

Empleo del método de moderación de neutrones al ajuste de las dosificaciones de hormigón por la humedad total de los áridos

J. Howland¹, D. Morejón², G. Simeón³, R. Gracia³,
L. Desdín², V. O'Reilly¹

S Se aplicó el método de moderación de neutrones a la determinación expresa del contenido de humedad de áridos finos y gruesos. Los valores de humedad obtenidos fueron empleados en el ajuste de la dosificación de hormigón por la humedad total de los áridos

Los resultados obtenidos indican que el empleo de este método de ajuste permite obtener valores de resistencia a la compresión mas elevados y paralelamente reduce las dispersiones en la producción de hormigones. Dicho método permitiría un ahorro considerable de cemento en comparación con el método tradicional.

Was applied the method of neutrons moderation to the fast determination of the content of humidity in fine and thick arids. The measured values of humidity were employed in the adjustment of the Dosification of concrete by the total humidity of the arid.

The obtained results indicate that the employment of this fitting method allows to get higher values of resistance to the

compression and also reduces the dispersions in the concretes production. This method would permit a considerable saving of cement in comparison with the traditional method.

Introducción

En Cuba está normalizado el ajuste de las dosificaciones de hormigón por la humedad superficial de las arenas para la preparación volumétrica. Existen dificultades con el contenido de la norma vigente de ensayos para la determinación de la humedad superficial de las arenas (NC 54-105:58), así como con la interpretación de los resultados de estos ensayos cuando las arenas muestreadas presentan capacidad de absorción de agua. La aplicación del método de ensayo normalizado es lenta y su fiabilidad depende de múltiples factores y especialmente de la destreza y experiencia del laboratorista (1), además sólo es aplicable a la arena y no al árido grueso debido a que dicho método se basa en el empleo de un frasco de vidrio aforado.

¹ Dirección Ciencia y Técnica MICONS.

² Centro de Estudios Aplicados al Desarrollo Nuclear (CEADEN).

³ Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echevarría"

Por otra parte el CEADEN ha desarrollado el equipo LAN-1 basado en la moderación de neutrones para la medición de humedad en minerales y materiales de la construcción (2). Dicho equipo permite realizar un análisis de humedad de forma expresa y exacta, integrando un volumen grande de muestra (3).

El método de moderación de neutrones está basado en la medición del flujo de neutrones térmicos que aparece en la muestra investigada al colocarla en la vecindad de una fuente de neutrones rápidos. El flujo de neutrones térmicos está determinado fundamentalmente por el contenido de agua de dicha muestra.

El presente trabajo está dirigido a investigar el empleo del método de moderación de neutrones al ajuste de las dosificaciones de hormigón por la humedad total de los áridos.

Materiales y métodos

El esquema de la instalación LAN-1 se muestra en la Figura 1. Se empleó una fuente de neutrones de Am-Be con una salida de alrededor de 10^6 n/s.

El sistema de medición estaba constituido por: detector de BF_3 , preamplificador y radiómetro RM4. Se fijó la discriminación en un nivel que garantizó eliminar los pulsos debido a la radiación y a los ruidos electrónicos.

El portamuestras empleado (12 cm de alto y 10 cm de diámetro) era de latón fino y se encontraba forrado con una lámina de Cd de 1mm de espesor para reducir el fondo, excepto en la parte inferior.

Las correlaciones entre la velocidad de conteo y el contenido de humedad fueron estudiadas tomando como áridos de referencia a la arena procedente de la cantera "Victoria II" (caliza blanda) y la gravilla con fracción comercial 19,1-9,52 mm, procedente de la cantera "Dragón Camoa" (caliza dura).

Las curvas de calibración fueron obtenidas en el rango 1-10% añadiendo cantidades bien conocidas de agua a los áridos estudiados, los cuales previamente fueron secados a 100°C y llevados a peso constante. El tiempo de medición empleado fue de 5 min. Las muestras eran de alrededor de 700 g.

