

# MEJORA DEL COMPORTAMIENTO EN LA EXTRUSIÓN DE PASTAS CERÁMICAS DE BAJA PLASTICIDAD

**S. Sales<sup>(1)</sup>, M.C. Bordes<sup>(1)</sup>, M. Prudent<sup>(2)</sup>, M.M. Lorente-Ayza<sup>(1)</sup>, E. Sánchez<sup>(1)</sup>, O. Sos<sup>(3)</sup>, J. Rubert<sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Instituto Universitario de Tecnología Cerámica (ITC). Universitat Jaume I. Castellón. España.

<sup>(2)</sup> École Nationale Supérieure de Céramique Industrielle (ENSCI). Université de Limoges. France.

<sup>(3)</sup> Natucer, S.L. Onda. España

## 1. INTRODUCCIÓN

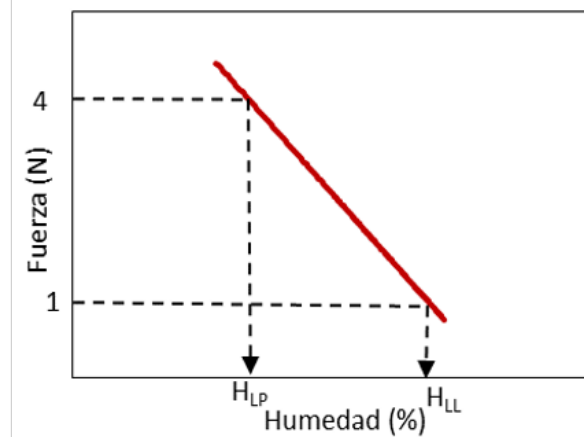
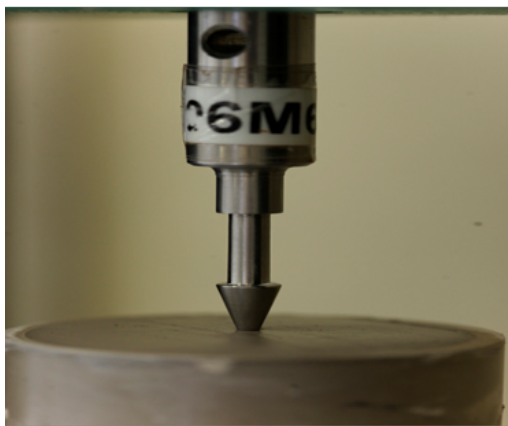
El conformado por extrusión se puede utilizar para la fabricación de baldosas, ladrillos, tejas o también productos refractarios. Los tres aspectos fundamentales que se deben considerar para lograr unas condiciones de extrusión idóneas son la naturaleza del material, el tamaño de partícula y el comportamiento plástico. De éstas, obtener una masa de plasticidad adecuada es fundamental durante el procesado, para evitar la aparición de defectos tales como grietas, laminaciones o migraciones de la fase líquida [1]. El comportamiento plástico depende de numerosos factores [2]: tamaño y forma de la partícula, composición mineralógica, presencia de electrolitos, materia orgánica, etc.

En lo que concierne a las cerámicas tradicionales, como es el caso de la fabricación de baldosas cerámicas, los materiales arcillosos son los que confieren la plasticidad necesaria para llevar a cabo el proceso de extrusión. Sin embargo, cuando no se dispone de arcillas con la plasticidad suficiente o cuando la composición incorpora otros ingredientes no plásticos en elevada proporción, la operación de extrusión se puede ver seriamente comprometida, sobre todo en la fabricación de baldosas de gran formato o de geometría compleja. En estos casos es necesario añadir a las pastas aditivos plastificantes o ligantes para conseguir un comportamiento reológico y plasticidad que permitan un correcto procesado de la composición [3].

En este trabajo se evaluó la influencia de la incorporación de diferentes aditivos en distintas proporciones sobre el índice de plasticidad de una composición cerámica y se relacionó la variación del índice de plasticidad con el comportamiento de la pasta durante la extrusión.

