

DE ACUERDO A NMX-C-155-ONNCCE-2014

Correlación de la resistencia a la compresión en cubos y cilindros

Ing. Juan Baltazar García

"EVALUACIÓN Y VALIDACIÓN DEL USO DE CUBOS PARA OBTENER LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DEL CONCRETO VS ESPECÍMENES CILÍNDRICOS DE 15 cm x 30 cm".

La resistencia a la compresión es un factor muy importante para validar la calidad del concreto y normalmente se utilizan probetas cilíndricas para conocer este parámetro (Fig. 1). El uso de los cubos (Fig. 2) en México significa un avance de la tecnología del concreto, lo cual nos traería ahorros económicos y eficacia en los resultados.

La norma **NMX-C-155-ONNCCE-2014**, recientemente canceló la norma **APROY-NMX-C-155-ONNCCE-2004**; en ella se indican factores de correlación entre resistencias a compresión de cilindros de 15 cm x 30 cm y especímenes cúbicos de diferentes dimensiones. En este escrito se proporcionan los elementos más importantes asociados al proceso de validación de los factores de correlación entre resistencias a compresión de cilindros y de especímenes cúbicos de diferentes dimensiones; asimismo, se hace referencia a los beneficios que se tienen con el uso de cubos, en la determinación de la resistencia a la compresión del concreto a muestrear.

Dentro de los beneficios del uso de especímenes cúbicos en lugar de especímenes cilíndricos podemos mencionar el empleo de una menor cantidad de concreto en la elaboración de las muestras, la maniobra con especímenes de menor tamaño y peso y finalmente, se evita el proceso de cabeceo. El proceso en general implica un ahorro sustancial de tiempo.

Sin embargo, también existen desventajas; entre las más significativas se encuentran, la necesidad de tener máquinas de ensaye con mayor capacidad, debido a los mayores niveles de resistencia a la compresión que se suelen obtener, al tenerse una mayor área de contacto en el espécimen. Por otra parte en los cubos solamente se permite

Figura 1

Figura 2

Figura 3

Moldes cilíndricos para la confección de muestras de concreto.



Moldes cúbicos para la confección de muestras de concreto.



Representación esquemática del estudio propuesto por CT-AMIC.

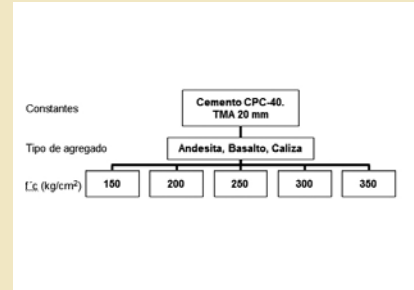


Figura 4

Proceso de elaboración de las muestras cúbicas.



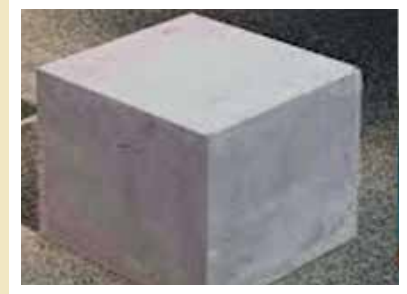
Figura 5

Muestra cilíndrica terminada (ya cabeceada con mortero de azufre), previo al inicio del ensaye en laboratorio.



Figura 6

Muestra cúbica terminada, previo al inicio del ensaye. Se aprecia que en este caso no se requiere "cabeceo".



el uso de moldes rígidos; a diferencia de en los cilíndricos, en donde se podía considerar el uso de moldes de plástico (desechables).

El Comité Técnico de AMIC (CT-AMIC), integrado por personal técnico de empresas concretas y productoras de aditivos, propuso evaluar un protocolo de pruebas de concreto para verificar que los factores de correlación, entre las resistencias a compresión obtenida de cilindros de 15 cm x 30 cm, respecto a la de especímenes cúbicos de diferentes dimensiones, que se indican en la norma **NMX-C-155-ONNCCE-2014**, son satisfactorios para su uso en la evaluación de la resistencia a la compresión del concreto.

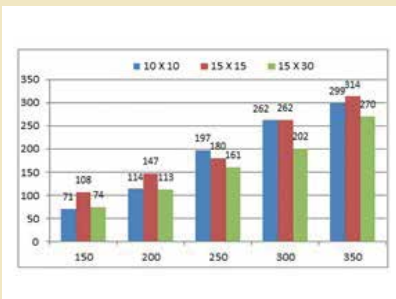
El protocolo de pruebas consistió en evaluar cinco niveles de resistencias a la compresión (entre 150 y 350 kg/cm²), con diferentes tipos de agregados (andesita, basalto y caliza), todos con un tamaño máximo nominal de 20 mm (3/4 de pulgada). A continuación (Fig. 3), se muestra la representación esquemática del estudio.

