

La serie de tamices de la DIN 1 045 y la determinación del módulo de finura de Abrams

PEDRO ENRIQUE GRINSZPAN (*)

SUMARIO

Se analiza comparativamente la serie americana de tamices y la considerada en la nueva norma alemana DIN 1 045 y conexas, se establecen las relaciones matemáticas que hay entre ambas series y el módulo de Abrams, determinándose el factor de corrección requerido al emplear la serie alemana. Por último se valora el grado de exactitud y validez del procedimiento analizado.

1. REFERENCIAS

El módulo de finura "m" de Abrams se obtiene a partir de la clasificación granulométrica del agregado en la serie normalizada de tamices ASTM que para tamaños sucesivos (paso de malla) responden a la relación $d_{i+1} = b \cdot d_i$ siendo la constante de valor $b = 2$ (aproximadamente) y ordenados crecientemente a partir de $d_0 = 74 \mu$ (Tz. n. 200), recoge el residuo de la composición $d_1 = 149 \mu$ (Tz. n. 100), menor tamiz cuyo retenido se computa para la determinación del módulo de finura "m", siendo sucesivamente $d_1 = 2 d_0$; $d_2 = 2 d_1$; etc., en general $d_i = 2^i d_0$.

Utilizándose la serie de tamices:

d_0 ; d_1 ; d_2 ; d_3 ; ...; d_i ; ...; $d_n = D$ tendremos sobre cada tamiz un retenido parcial:

$(r_i)_{i=1}^n$ y un retenido total igual a $R_i = (\text{Sum. } r_i)_{i=1}^n$.

Finalmente el módulo de finura de Abrams se determina a partir de estos retenidos acumulados, en la siguiente forma:

$$m = (\text{Sum. } \% R_i/100)_{i=1}^n.$$

pudiéndose además expresar cada tamaño en función del módulo de finura "m" que le corresponde, mediante: $d_m = d_0 \cdot b^m$

(*) Prof. Tit. de la E. Otto Krause y socio activo de la A.A.T.H. (Asociación Argentina de Tecnología del hormigón. Buenos Aires, R. A.).

resultando:

$$m = (\lg d_m - \lg d_0) / \lg b = (\lg d_m - 1,87) / 0,3,$$

es decir, igual a la abscisa "d" a partir de "d₀" medida en unidades equivalentes a $\lg 2 = 0,3$ sobre una escala logarítmica. Por consiguiente, en la determinación de "m" incide tanto el punto de partida "d₀" como la relación "b" entre tamices sucesivos.

2. LA SERIE DE TAMICES DIN Y SU CORRECCION

Considerando lo anterior, al reemplazarse la serie de tamices ASTM por los de la DIN (1045) cuyos tamaños siguen la progresión:

$$(125; 250; 500) \mu, (1; 2; 4; 8; 16; 31^5; \dots) \text{ mm}$$

y responden a la misma relación $b = 2$ pero son de distintos valores, este cambio nos obliga a considerar un factor de corrección "FC", cuyo valor se obtiene a partir de las ecuaciones anteriores aplicadas a cada serie de tamices y, fundamentalmente, depende del tamiz inicial.

Dado que el módulo de finura de Abrams se encuentra en relación directa con la superficie que se halla ubicada sobre la línea de cribado (área de Hummel) es evidente que depende de la posición de la vertical que pasa por el punto de abscisa correspondiente al valor del tamiz inferior adoptado (ver la figura 1). Llamando m' el módulo de finura determinado mediante la serie de tamices de la DIN 1045 y considerando el factor de corrección, tendremos la siguiente relación:

$$m = FC + m'$$

donde el factor de corrección (FC) corresponde (ver la figura 2) a la faja complementaria adicionada o sustraída según cual sea el tamiz considerado inicial. Véase que entre dos tamices sucesivos de una misma serie (ASTM o DIN) queda delimitada una faja de ancho igual a $\lg 2$, mientras que entre tamices sucesivos de ambas series intercaladas se forman fajas de anchos igual a $\lg 1,2$ ó $\lg 1,666$ cuya suma resulta igual a $\lg 2$.

