

**Ponencia nº 5- C1**

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA**

**PERMEABILIDAD DE DIFERENTES ENGOBES**

**EN FUNCIÓN DE SU ÁREA SUPERFICIAL**

**ESPECÍFICA DETERMINADA POR DIFRACCIÓN**

**LÁSER**

**Montañés, R.**

COLORONDA, S.L. (España)

[analisis@coloronda.com](mailto:analisis@coloronda.com)

*Palabras clave:* engobes, permeabilidad, área superficial específica, difracción láser

## **RESUMEN**

Como es sabido, la superficie específica de las partículas que componen un engobe es una de las variables que influye en la permeabilidad de los mismos.

En el presente trabajo, se ha intentado comprobar si los datos que ofrecen los equipos de difracción láser sobre el área superficial específica de las partículas, pueden considerarse válidos a la hora de comparar la permeabilidad de diferentes engobes.

## **1. INTRODUCCIÓN**

De todos es conocida la importancia que tiene la aplicación del engobe sobre los soportes cerámicos. Entre todas las propiedades que le confiere el engobe a la baldosa, se encuentra la de conferirle impermeabilidad al agua, y así evitar problemas como cambios de tono en el producto acabado, especialmente cuando se trata de revestimientos porosos.

La permeabilidad del engobe depende de varios factores. Uno de ellos es la superficie específica de las partículas, de forma que al aumentar dicha superficie en una suspensión disminuye el tamaño de los capilares del lecho poroso y, por tanto, resulta más difícil el paso de un fluido a su través.

La determinación de la superficie específica, se realiza generalmente mediante la adsorción de N<sub>2</sub>, con el clásico método BET, reconocido mundialmente como standard. Sin embargo, en el presente trabajo, se ha intentado comprobar si los datos que ofrecen los equipos de difracción láser sobre el área superficial específica, pueden considerarse válidos a la hora de comparar la permeabilidad de diferentes engobes.

En el equipo utilizado, el área superficial específica se define como el área total de las partículas respecto al peso total de las mismas. Su unidad es m<sup>2</sup>/g y es necesario introducir el dato de la densidad de la partícula para su cálculo. En el caso de que se desconozca dicho dato, el equipo considera que su valor es de 1g/cm<sup>3</sup>. El cálculo matemático se basa en el supuesto que todas las partículas son a la vez esféricas y

no porosas y, por tanto, está sujeto a varias consideraciones teóricas. La ecuación a partir de la cual se determina el área superficial específica es la siguiente:

$$SSA = \frac{6 \sum \frac{V_i}{d_i}}{\rho \sum V_i} = \frac{6}{\rho D' [3,2]} \quad (1)$$

Donde  $V_i$  es el volumen relativo de la partícula,  $d$  es su diámetro y  $\rho$  la densidad de la partícula.

## 2. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

Para llevar a cabo el estudio se realizaron dos experimentos. En el primero de ellos, se prepararon seis engobes, variando únicamente en su composición el tipo de arcilla utilizado, y así poder ver como afectaba cada una de ellas en el tiempo de secado del engobe y, en consecuencia, en su permeabilidad.

La composición de los engobes fue la siguiente:

Materias primas	Engobe 1	Engobe 2	Engobe 3	Engobe 4	Engobe 5	Engobe 6
Arcilla 1	42					
Arcilla 2		42				
Arcilla 3			42			
Arcilla 4				42		
Arcilla 5					42	
Arcilla 6						42
Frita	22	22	22	22	22	22
Cuarzo	27	27	27	27	27	27
Zirconio	3	3	3	3	3	3
Dolomita	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5
Cola	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

En primer lugar, las arcillas se secaron en estufa de laboratorio hasta humedad 0%. A continuación, se procedió a determinar la curva de desfloculación de cada uno de los engobes con el fin de determinar el contenido en desfloculante óptimo de cada uno de ellos. Para ello se prepararon varias moliendas de un mismo engobe, en las cuales se iba aumentando progresivamente el contenido del defloculante (se utilizó el Tripolifosfato sódico). Las moliendas se llevaron a cabo por vía húmeda, utilizando un molino de bolas y en todas ellas, se mantuvieron constantes las siguientes variables: tiempo de molienda, contenido en sólidos y distribución de tamaño de las bolas del molino.

Una vez obtenidas, las barbotinas se dejaron enfriar y se procedió a medir las viscosidades de cada una de ellas, para lo cual se utilizó un viscosímetro rotacional modelo Brookfield. Todas las medidas se realizaron utilizando el husillo R2 y a una temperatura de 19°C.

Para tomar la medida se agitó la barbotina a un gradiente de velocidad elevado (>100 rpm) durante 1 minuto y a continuación se descendió el gradiente de velocidad a 12 rpm, tomándose el dato de viscosidad que indicaba el viscosímetro al cabo de 3 minutos de agitación. La operación se repitió varias veces hasta que un aumento de la cantidad de defloculante no disminuía la viscosidad de la suspensión resultante.