Para el cumplimiento del protocolo de estudio propuesto, se elaboraron cilindros testigos de 15 cm de diámetro por 30 cm de altura. Adicionalmente, se elaboraron cubos de 10 cm y de 15 cm de lado. El revenimiento del concreto empleado, se fijó en 16 cm.

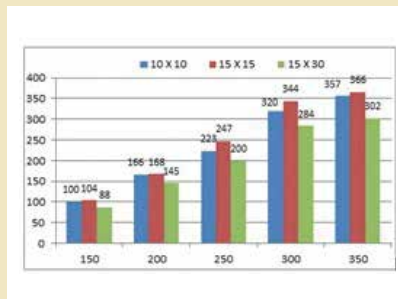
En general, con 80 litros por mezcla, se elaboraron seis especímenes por tipo de sección, los cuales se programaron para su ensaye a 3, 28 y 56 días (dos ensayos por edad). En las fotografías que se presentan en las figuras 4 a 6 se muestra el proceso de elaboración de los diferentes especímenes de concreto endurecido para el desarrollo de las diferentes pruebas, así como algunos de estos especímenes ya elaborados.

Figura 7: Gráficas con los resultados obtenidos, para la edad de 3 días.

Grava: Andesita



Grava: Basalto



Grava: Caliza

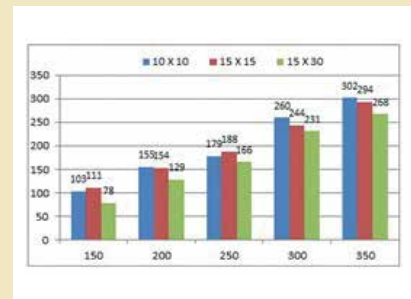
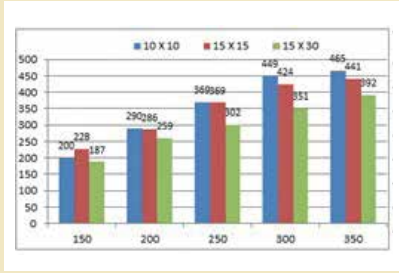


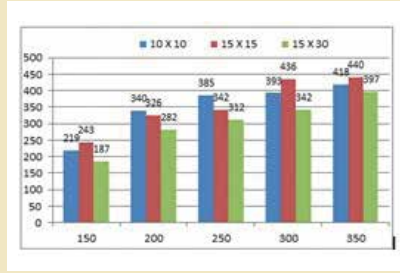


Figura 8: Gráficas con los resultados obtenidos, para la edad de 28 días.

Grava: Andesita



Grava: Basalto



Grava: Caliza

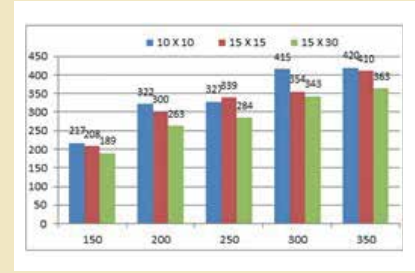
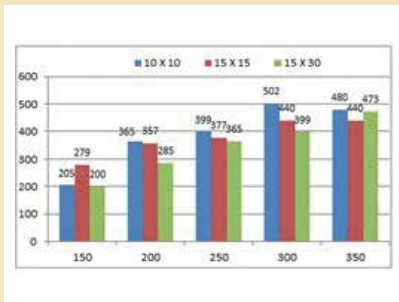
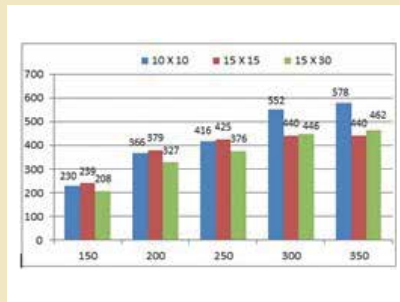


Figura 9: Gráficas con los resultados obtenidos, para la edad de 56 días.

Grava: Andesita



Grava: Basalto



Grava: Caliza

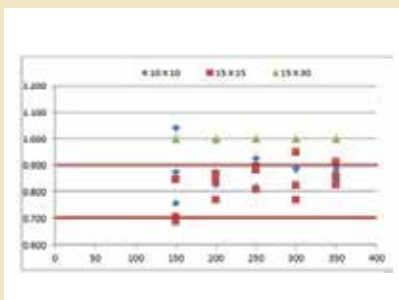


En las figuras 7 a 9, se muestran las gráficas de los resultados obtenidos de los concretos evaluados a las diferentes edades de ensaye. Los resultados obtenidos se analizaron de acuerdo a los niveles de resistencia; así como de acuerdo al tipo de espécimen y al tipo de agregado.

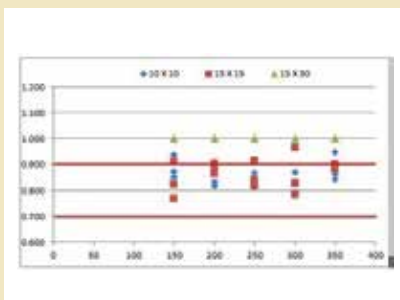


Figura 10: Gráficas de dispersión en relación al espécimen cilíndrico (incluye los tres tipos de agregados).

