

Granulometría. Conceptos generales.

¿Qué es una distribución granulométrica?

La distribución granulométrica de un material nos indica la **distribución de tamaños de sus componentes**. Se trata, por tanto, de la **descripción estadística** de la distribución de los tamaños de los elementos particulados, o granulados, que componen una muestra. Esta muestra debe ser representativa de la población de la que procede, para, a partir de ella, poder inferir la distribución granulométrica de ésta.

Partículas, agregados, aglomerados y gránulos.

Los elementos particulados que forman un polvo seco pueden presentarse en diferentes estados de unión entre sí. Por ejemplo, cuando se hace referencia a un polvo atomizado para el prensado industrial de baldosas, debe diferenciarse entre la distribución granulométrica de las partículas y agregados que forman el polvo y la de los gránulos formados en el proceso de atomización o de granulado. La primera es el resultado de la subdivisión de los materiales en la operación de molienda, e influye en la compacidad de la baldosa tras el prensado, en su resistencia mecánica y en su comportamiento en las etapas de secado y de cocción. La segunda afecta a la densidad de llenado y a la fluidez del polvo y por lo tanto condiciona especialmente la etapa del llenado de los moldes para el prensado en semiseco. También influye en la cantidad de aire que deberá desalojarse en la etapa de desaireación en el prensado. Tanto la primera como la segunda condicionan la microestructura de las piezas en crudo que se forma durante la etapa de prensado.

Así pues, según la unión que presenten entre sí los elementos particulados puede distinguirse entre ⁽¹⁾⁽²⁾:

Partículas primarias. Son unidades discretas de un único material, de baja porosidad. No presentan poros interconectados y son capaces de moverse con entidad propia cuando se dispersa el polvo. Puestos en suspensión, no pueden dividirse en unidades más pequeñas por acción de ultrasonidos.

Agregados. Son pequeñas masas de material, con una red de poros interconectados en su interior. Está compuesto por partículas primarias enlazadas por puentes sólidos.

Aglomerados. Son agrupaciones de partículas primarias unidas entre sí mediante fuerzas superficiales. Los aglomerados son porosos y sus poros generalmente están interconectados. Según la naturaleza de las fuerzas de unión se distinguen los aglomerados blandos, que están unidos por fuerzas superficiales débiles, que pueden romperse mediante dispersión en ultrasonidos liberando partículas primarias, y los aglomerados duros, que son partículas primarias unidas mediante puentes sólidos, indestructibles por agitación en ultrasonidos⁽¹⁾.

Gránulos. Son grandes aglomerados, con tamaños comprendidos entre 50 y 1000 μm , que se forman mediante la adición de un agente de granulación.

¿Qué entendemos por "tamaño" de partícula?

Un parámetro necesario para caracterizar una distribución granulométrica es, lógicamente, el tamaño de los componentes. El tamaño de partícula, o el tamaño de los gránulos, no siempre resulta fácil de definir, especialmente en los sistemas de partículas.

Si todos los componentes de un sistema de partículas tuvieran la misma forma y ésta fuese regular, por ejemplo esférica o cúbica, la definición de tamaño de partícula sería sencilla, pues bastaría con elegir una característica de esa forma que la definiera inequívocamente, como por ejemplo el diámetro en la esfera o la longitud de una arista en el cubo. Sin embargo, las partículas reales tienen frecuentemente formas irregulares, por lo que, para caracterizar una distribución de tamaños real, tenemos que definir en primer lugar qué se entiende por "tamaño" de una forma irregular. Para salvar esta dificultad se recurre a un concepto teórico de tamaño de grano que se denomina "**diámetro equivalente**".



Figura 1. Diámetros equivalentes de una partícula irregular.

En general el “diámetro equivalente” de una partícula coincide con el diámetro de una esfera que tiene una determinada característica (volumen, superficie, velocidad de sedimentación, etc.) equivalente a la de la partícula cuyo tamaño se desea determinar (figura 1). Las técnicas empleadas en la medida de tamaños de partícula suelen medir propiedades relacionadas con éstos y se asume que se refieren a una esfera, con lo que se hace referencia a un único número, el diámetro de esta esfera, para caracterizar el tamaño de la partícula irregular medida.

Así, por ejemplo, si fotografiamos en el microscopio un grano de arena, estamos viendo una proyección de su forma sobre dos dimensiones, y además esta forma varía según la posición que adopte la partícula. Si deseamos caracterizar su tamaño con un sólo número podemos medir una longitud en el área proyectada, que puede ser la máxima, la mínima, la media entre ambas, etc. y considerar que la partícula tiene forma esférica y su diámetro tiene la longitud que hemos medido.

Si, en cambio, conocemos su peso, podemos asumir que su tamaño es el diámetro de una esfera con el mismo peso. O si somos capaces de medir su velocidad de sedimentación en un medio infinito podemos asignar a esta partícula el diámetro de una esfera que tenga la misma velocidad de sedimentación.

En todos estos casos estamos asumiendo que podemos representar el tamaño de la partícula mediante un sólo número que es el diámetro de su “esfera equivalente”.

En la tabla siguiente se muestran definiciones de diámetro equivalente empleadas en la caracterización de sistemas de partículas.

Diámetro equivalente.		Definición.
Diámetro de tamiz.	d_T	Diámetro de la esfera de mayor tamaño que pasaría a través de las aberturas de un tamiz.
Diámetro de volumen.	d_v	Diámetro de la esfera que tiene el mismo volumen que la partícula.
Diámetro de superficie.	d_s	Diámetro de la esfera que tiene la misma superficie que la partícula.
Diámetro de superficie – volumen.	d_{sv}	Diámetro de una esfera con la misma relación volumen – superficie que la partícula. $d_{sv} = \frac{d_v^3}{d_s^2}$
Diámetro de Stokes.	d_{Stk}	Diámetro de la esfera que tiene la misma velocidad de sedimentación, en régimen laminar, que la partícula.
Diámetro de área proyectada.	d_A	Diámetro del círculo con la misma superficie que la proyección de la partícula en posición estable.
	d_P	Diámetro del círculo con la misma superficie que la proyección de la partícula en posición aleatoria.
Diámetro de perímetro.	d_{PR}	Diámetro del círculo con el mismo perímetro que la proyección de la partícula, independientemente de su posición.
Diámetro de cuerda máxima.	d_{CH}	Longitud máxima de la línea que delimita el contorno de la partícula.
Diámetro de Feret.	d_F	Valor medio de la distancia entre pares de tangentes paralelas en puntos del perímetro de la superficie proyectada de la partícula.
Diámetro de Martin.	d_M	Es la longitud de la cuerda media del perímetro de partícula proyectado.

Bibliografía

- (1) RAHAMAN, M.N. “Ceramic processing and sintering” 2ª Ed. Marcel Dekker, Inc. Nueva York. (2003).
- (2) VICENZINI, P. “Il ruolo dello stato di agglomerazione delle polveri nella formatura ceramica”. Ceramurgia. 3/4. Pgs 107 a 122. (1988).