## 2. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Las materias primas se amasaron con la cantidad de agua necesaria para realizar el ensayo de plasticidad y se guardaron en recipientes cerrados durante 24 horas con el objeto de homogeneizar la humedad. La plasticidad de las muestras se determinó por el método de indentación [4]. Esta técnica se basa en medir con un plasticímetro la fuerza máxima para introducir un punzón de punta cónica en la composición a distintos contenidos en humedad. Representando en coordenadas logarítmicas la fuerza de indentación frente a la humedad se obtiene una recta a partir de la cual se calculan los valores de humedad correspondientes a los límites de Atterberg y finalmente se determina el índice de plasticidad como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico, HLL y HLP respectivamente (Figura 1).



**Figura 1.** Punzón para la medida del índice de plasticidad mediante el método de indentación (izquierda). Gráfico para el cálculo de los límites de Atterberg (escala logarítmica) (derecha).

Se realizaron ensayos de plasticidad incorporando aditivos de distinta naturaleza a la composición inicial: sustancias inorgánicas de elevada superficie específica bentonita, arcilla plástica de naturaleza montmorillonítica, electrolitos (NaCl, NH<sub>4</sub>Cl), polímeros derivados de la celulosa, y un plastificante polimérico de base lignosulfonato. Las composiciones que presentaron mejores resultados de plasticidad se sometieron a extrusión a escala piloto con el fin de comprobar sus efectos sobre el producto final.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

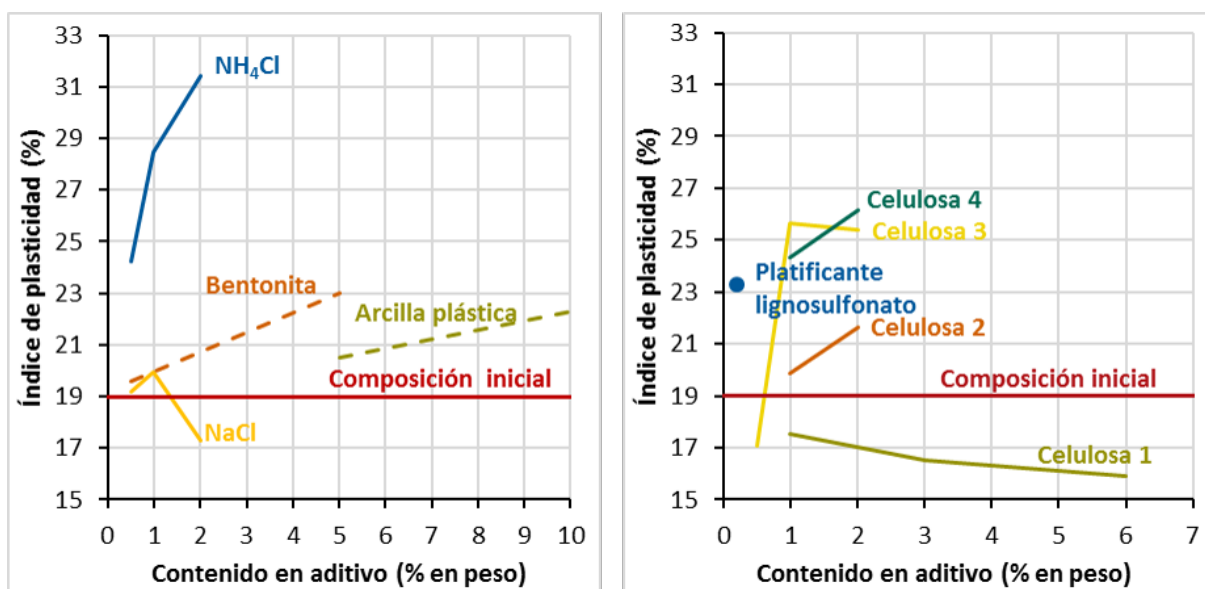
Todos los aditivos ensayados modificaban el índice de plasticidad de la composición inicial (Figura 2).

Las materias primas plásticas (bentonita y la arcilla plástica) incrementaban el índice de plasticidad. Sin embargo, su aplicabilidad era limitada porque debían incorporarse en elevadas proporciones (5-10%) para conseguir el valor de plasticidad deseado, lo cual modificaba en gran medida las características del producto final.

El NaCl y NH<sub>4</sub>Cl presentaban efectos contrapuestos: mientras que al añadir NaCl el índice de plasticidad disminuía, con NH<sub>4</sub>Cl este aumentaba de forma muy significativa. No obstante, se comprobó que las composiciones extrudidas con NH<sub>4</sub>Cl poseían baja densidad aparente, lo cual limitó la aplicación de este compuesto.