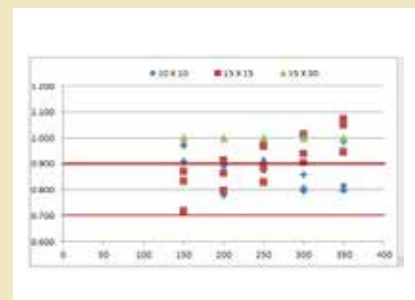
3 días



28 días



56 días



Nota: Los factores de correlación que se indican en la norma NMX-C-155-ONNCE-2014 son 0.7 y 0.9, teniendo como promedio 0.8 para ambos tamaño de cubos (10 y 15 cm).



Tabla 1

Magnitudes de la variación normal y del valor medio aceptable, para los diferentes tipos de especímenes, considerados por NMX-C-155-ONNCCE-2014.

Tipo de espécimen	Dimensiones (cm)	Variación normal	Valor medio aceptable
Cilindro	15 x 30	-	1.00
	10 x 20	0.94 – 1.00	0.97
	25 x 50	1.00 – 1.10	1.05
Cubo	10	0.70 – 0.90	0.80
	15	0.70 – 0.90	0.80
	20	0.75 – 0.90	0.83
	30	0.80 – 1.00	0.90

Tabla 2



Variación obtenida para la edad de 3 días.

Tipo de espécimen	Dimensiones (cm)	Grava andesita (3/4")	Grava basalto (3/4")	Grava caliza (3/4")
Cilindro	15 x 30	1.00	1.00	1.00
	10 x 20	-	-	-
	25 x 50	-	-	-
	10	0.77 - 1.00	0.84 - 0.89	0.75 - 0.92
Cubo	15	0.68 - 0.89	0.80 - 0.86	0.70 - 0.94
	20	-	-	-
	30	-	-	-

En la Figura 10 se muestra la dispersión de los resultados obtenidos para las diferentes edades. Los factores de correlación que se indican en la norma NMX-C-155-ONNCCE-2014 son 0.7 y 0.9, teniendo como promedio 0.8 para ambos tamaño de cubos (10 y 15 cm).

La Tabla 1 presenta las magnitudes de la variación normal y del valor medio aceptable para los diferentes tipos de especímenes, considerados por **NMX-C-155-ONNCCE-2014**. Adicionalmente, en las Tablas 2 a 4, se presentan los valores resultantes de la validación desarrollada para 3, 28 y 56 días, con el entendido de que se han considerado los tres tipos de agregados (andesita, basalto y caliza) y los 5 niveles de resistencia a la compresión (entre 150 y 350 kg/cm²).

Los resultados obtenidos de los concretos evaluados, son en general satisfactorios y los factores de correlación están dentro de lo indicado en la norma **NMX-C-155-ONNCCE-2014**, aunque en los cubos de 15 cm x 15 cm, para los niveles de resistencias altas, entre 300 y 350 kg/cm², se obtuvieron factores de correlación mayores a 0.9. De acuerdo a lo anterior, para aumentar la disponibilidad de datos y para que se cuente con información más precisa, se recomienda la realización de otros estudios complementarios, en donde se evalúen otras variables; en este caso sería interesante conocer la influencia sobre la resistencia a la compresión, del tamaño máximo nominal del agregado grueso (posibilidad de que se varíe entre 10 mm y 13 mm), también considerando la clasificación geológica de éste (andesita, basalto y caliza). **C**

REFERENCIAS:

ONNCCE (2014).
"NMX-C-155-ONNCCE-2014: INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN – CONCRETO HIDRÁULICO – DOSIFICACIÓN EN MASA – ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE ENSAYO". ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y EDIFICACIÓN, S.C.



Tabla 3

Variación obtenida para la edad de 28 días.

Tipo de espécimen	Dimensiones (cm)	Grava andesita (3/4")	Grava basalto (3/4")	Grava caliza (3/4")
Cilindro	15 x 30	1.00	1.00	1.00
	10 x 20	-	-	-
	25 x 50	-	-	-
Cubo	10	0.78 - 0.93	0.81 - 0.95	0.81 - 0.87
	15	0.81 - 0.90	0.76 - 0.90	0.83 - 0.96
	20	-	-	-
	30	-	-	-

Tabla 4



Variación obtenida para la edad de 56 días.

Tipo de espécimen	Dimensiones (cm)	Grava andesita (3/4")	Grava basalto (3/4")	Grava caliza (3/4")
Cilindro	15 x 30	1.00	1.00	1.00
	10 x 20	-	-	-
	25 x 50	-	-	-
	10	0.78 - 0.98	0.79 - 0.90	0.81 - 0.90
Cubo	15	0.71 - 1.00	0.86 - 1.00	0.83 - 0.94
	20	-	-	-
	30	-	-	-