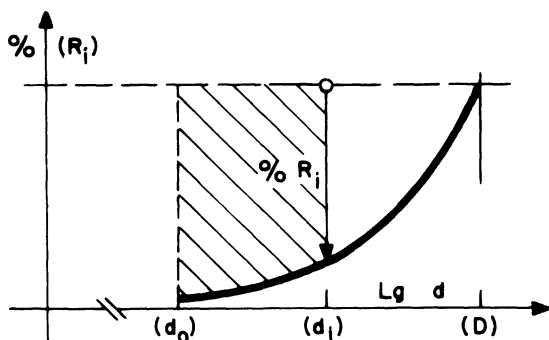


Fig. 1

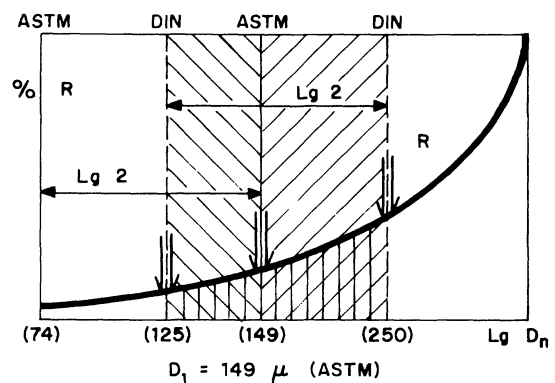


Fig. 2

3. DETERMINACION DEL FACTOR DE CORRECCION FC

Expresando el módulo "m" de Abrams según las ecuaciones anteriores, en base a ambas series, e igualando se obtiene:

$$\frac{\lg d_m - \lg (d_1/2)}{0,3} = FC + \frac{\lg d_m - \lg (d'_1/2)}{0,3}$$

resultando finalmente:

$$FC = \lg (d'_1/d_1)/0,3$$

y su valor numérico aproximado, si el tamiz inicial es 125 (< 149) μ igual a $FC(125) = -0,25$ (aproximado), en cambio para un tamiz inicial de 250 (> 149) μ es igual a $FC(250) = +0,75$ (aproximado).

4. ACOTACIONES Y ERRORES

Considerado lo anterior, debe acotarse que el factor de corrección FC , así determinado, es una aproximación numérica al resultado real, por cuanto:

- 1) Se corrige una faja vertical (v./f. 2) de altura 100 % incluyendo indebidamente el área por debajo de la línea granulométrica (rayado vertical e/fig.).
- 2) No se considera la incidencia eventual del cambio de tamaño máximo nominal debido a la sustitución de tamices.

Además:

- a) No se conoce la distribución granulométrica entre cada par de tamices sucesivos de ambas series (ASTM y DIN). (*).
- b) Siendo el factor de corrección FC una constante numérica; un error en la apreciación tiene mayor incidencia en el caso de valores bajos del módulo, es decir, para las composiciones con preponderancia de tamaños finos, en especial para las arenas solamente (**).

5. NOTAS ACLARATORIAS

(*) La distribución "interna" (entre dos tamices consecutivos) podría considerarse simplificada como lineal, a efectos de una interpolación, pero ello no es cierto, o bien ajustada a la ley que define la curva para toda la serie de tamices —esto último no está comprobado— y por cierto no facilitaría la interpolación; finalmente puede seguir una distribución arbitraria y, por consiguiente, cualquier criterio puede resultar igualmente válido pero no pasará de ser una interpretación aproximada.

(**) La mayor incidencia del FC en las composiciones finas se debe a que la faja correspondiente a dicho factor tiene mayor incidencia superficial sobre un área de Hummel reducida, como es el caso de las composiciones que excluyen al agregado grueso.

Las causas anteriores de imprecisión, exceptuando la segunda, pierden significado en el caso de composiciones granulométricas de agregado grueso solamente (elevados valores del módulo de finura).

6. CONSIDERACIONES NUMERICAS DEL POSIBLE ERROR

Consideremos a título de ejemplo una dosificación de un hormigón con 290 kg de cemento (p/m^3) y agregado redondeado que con el fino constituye una composición de módulo de finura total de $m = 5,16$, de tal modo que con 160 l de agua ($x = 0,55$) y 1.924 kg de agregado producen una mezcla cuya consistencia en el ensayo del tronco-cono de Abrams mide un asentamiento de $AS = 14$ cm.

Si tomamos el factor de corrección:

$$FC = 0,25 \text{ a } 0,75 = 0,50 \pm 0,25$$

para una variación media del mismo en un 20 % resulta dif. " m " = $0,50 \times (20 \% / 100) = 0,10$ (var. 13 % a 40 %) el módulo de finura del dosaje se estimaría entre los siguientes límites:

$$"m" \text{ (dosaje)} = 5,16 \pm 0,10 = 5,26 \text{ a } 5,06$$

efectuando los cálculos correctivos en la dosificación anterior para los valores extremos, así determinados, del módulo de finura entre 5,06 y 5,26 el asentamiento de la mezcla varía respectivamente entre $AS = 16$ cm y $AS = 12$ cm, es decir, que tendremos en definitiva una consistencia equivalente a un asentamiento $AS = 14 \pm 2$ cm, variación que puede considerarse compatible con la tolerancia de las normas y reglamentos.

BIBLIOGRAFIA

Ver trabajo del autor publicado en la Revista Materiales de Construcción núm. 176 del IETCC, págs. 5 a 47. octubre-noviembre-diciembre 1979.