

Comportamiento de los materiales cerámicos durante la operación de secado.

El comportamiento de los materiales cerámicos en el secado, se caracteriza por:

- La **contracción** de los productos cerámicos, su medida y los factores que la condicionan.
- La **evolución de la contracción** durante la operación de secado.
- La **evolución de la temperatura** superficial de los productos durante la operación de secado industrial.

Contracción de secado

La **contracción de secado (CS)** es la disminución de dimensiones respecto a las dimensiones iniciales que experimentan algunos productos cerámicos en la operación de secado.

Puede expresarse según la siguiente ecuación:

$$CL = \frac{L_0 - L_F}{L_0} \cdot 100$$

Se expresa, por tanto, en porcentaje y en ella L_0 expresa una dimensión inicial del producto (altura, longitud, etc.) y L_F la dimensión tras el secado.

¿Cómo ocurre el proceso de contracción durante el secado?

Para entender el proceso mediante el cual las piezas cerámicas con una humedad superior al límite de retracción, contraen durante la operación de secado es necesario entender la estructura de las piezas húmedas (figura 1). En ella, muchas partículas permanecen separadas por capas de agua, denominada "agua de contracción". Durante la etapa de velocidad de secado constante se va eliminando agua por evaporación de la capa de agua superficial. Cada molécula evaporada es sustituida por una molécula de agua de contracción, que ocupa su lugar, por lo que, progresivamente va disminuyendo la cantidad de agua que separa las partículas. A medida de que se elimina agua, las partículas se aproximan y el producto contrae.

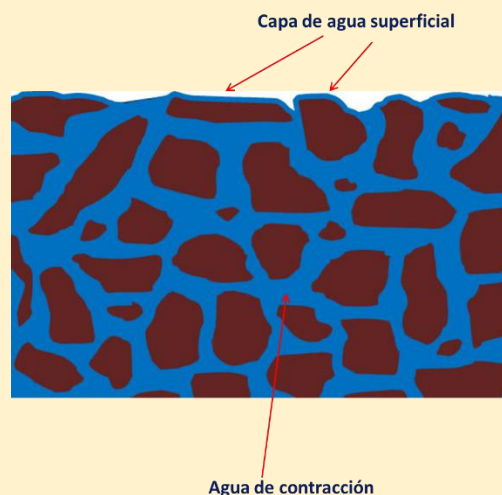


Figura 1. Evolución de la temperatura superficial con el tiempo de secado.

A medida que va eliminándose agua, las partículas se aproximan hasta que entran en contacto unas con otras y ya no pueden hacerlo más. En este momento cesa la contracción (figura 2). La humedad presente en el momento en el que cesa la contracción se denomina “límite de retracción”

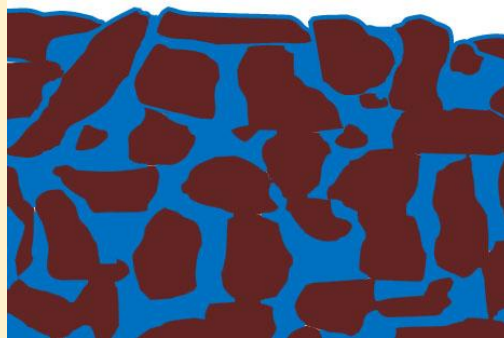


Figura 2. Las partículas se aproximan hasta que entran en contacto unas con otras.

A partir de este momento, el secado continúa hasta alcanzar la humedad de equilibrio sin producir más contracción (figura 3).

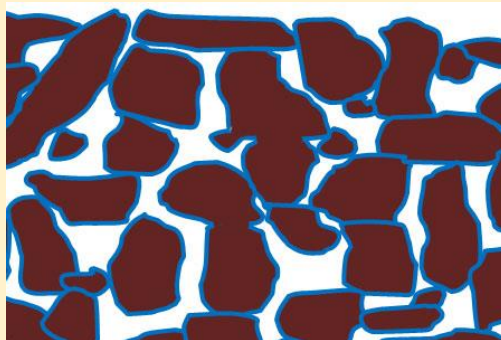


Figura 3. Si la humedad es inferior al límite de retracción, el secado continúa sin producir contracción.

La evolución de la contracción durante la operación de secado

En la siguiente gráfica (figura 4), denominada “Curva de Bigot”, se representa la evolución de la contracción de secado de una pieza cerámica con la humedad. En ella se observa que la relación entre la contracción y la humedad es lineal hasta las proximidades del límite de retracción, en el que la contracción se anula. En este punto en abscisas se muestra la contracción de secado del producto y en ordenadas el límite de retracción.

