

Evaluación de la granulometría del GTR (Ground Tire Rubber) mediante los modelos de Rosin-Ramler y de Gates-Gaudin-Schuhmann

A. Nadal⁽¹⁾, M. Boix⁽²⁾, J.E. Crespo⁽¹⁾, A. Macías-García⁽³⁾

(1) *Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Escola Politècnica Superior d'Alcoi. Universitat Politècnica de València, Plaça Ferrandis i Carbonell, 1, 03801, Alcoi, Alicante (Spain); anadal@mcm.upv.es*

(2) *Departamento de Matemática Aplicada, Escola Politècnica Superior d'Alcoi. Universitat Politècnica de València, Plaça Ferrandis i Carbonell, 1, 03801, Alcoi, Alicante (Spain); mboix@mat.upv.es*

(3) *Departamento de Electrónica e Ingeniería Electromecánica, Universidad de Extremadura, Avda. Elvas, 06071, Badajoz (Spain); amacias@materiales.unex.es*

RESUMEN

En este trabajo se presenta un estudio granulométrico del polvo de granulometría 0,2 mm. Se han empleado 8 tamices diferentes, y se ha realizado con dos valores de potencia en el equipo CISA RP.09: a 6 y a 10, manteniendo el tiempo en 15 minutos. Se han analizado los valores medios obtenidos en gramos retenidos en cada tamiz. Se concluye que la mayor parte de la masa tamizada se acumula en 4 tamices, aunque al eliminar los tamices que retienen menos de un 3%, la retención principal se acumula en sólo tres tamices. A continuación se realiza el estudio de distribución granulométrica del porcentaje retenido y acumulado. Se estudió la función de distribución granulométrica y se comprobó que se ajustaba al modelo de Rosin-Ramler con un valor de pendiente de 2,58 y con un valor de ordenada en el origen de 0,48.

INTRODUCCIÓN

Se realizó el estudio granulométrico del polvo de granulometría 0,2 mm. [1-3], con una columna de tamices disponibles en nuestro laboratorio, pesando la masa retenida en cada tamiz. Los tamices empleados fueron los correspondientes a las siguientes luces de malla: 0.063mm., 0.100mm., 0.125mm., 0.250mm., 0.500mm., 1mm., 1.25 mm. y 2mm. y buscando el proceso de optimización, se realizó a dos potencias en el equipo CISA RP.09, una tamizadora vertical con potencia regulable de 1 a 15 correspondiendo cada unidad de potencia a una amplitud de vibración de 0,1mm. Los tamices son de acero inoxidable de 50/200mm. Las muestras empleadas fueron de 200 gr. de peso y se realizaron 10 ensayos por cada potencia de vibrado: 6 y 10, para analizar la variación que se producía en cuanto a la retención en los diferentes tamices. Para la ejecución del ensayo se tuvieron en cuenta las recomendaciones de la Norma ASTM D 5603-96 [3]. Se mantuvo el tiempo en 15 minutos [3].

MÉTODOS EXPERIMENTALES

La Tabla 1 muestra la media de los valores obtenidos en gramos retenidos en cada tamiz. Los porcentajes retenidos en cada tamiz en función de la potencias están representados en la Tabla 2 y nos permiten concluir que la mayor parte de la masa tamizada se acumula en 4 tamices, aunque al eliminar los tamices que retienen menos de un 3%, la retención principal se acumula en solo tres tamices. Como era de esperar

al incrementar la potencia del tamizado se produce una redistribución hacia tamices de granulometría más fina. Suponiendo, en el caso de la potencia menor, un acumulado de la masa en estos tres tamices del 97,36% y en el de potencia mayor del 96,8%.

