

ENSAYO A LA COMPRESIÓN: Medida del desempeño real del **concreto**

I. y E. Vidaud

(Segunda parte)

En esta segunda parte se tratará la toma de muestras y el almacenamiento de los especímenes, así como las condiciones del ensayo.

Por lo general, las probetas para ensayos a compresión pueden fabricarse y almacenarse en condiciones diferentes; por lo que un mismo concreto puede arrojar valores distintos de resistencia, según difieran estas condiciones. Las probetas pueden ser fabricadas en laboratorio o en obra (Fig. 1) y el procedimiento y los cuidados que se tengan en su fabricación, curado y almacenamiento, tienen una influencia apreciable en la resistencia a compresión del concreto.

Para la toma de muestras deben seguirse los procedimientos establecidos por las normas para este fin. En todos los casos, las muestras deben ser tomadas con las precauciones necesarias, para conseguir que sean realmente representativas del concreto a estudiar. El volumen de la muestra depende de los ensayos que se necesiten realizar o de las probetas que deban fabricarse. Por lo gene-



Fig. 1

Detalle de fabricación de probeta cilíndrica de concreto en obra.

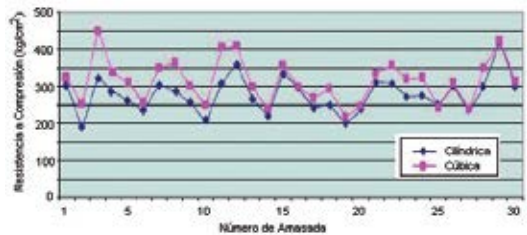
Fuente: www.concreteconstruction.net/testing/managing-concrete-test-data.aspx

ral se recomienda que la cantidad a tomar supere a la estrictamente necesaria.

Las muestras siempre serán adecuadamente conservadas. Deben ser protegidas del sol, del viento y de la lluvia. Además, se debe garantizar que sean transportadas hasta el punto de uso dentro del recipiente de toma, así como protegidas en todos los casos para evitar su desecación.

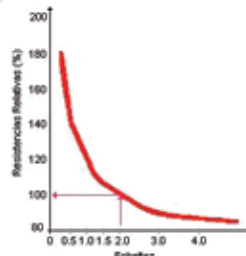
Los especímenes destinados al control de calidad de la resistencia a la compresión, para su almacenamiento, deberán quedar en los moldes al menos por 24 horas y a

una temperatura comprendida entre los 16 y 27°C hasta el momento de ser transportados. El transporte debe ser cuidadoso y preferentemente antes de las primeras 48 horas. Estas probetas serán conservadas hasta el ensayo de rotura en una cámara con humedad relativa igual o superior a 95%, así como una temperatura de 23 °C ± 2 °C. La cámara puede ser sustituida por inmersión con agua de PH ≥ 5 y a la misma temperatura indicada. Asimismo, si el fin de las probetas es determinar la resistencia real del concreto u otra cualidad de este, entonces deberán ser conservadas

Fig. 2

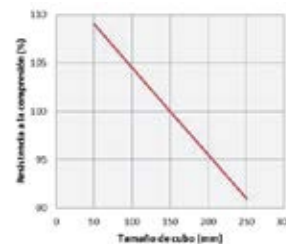
Comparativa de resultados de resistencia a la compresión a 28 días, entre probetas cúbicas y cilíndricas.

Fuente: Aguilar M., et. al., 2007.

Fig. 4

Efecto de la esbeltez de las probetas sobre las resistencias del concreto.

Fuente: Aguilar M., et. al., 2007.

Fig. 5

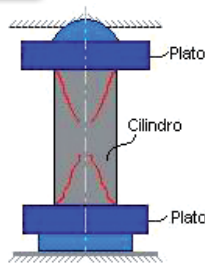
Influencia del tamaño del cubo en la resistencia a compresión del concreto.

Fuente: Aguilar M., et. al., 2007.

en condiciones muy similares a las de la estructura en estudio.

Condiciones del ensayo

Muy variados son los aspectos que, inherentes a las condiciones del ensayo, tienen influencia en la resistencia del concreto. Pueden referirse por ejemplo: el efecto probeta-plato; la dureza de los platos; la forma, tamaño y esbeltez de la probeta; la velocidad de aplicación y la dirección de la carga; el diseño de la máquina; la falta de paralelismo entre las caras

Fig. 3

Conos de rotura (segmentos de líneas de color rojo) por el efecto de la fricción probeta- "plato".

Fuente: Aguilar M., et. al., 2007.

de la probeta; el descentrado de la probeta; un deficiente acabado de las superficies sobre las que se ejerce la carga; el contenido de humedad de las muestras; la temperatura del ensayo o los materiales de los moldes, entre otros. A continuación se referirán algunos de las más importantes.