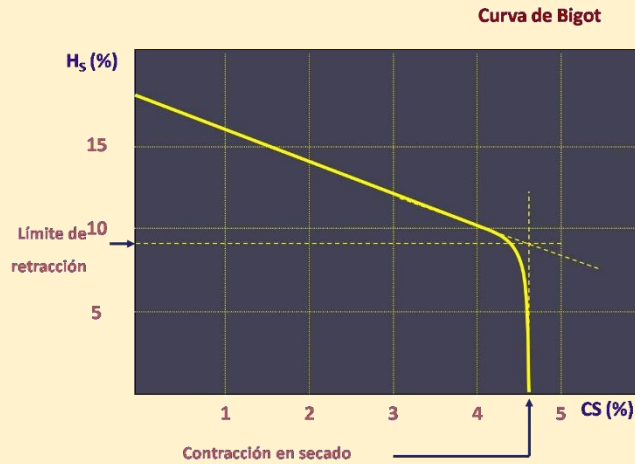


Figura 4. Evolución de la contracción en secado (CS) en función de la humedad (Hs).

En la siguiente gráfica (figura 5) se muestra la evolución de la contracción en secado con el tiempo (línea amarilla), en un ciclo estándar de un secadero industrial. Para facilitar la comprensión de esta gráfica, se ha superpuesto a la gráfica ideal que muestra la evolución de la velocidad de secado con el tiempo (línea azul) en la que se aprecian claramente las tres etapas de la operación de secado. Se observa en la gráfica que el límite de retracción se alcanza durante la segunda etapa del secado que es la que transcurre a velocidad de secado constante.

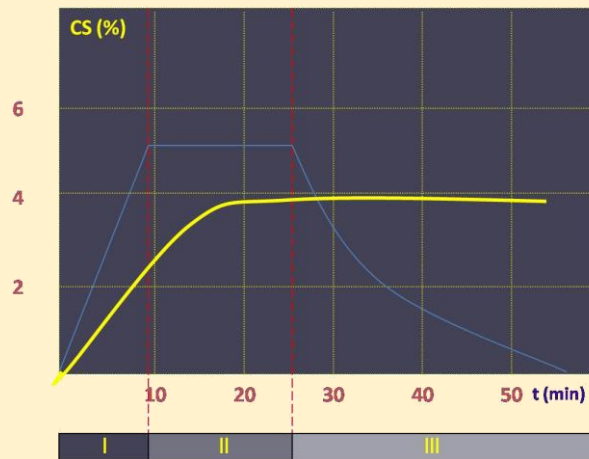


Figura 5. Evolución de la contracción en secado (línea amarilla) y de a velocidad de secado (línea azul) en función del tiempo.

La evolución de la temperatura superficial durante la operación de secado

Recuerda que en la segunda etapa del proceso de secado la velocidad se mantiene constante, porque en esta etapa, los productos mantienen una delgada capa de agua en su superficie y todo el calor que llega se invierte en evaporarla. Cuando esta etapa finaliza, el calor que llega a la superficie se invierte en aumentar la temperatura del producto. En la figura 6 puedes la evolución, reflejada idealmente, de la temperatura superficial de la pieza con el tiempo de secado (línea amarilla) superpuesto a la evolución con el tiempo de la velocidad de secado (línea azul).

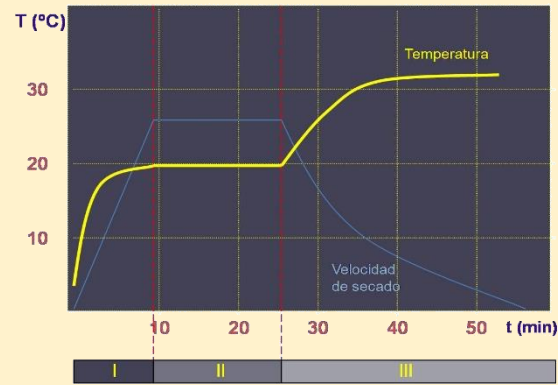


Figura 6. Evolución de la temperatura superficial con el tiempo de secado.

En resumen

En estas representaciones se observa que:

1. El límite de contracción de la pieza se encuentra situado dentro de la etapa de velocidad de secado constante.
2. Durante la etapa de velocidad de secado constante la temperatura en la superficie de la pieza permanece constante, lo que indica que todo el calor que llega a la superficie de la pieza se invierte en la evaporación de la película superficial de agua de ésta.
3. En la etapa de velocidad de secado decreciente, el secado no produce contracción alguna.