Tabla 1. Masa retenida en gramos en cada tamiz.

luz de malla (mm)	Media (g) P6 (a potencia 6)	Media (g) P10 (a potencia 10)
2	1	0,4
1,25	1,2	0,4
1	2,1	0,8
0,5	70,1	65,1
0,25	84,5	83,4
0,125	41	45,3
0,1	0,9	4,4
0,063	0,1	0,4

Tabla 2. Porcentaje (%) retenido en gramos en cada tamiz.

luz de malla (mm)	porc. retenido (%) P6	porc. retenido (%) P10
2	0,5	0,2
1,25	0,6	0,2
1	1,05	0,4
0,5	34,89	32,52
0,25	42,06	41,66
0,125	20,41	22,63
0,1	0,45	2,20
0,063	0,05	0,20

Se realizó un estudio para comprobar que la función de distribución granulométrica se ajustaba a alguno de los modelos encontrados en la bibliografía [4-6]. Se propusieron dos modelos: el de Rosin-Ramler y el Gates-Gaudin-Schuhmann. Los modelos de la función de distribución $F(d)$ para ambos modelos son los siguientes:

- Rosin-Ramler

$$F(d) = 1 - \exp \left[- \left(\frac{d}{l} \right)^m \right] \quad (1)$$

donde $F(d)$ es la función de distribución, d es el diámetro de la partícula, m y l son dos parámetros característicos de la distribución granulométrica a estudio.

- Gates- Gaudin-Schuhmann

$$F(d) = \left[\frac{d}{d_{\max}} \right]^m \quad (2)$$

donde $F(d)$ es la función de distribución, d es el diámetro de la partícula, d_{\max} es el diámetro máximo de la partícula en la distribución granulométrica y m es un parámetro característico de la distribución granulométrica a estudio.

Si aplicamos logaritmos dos veces a la función de distribución (1) se obtiene la expresión.

$$\text{Ln} \left[-\text{ln} (1 - F(d)) \right] = m \text{ln} d - m \text{ln} l \quad (3)$$

y representamos esta función tomando como eje de abscisas el $\ln d$, el resultado será una recta donde podremos determinar los valores tanto de m como de l .

Al aplicar logaritmos a la expresión (2) se obtiene la expresión:

$$\text{Log}F(d) = m \log d - m \log d_{\max} \quad (4)$$

y al representar esta función tomando como eje de abscisas el $\ln d$, el resultado será una recta donde podremos determinar los valores tanto de m como de l .

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La representación de la función (3) aparece en la Figura 1 (A) y su línea de tendencia en la Figura 1 (B).

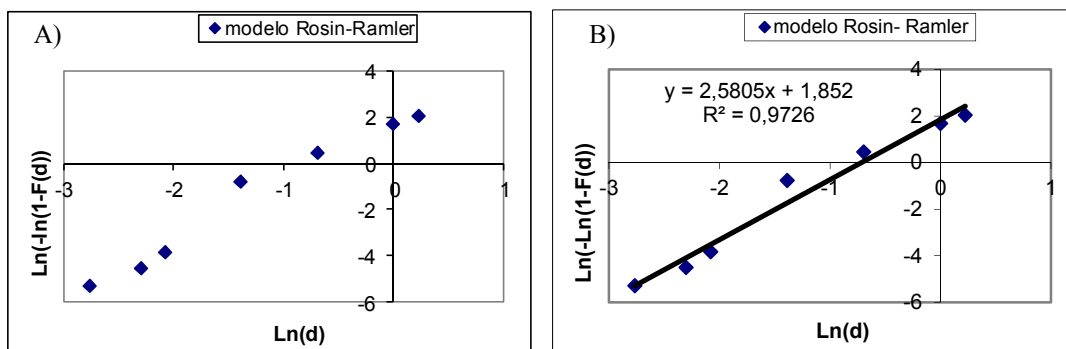


Figura 1. Modelo Rosin-Ramler. (A) Representación de la función (3), (B) Línea de tendencia.

Los valores obtenidos de m y l para el modelo Rosin-Ramler han sido $m=2,58$, $l=0,48$. La Figura 2 muestra la representación de la función de distribución según el modelo Rosin-Ramler y la función de distribución proveniente del tamizado.