En el mundo se utilizan las probetas cilíndricas y cúbicas para medir la resistencia a compresión. Esta relación ha sido con frecuencia estudiada por especialistas de todo el orbe, llegando a establecer que un mismo concreto ofrece distintos valores de resistencia a compresión, dependiendo del tipo de probeta que se utilice en el ensayo.

Coincide la literatura especializada que la resistencia de los cubos es aproximadamente del 20–25 % mayor que la resistencia de las probetas cilíndricas. Esta relación no es fácil de establecer categóricamente pues depende de diferentes variables como pueden ser: la resistencia del concreto, el tamaño de las probetas, el contenido de humedad en las muestras, entre otras.

En el gráfico de la Fig. 2 se presenta un resultado parcial de una investigación llevada a cabo en España a concretos con varios nive-

les de resistencia a la compresión. Para ejemplificar lo anterior se ha seleccionado el caso del concreto de resistencia de 20 MPa ensayado a los 28 días, a fin de contrastar los resultados de las resistencias a la compresión entre probetas cúbicas de 15 cm de arista y cilíndricas de 15 x 30 cm.

Entre los especialistas se valoran en el tema las ventajas e inconvenientes de los tipos de probetas normalizadas. Entre las limitaciones de la probeta cilíndrica pueden mencionarse: la necesidad del cabeceo o refrentado; su mayor volumen y por tanto mayor peso; las dificultades en el almacenamiento por su forma y esbeltez, y el requerimiento de procesos de moldeo y de vibrado más complejos. Por estas y otras razones, se debe dirigir la atención hacia la probeta cúbica, considerada por muchos como la mejor opción, a pesar de que también presenta algunas limitaciones. Entre los inconvenientes de esta probeta pueden mencionarse que no es posible extraer muestras en obras ya ejecutadas, así como también en la dirección perpendicular al moldeo.

Es conveniente colocar materiales que reduzcan la fricción entre los "platos" y la superficie del espécimen de concreto a ensayar. Esta fricción es la que posibilita que los "platos" impidan las deformaciones laterales en los extremos de las probetas, en la misma medida que en su parte central. Hecho que propicia la presencia de esfuerzos de cortante indeseados en el concreto, que se superponen a los esfuerzos de compresión.

La literatura especializada refiere que la deformación en las zonas cercanas a los platos, es de aproximadamente el 40% de la que se produce hacia la zona central de la probeta, lo que induce a que la resistencia en el centro sea ligeramente más baja que en los extremos. A este fenómeno se le denomina Efecto conocido como zuncho, y se manifiesta por los conos que aparecen durante la rotura (Fig. 3).

Es conveniente conocer la influencia de la relación altura/diámetro, ya que puede resultar significativa en el estudio de la resistencia a la compresión a probetas de concreto, para realizar las correcciones correspondientes. Puede advertirse este comportamiento en la Fig. 4. En esta figura puede advertirse la

razón por la que muchos códigos limitan la esbeltez de las probetas a 2. Valores que difieran de éste pueden ser peligrosos pues traerían consigo alteraciones de los valores de resistencia a compresión. Es notable la sensible variación de la resistencia para esbelteces menores a 2, así como variaciones inferiores cuando los valores superan esta magnitud. Algunas investigaciones experimentales confirman cómo para una esbeltez superior a 2, la resistencia decae, incluso en las que son para valores superiores a 6, se llega a reducir hasta un 15%. Mientras tanto, para valores inferiores a 2, la resistencia aumenta significativamente, casi hasta un 40%

En otro orden, para un mismo concreto, hay estudios que demuestran que el tamaño de las probetas también tiene influencia directa en la resistencia a la compresión; el efecto de referencia puede apreciarse en las gráficas de las Figuras 5 y 6; las que evidencian la influencia del tamaño del cubo y del diámetro del cilindro, respectivamente, sobre la magnitud de la resistencia a la compresión.

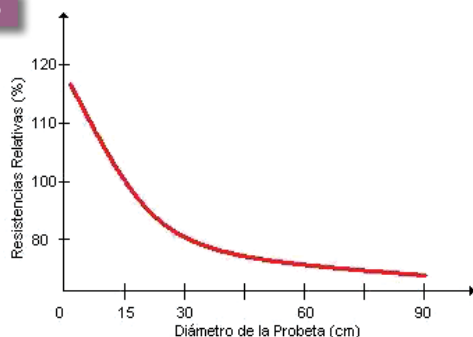
De la Fig. 6 se advierte que por encima de un determinado diámetro (45cm) las resistencias no

disminuyen de forma acentuada y prácticamente se mantienen constantes. Un elemento importante que apuntan los especialistas es que en los concretos de bajas resistencias se hace menos pronunciada la disminución de resistencias, con el aumento del tamaño de las probetas.