Con los datos de viscosidad obtenidos a la velocidad de 12 rpm para cada porcentaje de defloculante, se construyeron las curvas de defloculación (figura 1) para cada uno de los seis engobes.

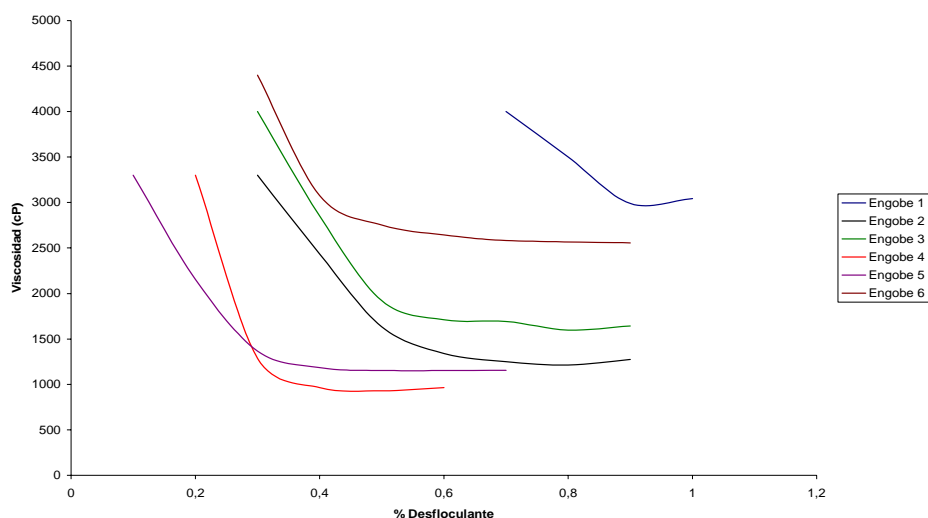


Figura 1: Curvas de defloculación de los engobes

A partir de las curvas de defloculación, se determinó el contenido de defloculante que proporciona el mínimo de viscosidad de la suspensión (suspensión defloculada).

Se volvieron a molturar los seis engobes pero esta vez utilizando dicho contenido de defloculante. También en este caso se mantuvieron constantes el tiempo de molienda, el contenido en sólidos y la distribución de tamaño de las bolas del molino.

Tras la molienda, las seis barbotinas se dejaron enfriar y, a continuación, se determinó el área específica superficial (SSA) de las mismas utilizando un equipo de dispersión láser. La metodología que se siguió para realizar la medida, es la indicada en el manual de instrucciones del equipo de dispersión utilizado.

Los datos obtenidos fueron:

	Engobe 1	Engobe 2	Engobe 3	Engobe 4	Engobe 5	Engobe 6
SSA (m <sup>2</sup> /g)	3.95	3.91	3.87	3.60	3.07	2.55

A continuación, las barbotinas de engobe se agitaron durante 5 minutos en un agitador de laboratorio y después cada una de las suspensiones se aplicaron sobre una pieza de gres cruda mediante un patín con una abertura de 400 µm. Con ayuda de un cronómetro se determinó el tiempo de secado superficial de la capa consolidada, poniéndose en marcha cuando el patín finalizó su recorrido a lo largo de la pieza y parándose cuando dejó de observarse agua en la superficie. No se tuvo en cuenta aquellas zonas donde había una mayor acumulación de material (inicio y final de la aplicación). El ensayo se repitió dos veces más para calcular la media aritmética de los tiempos. La temperatura fue la misma durante la realización de todos los ensayos.

Los tiempos obtenidos fueron:

		Engobe 1	Engobe 2	Engobe 3	Engobe 4	Engobe 5	Engobe 6
Tiempo secado (seg)	Ensayo 1	17	10	8	7	2	1
	Ensayo 2	17	9	8	6	1	3
	Valor medio	17	9.5	8	6.5	1.5	2

El segundo experimento se realizó con tres engobes completamente diferentes, tanto en el tipo de arcilla como en el resto de materias primas.

Las composiciones de cada uno fueron:

Materias primas	Engobe 7	Engobe 8	Engobe 9
Frita	23.8	14	25
Arcilla 2	10	40	
Arcilla 4	10		
Arcilla 5			20
Caolín			10
Dolomita		5	10
Feldespató sódico			12.45
Zirconio	9		2
Bentonita	1		
Alúmina	3	14	
Cuarzo	43	26.75	20
Cola	0.05		0.02

Al igual que en el caso anterior, se calculó la curva de defloculación de cada uno de los engobes (figura 2), a fin de poder determinar el contenido en defloculante que proporciona el mínimo de viscosidad en cada caso. Las condiciones de la medida fueron las mismas que en el experimento anterior, excepto la temperatura que, en este caso, fue de 22 °C.