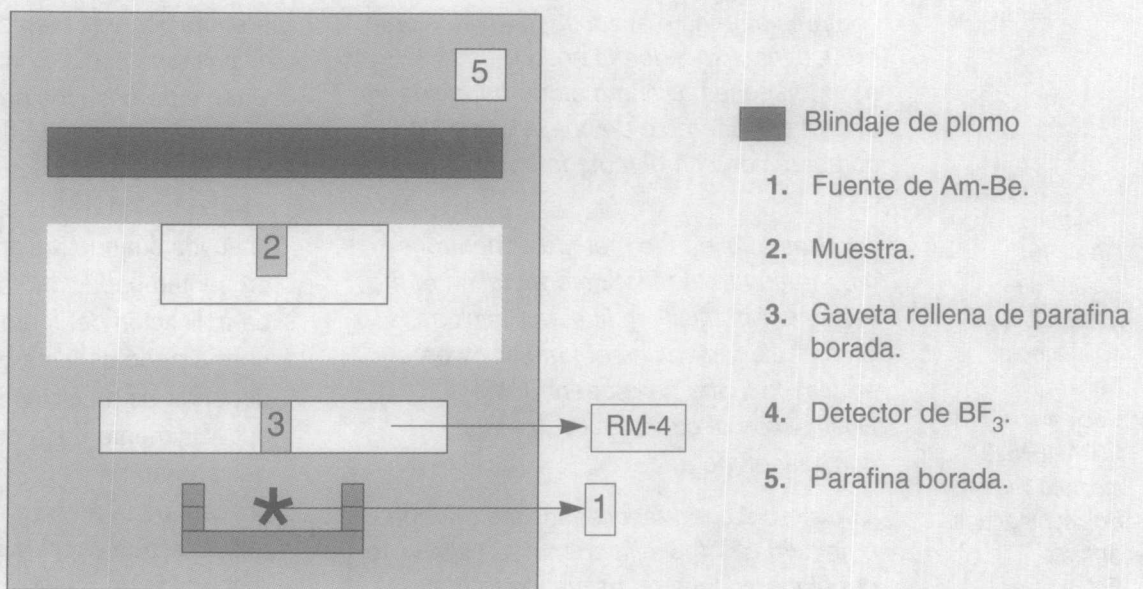


Figura 1. Esquema del equipo de moderación de neutrones LAN-1.

Resultados y discusión

La dependencia entre el contenido de humedad %W y la velocidad de conteo I(c.p.s.) para el árido fino y el árido grueso se muestran en las Figuras 2 y 3 respectivamente. Las dependencias lineales encontradas pueden ser descritas como:

$$\%W_{A.Fino.} = 2,6324 \cdot 10^{-4} \cdot I - 80,1754$$

$$\%W_{A.grueso.} = 7,8936 \cdot 10^{-5} \cdot I - 22,3127$$

Los coeficientes de correlación fueron de 0,982 para el árido fino y 0,989 para el grueso. Los límites de determinación resultaron de 2,9% y 0,9% respectivamente. La exactitud del método es de $\pm 1\%$ en el rango de 1-10% de humedad.

Las investigaciones realizadas en el Centro de Desarrollo de la Calidad (CEDECA) del MICONS empleando el equipo LAN-1 para el ajuste de las

dosificaciones de hormigón por la humedad total de los áridos, condujeron a los resultados que a continuación se exponen.

La dosificación ajustada, para un contenido de los áridos calculado en función de su masa específica corriente, con la corrección de la humedad total de los áridos, permite obtener valores de la resistencia a compresión más elevados a 7 y 28 días y paralelamente reduce las dispersiones en la producción de los hormigones. La causa de esto radica esencialmente en la reducción notable que se obtiene en la dispersión de los valores de las relaciones Agua/Cemento para obtener un asentamiento constante, tal como puede observarse en el Cuadro 1.