Cuando las superficies de los extremos de las probetas no están lo suficientemente planas y paralelas, pueden presentarse resistencias a compresión menores, respecto a aquellas con superficies que sí lo están. Con el fin de lograr este acabado superficial y posibilitar que las caras de las probetas estén en contacto con los platos de la prensa, se les realiza a las probetas cilíndricas el comúnmente denominado cabeceo o refrentado.

La mezcla o mortero para el cabeceo de probetas cilíndricas (Fig.7) generalmente se compone de azufre; aunque también se pueden emplear otros materiales granulares. Además del cabeceo con mortero de azufre, existen en la actualidad varios métodos, entre los que destacan: el pulido, el uso de pasta o mortero de cemento, y de pastas de yeso de

Fig. 6



Influencia del diámetro de las probetas en la resistencia relativa.

Fuente: Aguilar M., et al., 2007.

Fig. 7



Especímenes de concreto endurecido cabeceados con mortero de azufre antes del inicio del ensaye para la estimación de la resistencia a la compresión.

Fuente: ATE IMCYC.

Hablando de los costos del concreto...

¡Otra vez! La producción está defectuosa y los costos están elevadísimos.

Con ToolBox Sika bajamos costos, la producción sale perfecta y somos más competitivos.



SikaPlast[®] ToolBox

Innovación tecnológica para productores Mexicanos de concreto del segmento MRWR*.

Reduce costos y mejora la calidad. Permite importantes reducciones adicionales de agua y cemento en mezclas optimizadas: **Agua de 5 a 10%** y **Cemento de 10 a 20 Kg.**

No afecta resistencia a la compresión ni a otros parámetros.

01 800 123 74 52

www.sika.com.mx

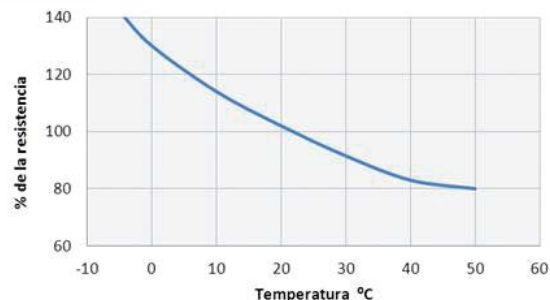
 Sika Mexicana

 @Sika_Mexicana

CONSTRUYENDO CONFIANZA



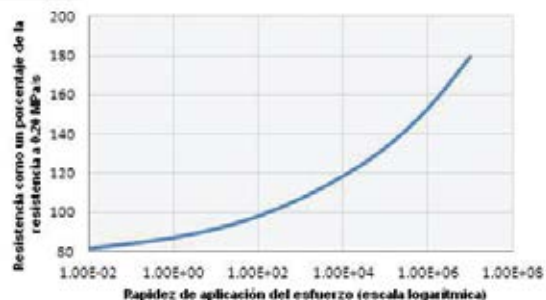
Fig. 8



Influencia de la temperatura de ensayo en la resistencia a la compresión.

Fuente: Adaptado de Acevedo C., et. al., 1985.

Fig. 9



Influencia de la velocidad de aplicación de la carga en la resistencia a la compresión.

Fuente: Adaptado de Neville A., 1999.

alta resistencia; así como capas de neopreno. Otros métodos que pueden encontrarse en la literatura especializada son el de la "caja de arena" y el método Danés.

Las probetas cúbicas no se suelen cabecear, ya que éstas se ensayan en la dirección perpendicular a la de moldeo; debido a que las caras en contacto con el molde quedan perfectamente planas y paralelas, listas para el desarrollo del ensayo.

El contenido de humedad en las probetas tiene una influencia considerable en la resistencia a compresión. El ensayo de rotura de los especímenes en el laboratorio no se realizará con éstos recién extraídos de la cámara de curado y, por consiguiente, mojados; sino que deben ser secados y dejados en ambiente de laboratorio antes de ser cabeceados y ensayados.

Afirma la literatura especializada que si las probetas se destinan al control de calidad deben ser ensayadas en estado húmedo; las probetas secas arrojan resultados de resistencias inferiores a los que se obtienen con probetas húmedas. Esta situación podría ser una consecuencia de la contracción por secado en la superficie, que induce a una compresión biaxial en el nú-

cleo del espécimen, aumentando así la resistencia en la dimensión asociada a la dirección de la carga aplicada. La Fig. 8 exhibe cómo la resistencia a compresión del concreto es afectada por la temperatura del ambiente en que se realiza el ensayo; al aumentar la temperatura, suele disminuir la resistencia.