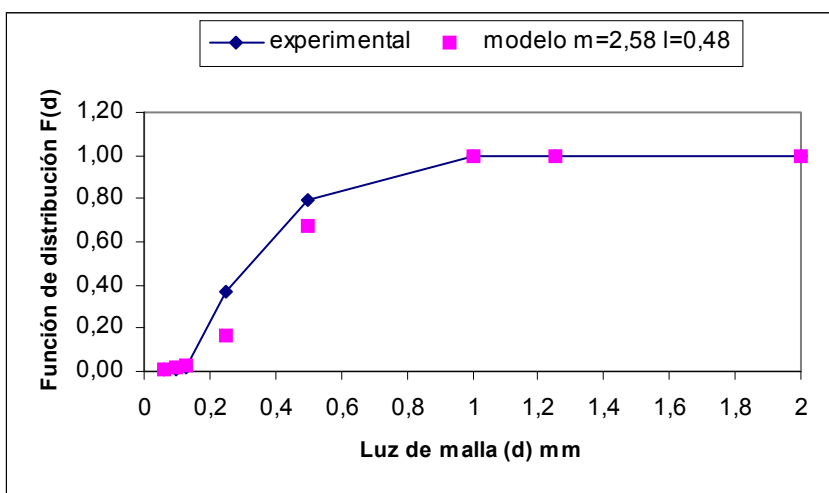


Figura 2. Función de distribución experimental y según modelo.

La representación de la función (4) correspondiente al modelo Gates-Gaudin-Schuhmann aparece en la Figura 3 (A) y (B).

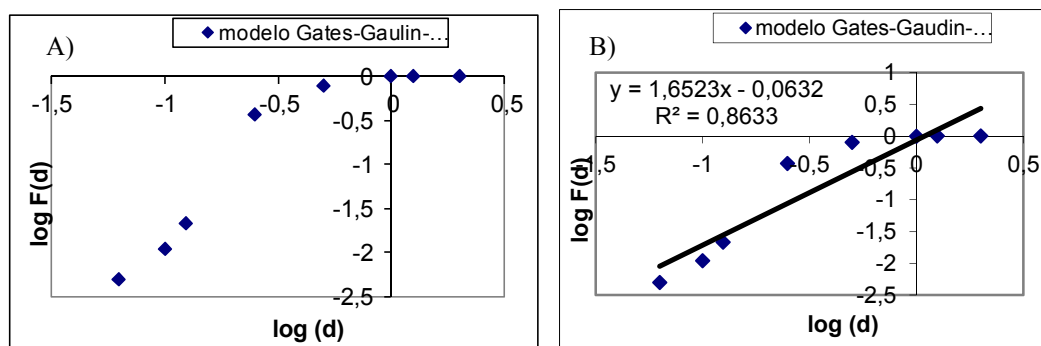


Figura 3. Modelo Gates-Gaudin-Schuhmann. (A) Representación de la función (4), (B) Línea de tendencia.

Es evidente el mayor ajuste de la distribución granulométrica al Modelo Rosin-Ramler.

CONCLUSIONES

Se ha realizado un estudio del tipo de grano 0,2 mm. que es el que mejores perspectivas de reutilización tiene. Se realiza en primer lugar un análisis de la composición granulométrica mediante el tamizado y posteriormente se comprueba su ajuste a un modelo determinado. Han sido aplicados dos modelos matemáticos ampliamente utilizados: el de Rosin-Ramler y el de Gates-Gaudin-Schuhmann. El modelo de Rosin-Ramler proporciona excelentes resultados cuando se aplica a la muestra aquí estudiada. Se estudió la función de distribución granulométrica y se comprobó que se ajustaba al modelo de Rosin-Ramler con un valor de pendiente de 2,58 y con un valor de ordenada en el origen de 0,48.

REFERENCIAS

- [1] Nadal A., Tesis doctoral. Editorial Universidad Politécnica de Valencia (2004).
- [2] Hubbard J.L., Powder Metallurgy., 7. ASM Handbook. ASM International, 212-232 (1993).
- [3] Norma ASTM D 5603-96. West Conshohocken, PA., American Society for Testing Materials (ASTM) (1996).
- [4] Ballester A., Verdeja L.F., Sancho J. Metalurgia Extractiva, Madrid: Editorial Síntesis, 72-78, (2000).
- [5] Perry R.H. Manual del Ingeniero Químico. Madrid: McGraw-Hill, 20-6,20-8 (2001).
- [6] Macías-García A., Cuerda-Correa E., Díaz-Díez M.A. Materials Characterization 52, 159-164 (2004).