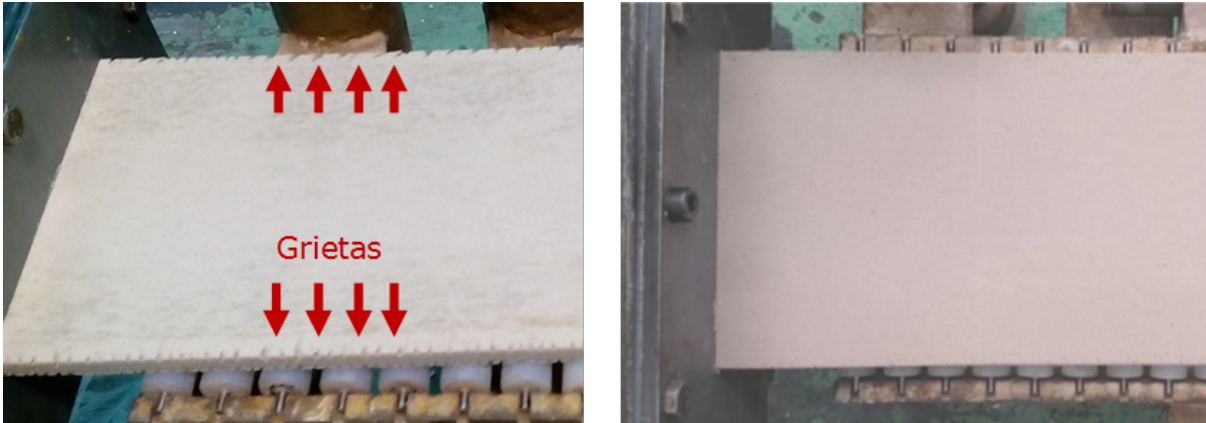
En cuanto a los polímeros derivados de la celulosa, tres de los ensayados incrementaban en gran medida el índice de plasticidad pero a su vez incrementaban en exceso la viscosidad de la pasta, siendo imposible su correcto procesado por extrusión.

Finalmente, el plastificante polimérico de base lignosulfonato, añadido en muy baja proporción a la composición, aumentaba la plasticidad hasta los valores requeridos por el proceso sin modificar el comportamiento reológico de la pasta ni la composición de partida.



**Figura 2.** Efecto del contenido en aditivo sobre el índice de plasticidad.

Los resultados de la extrusión a escala piloto confirmaron que el plastificante polimérico de base lignosulfonato reducía la aparición de grietas (señaladas con flechas en la Figura 3) y proporcionaba las condiciones de extrusión óptimas, manteniendo el resto de propiedades del producto final.



**Figura 3.** Aspecto de la composición inicial a la salida de la extrusora (izquierda) y de la composición con plastificante polimérico de base lignosulfonato (derecha).

#### 4. CONCLUSIONES

La medida de la plasticidad de las composiciones cerámicas constituye un método sencillo y rápido para seleccionar aditivos para mejorar el comportamiento en extrusión de composiciones cerámicas. Se comprobó que el plastificante polimérico en base lignosulfonato mejoraba, tanto el índice de plasticidad, como el comportamiento en extrusión de la composición manteniendo las características del producto final.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se ha realizado dentro del proyecto REMEB financiado en la convocatoria europea H2020-WATER-2014-two stage con Grant Agreement 641998.

#### 6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] JIANG, G.P.; YANG, J.F.; GAO, J. Effect of starch on extrusion behaviour of ceramic pastes. *Materials Research Innovations*, 13:2, 119-123.
- [2] BARBA, A.; BELTRÁN, V.; FELÍU, C.; GARCÍA, J.; GINÉS, F.; SÁNCHEZ, E.; SANZ, V. *Materias primas para la fabricación de soportes de baldosas cerámicas*. Castellón: Instituto de Tecnología Cerámica, 2002.
- [3] BLACKBURN, S.; WILSON, D.I. Shaping ceramics by plastic processing. *J. Eur. Ceram. Soc.*, 28, 1341-1351, 2008.
- [4] GINÉS, F.; FELÍU, C.; GARCÍA-TEN, J.; SANZ, V. Análisis de los métodos tradicionales utilizados para evaluar la plasticidad. *Bol. Soc. Esp. Ceram. Vidr.*, 36(1), 25-30, 1997.