Aplicando el concepto de rendimiento del cemento, definido como el cociente de la resistencia a la compresión obtenida a los 28 días entre la dosis de cemento utilizada, podemos apreciar que el rendimiento obtenido para la Dosificación de Referencia fue de 0,506, en tanto que la dosificación ajustada fue de 0,633, de manera que para obtener la misma resistencia a compresión a 28 días que se obtuvo para la dosificación de referencia (214,93 kg/cm), empleando la dosificación ajustada a partir del rendimiento de 0,633, sólo hubieran sido necesarios 325 kg de cemento por metro cúbico, o sea 100 kg de cemento menos. De manera que el método asumido para el cálculo de los pesos de los áridos y el ajuste de las dosificaciones por la humedad total de los mismos, permite ahorrar unos 100 kg por metro cúbico de hormigón producido.

Considerando los costos de producción de 1 T de cemento en Cuba sin incluir los gastos de manipulación, transporte a distancia y almacenaje, la inversión requerida para producir el equipo LAN-1 quedaría cubierta con sólo pocos días de trabajo de una instalación productora de hormigón con un rendimiento de trabajo medio. Sin embargo resulta sensato

Figura 2.
Dependencia entre el contenido de humedad %H y la velocidad de conteo I(c.p.s) para el árido fino.

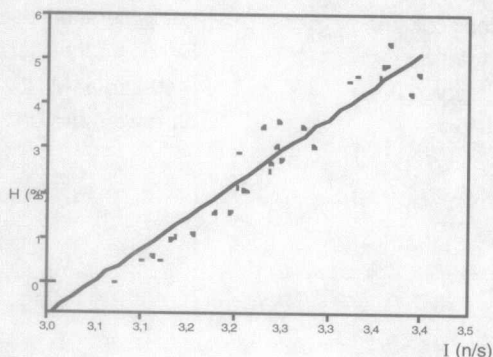
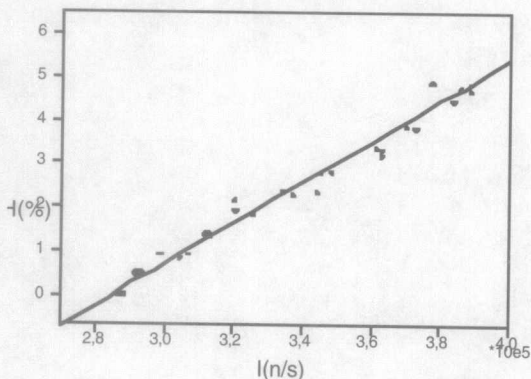


Figura 3.
Dependencia entre el contenido de humedad %H y la velocidad de conteo I(c.p.s) para el árido grueso.



Cuadro 1 Relaciones agua/cemento para obtener un asentamiento constante.

Dosificación N/O	Cemento (kg)	Arena (kg)	Gravilla (kg)	Agua (kg)	Asentamiento (cm)	Relación A/C Real
1	425	680	989	225	8,5	0,529
2	425	680	989	225	8,5	0,529
3	425	680	989	225	8,5	0,529
4	425	680	989	225	8,5	0,529
5	425	680	989	225	8,5	0,529
6	425	680	989	210	8,75	0,494

considerar que el margen de ahorro a escala industrial debe ser menor que a escala de laboratorio. Por esta razón se están efectuando las pruebas industriales de dicho equipo en una planta productora de hormigón, cuyos resultados se divulgar[an en un próximo artículo.

Bibliografía

[1] G.Simeón, R.Gracia. Trabajo de Tesis "Influencia del ajuste de las dosificaciones de hormigón por la humedad total de los áridos". Instituto Superior Politécnico José Antonio Echevarría. Junio 1994.

[2] L.Desdín, R.Pérez. Determinación del contenido de humedad en minerales lateríticos. Ponencia presentada al *International Symposium on Nuclear Techniques in the Exploration and Exploitation of Energy and Mineral Resources*. IAEA. STIP/PUB 493, Vienna 1991.

[3] L.Desdín, R.Pérez. Empleo del equipo LAN-1 para la determinación de la humedad del mineral laterítico. *Memorias del II Simposio Internacional de Minería y Metalurgia*. MINIMETAL-91, tomo II, 20-22 de noviembre de 1991.