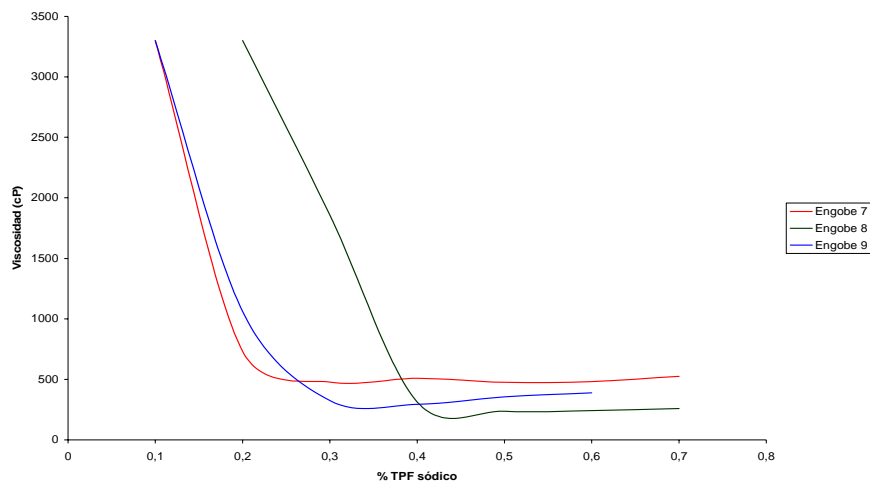


Figura 2: Curvas de defloculación de los engobes

Una vez conocido el contenido en defloculante necesario para obtener las suspensiones defloculadas, se volvió a molturar por vía húmeda cada uno de los engobes. Se siguieron manteniendo constantes el tiempo de molienda, el contenido en sólidos y la distribución de tamaño de bolas de dentro del molino.

Las barbotinas se dejaron enfriar, y a continuación se determinó la superficie específica de cada una con el equipo de difracción láser.

Los resultados obtenidos se muestran en la siguiente tabla:

	Engobe 7	Engobe 8	Engobe 9
SSA (m <sup>2</sup> /g)	1.89	1.76	1.53

Posteriormente, los engobes se aplicaron sobre piezas de gres cruda con un patín de abertura de 400 µm y se calculó el tiempo de secado siguiendo la misma metodología que en el primer experimento.

Los tiempos de secado obtenidos fueron:

		Engobe 7	Engobe 8	Engobe 9
Tiempo secado (seg.)	Ensayo1	6	5	<1
	Ensayo 2	6	6	<1
	Valor medio	6	5.5	<1

### 3. CONCLUSIONES

A continuación mostramos las tablas resumen de los datos obtenidos en los dos experimentos:

<b>TABLA 1</b>		Engobe1	Engobe2	Engobe3	Engobe4	Engobe5	Engobe6
Experimento 1	SSA (m <sup>2</sup> /g)	3.95	3.91	3.87	3.60	3.07	2.55
	ts (seg.)	17	9.5	8	6.5	1.5	2

<b>TABLA 2</b>		Engobe7	Engobe8	Engobe9
Experimento 2	SSA (m <sup>2</sup> /g)	1.89	1.76	1.53
	ts (seg.)	6	5.5	<1

A la vista de los datos de la Tabla 1 y 2, se observa que conforme disminuye el área específica superficial (SSA) disminuye el tiempo de secado (ts) de los engobes.

El tiempo de secado nos indica la mayor o menor dificultad que tiene el soporte para absorber el agua, es decir, nos aporta información sobre la permeabilidad del engobe. De este modo, cuanto menor es el

tiempo de secado, es indicativo de que el engobe presenta una mayor facilidad para absorber el agua, y en consecuencia, su permeabilidad es mayor.

Por lo tanto, a partir de los resultados obtenidos, podemos concluir que conforme aumenta el área superficial específica disminuye la permeabilidad del engobe. Estos resultados coinciden con los que predicen los modelos teóricos sobre la permeabilidad de un lecho poroso.

Ahora bien, existe una discordancia en los datos de los engobes 5 y 6. Según los valores obtenidos de SSA para estos engobes, el tiempo de secado del engobe 5 debería haber sido mayor que el del engobe 6, cosa que no ocurre.

La explicación a esto, podría encontrarse en el hecho de que no se ha tenido en cuenta la densidad de la partícula a la hora de calcular la SSA. Según el Manual del equipo, en caso de que no se conozca dicho dato, se considerará que la densidad de la partícula es  $1 \text{ g/cm}^3$ , lo cual es posible que pueda llevar a resultados erróneos en algunos casos. Por lo tanto, sería recomendable conocer los datos de las densidades de los sólidos, para obtener resultados más exactos.

Aun así, los resultados obtenidos nos muestran que los datos de las áreas superficiales específicas que proporciona el equipo de difracción láser, podrían resultar orientativos a la hora de comparar las permeabilidades de diferentes engobes.

#### **4. BIBLIOGRAFÍA**

- BOU, E; GAZULLA, M.F.; ORTS, M.J... [et al] Manual para el Control de la Calidad de Materias Primas empleadas en la preparación de los Vidriados Cerámicos. Castellón: Instituto de Tecnología Cerámica-AICE, 2000
- DULLIEN, F.A., Porous Media: Fluid Transporta and Pore Structure. Academic Press, New York, 1979