La velocidad de aplicación de la carga, la dirección de la misma, y el tiempo que esta dura, igualmente tienen influencia en los valores de resistencia que se obtienen del ensayo. En términos generales, al aumentar la velocidad de aplicación de la carga, aumenta también la resistencia obtenida (Fig. 9); de ahí que esta velocidad deba estar normalizada. Asimismo, la dirección de aplicación de la carga durante el ensayo debe coincidir con la de las aristas de la probeta. Si ocurren desviaciones respecto a esta dirección; pueden verse disminuidos considerablemente los valores de resistencia a compresión del concreto.

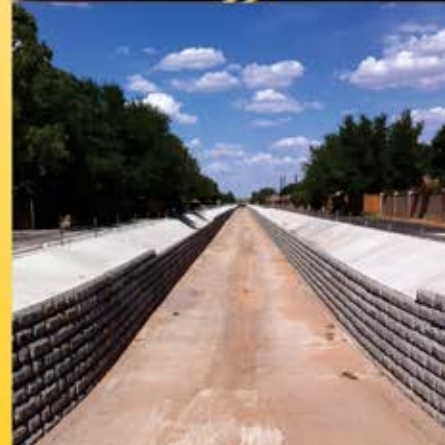
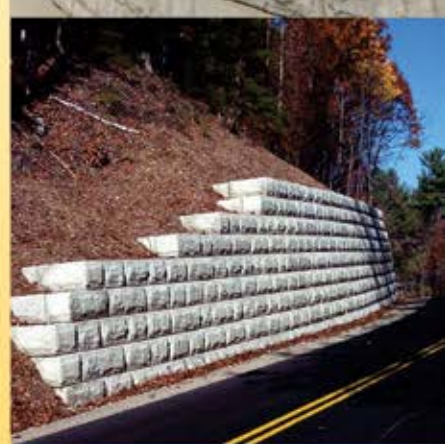
También el tiempo que dura la aplicación de la carga es fundamental; pues se ha demostrado que bajo cargas de aplicación rápidas se obtienen valores elevados de esfuerzos de rotura; mientras

que con cargas mantenidas, o muy lentas, los valores obtenidos son menores. Esto se debe al fenómeno denominado "Cansancio del concreto" y aparece en piezas totalmente comprimidas, siendo despreciable en flexión simple.

En resumen, el ensayo de resistencia a la compresión ha sido y continuará siendo una fuerte herramienta para evaluar la calidad del concreto. En la medida en que se conozcan los factores que la afectan, los especialistas estarán mejor preparados para enfrentarlo y para tomar la mejor decisión frente a los resultados que este arroja. **C**

Referencia

- Acevedo, J.; Martínez, E.; Díaz, E.; Amat E., "Materiales de construcción", en ISPJAE, Ministerio de Educación Superior, Cuba. 1985.
- Aguilar, M.; Hernández, J.; Soberano, L., "El control del concreto mediante probeta cúbica frente a probeta cilíndrica. Ventajas e inconvenientes. Correlaciones", en *Anales de Construcciones y Materiales Avanzados*, vol. 6, curso 2006-2007.
- Gruas, J. M.; Pons, A., "Análisis crítico de la conservación de probetas en obra y otros factores que influyen en la resistencia", en *Anales de Construcciones y Materiales Avanzados*, vol 6, Curso 2006-2007.
- Jiménez Montoya, P.; García Meseguer, A.; Morán Cabré, F., *Concreto Armado*, 14a Edición, 2000.
- Neville, A., *Tecnología del concreto*, Edición del Instituto Mexicano del Cemento y del Concreto, 1999.
- Wei Rong, H., Ho, D., "Strength of concrete cubes and cylinders". http://staff.science.nus.edu.sg/~scilooe/srp2002/sci_paper/CE/research%20paper/Ho%20Wei%20Rong.pdf



▶ **Muros de Contención**

▶ **“Satisfacción” está escrito en piedra**

▶ **La única cosa más fuerte que nuestras paredes es nuestra reputación**

▶ **Disponibilidad a nivel nacional**

▶ **Sistema de bloques de fácil y rápida instalación**

▶ **Ingeniería aplicada en favor de un producto versátil, resistente y de alta calidad**

www.temco.mx

ventas@temco.mx

DERECHOS RESERVADOS, ©, SOLUCIÓN Y MUROS EN CONCRETO, S. DE R. L. DE C. V.