalo de temperaturas la proporción de fase vítrea del soporte es baja, presentando una baja deformación por piroplasticidad. La elevada rigidez del soporte en este intervalo conduce a que las diferencias de contracción de los engobes respecto al soporte se traduzcan en un incremento de las tensiones y no en cambios en la curvatura.

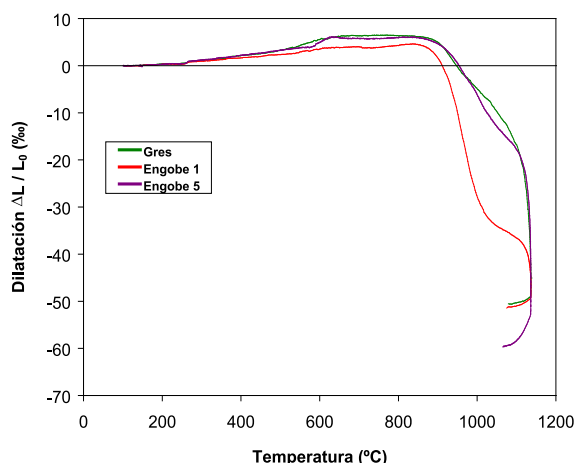


Figura 6. Curva de expansión-contracción del soporte de gres y de los engobes 1 y 5.

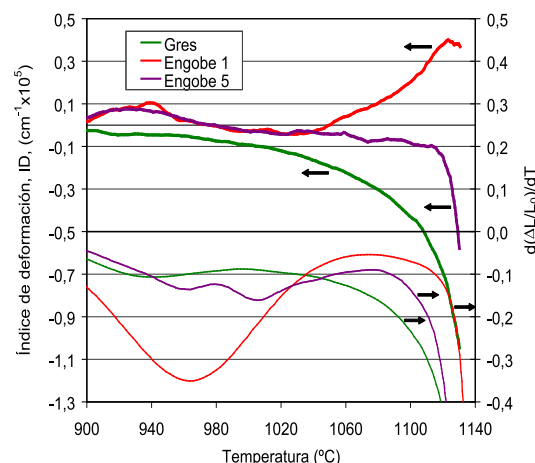


Figura 7. Variación del índice de deformación y de la pendiente de las curvas de expansión-contracción.

4. CONCLUSIONES

La determinación de las curvas de deformación de soportes y de soportes con engobe mediante el flexímetro óptico resulta de gran utilidad para resolver problemas de falta de planaridad de baldosas cerámicas. Este estudio demuestra que diferencias de contracción de los engobes respecto al soporte pueden provocar curvaturas en la etapa de precalentamiento.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] AMORÓS, J.L.; NEGRE, F.; BELDA, A.; SÁNCHEZ, E. Acuerdo esmalte-soporte (I) Causas y factores de los que depende. *Técnica Cerámica*, 178, 582-592, 1989.
- [2] ESCARDINO, A.; AMORÓS, J.L.; NEGRE, F.; FELÍU, C. Influence of Process Parameters on the Planarity of Floor Tiles. *Interbrick*, 5(5), 26-31, 1989.
- [3] PAGANELLI, M.; SIGHINOLFI, D. The optical fleximeter to study deformations on ceramics. *Ind. ceram.*, 29 (1), 43-48, 2009.