

En muchos casos, no se cumple con los métodos estandar en algunos aspectos importantes, tales como la obtención de las muestras, los procedimientos y equipo de moldeado, la protección de los especímenes durante -- las primeras 24 hrs., el cumplimiento con la limitación de un día de almacenamiento en la obra, el curado inadecuado después del primer día, el material ó procedimiento de cabeceado deficiente, ó impresión de la máquina de ensaye. Tales violaciones casi siempre provocan una reducción -- en la resistencia.

Las impresiones pueden conducir a retrasos costosos ó a una investigación complementaria. El laboratorio de ensaye debe ser responsable -- de la deficiencia en los procedimientos y servicios que se le solicitan.

Los laboratorios no deben emplearse a menos que cumplan con los requisitos de la Práctica recomendada ASTM E 329 y a menos que hayan sido -- inspeccionados durante los últimos tres años por una autoridad competente y se hayan corregido las deficiencias encontradas en la inspección.

Si el ensaye ha sido satisfactorio, ó si esta fase de logros no es -- conclusiva, puede ser necesario continuar con los pasos 2 y 3.

Paso 2.- COMPARACION DE LOS REQUISITOS ESTRUCTURALES CON LA RESISTENCIA MEDIA.

Frecuentemente, la parte de la estructura representada por los ensayes bajos no requiere realmente de la resistencia total especificada. Es to se debe a que se ha usado una clase de concreto para un amplio intervalo de usos ó porque el nivel especificado se estableció para ciertos -- lugares críticos. El Ingeniero estructural debe aplicar su juicio para -- decidir si las mediciones bajas realmente representan o no a una posible disminución en la capacidad de carga.

Paso 3.- ENSAYES NO DESTRUCTIVOS.

Existen algunos aparatos para obtener la resistencia del concreto -- en el sitio en forma estimada. En lo general estos no proporcionan valores que se puedan traducir directamente a resistencias de corazones ó cilindros. Sin embargo, en manos de un operario experto estos aparatos pueden producir una información útil.

Los métodos de ensaye mas comunmente usados al momento son: el martillo de rebote, el ensaye de penetración y la medición de la velocidad de pulso.

Si la evaluación con uno ó más de estos métodos no es satisfactoria, se puede considerar necesario medir directamente la resistencia del concreto.

Paso 4.- ENSAYES DE CORAZONES.

Los ensayos de resistencia a la compresión de corazones extraídos de la estructura, proporcionan una medida de la resistencia del concreto en el sitio, pero no puede ser igualada ó traducida a una resistencia equivalente a la de los cilindros moldeados.

El ensaye de corazones requiere gran cuidado en la operación misma y en la interpretación de los resultados. En el método Estandar ASTM C 42 se dan detalles del procedimiento para la obtención y el ensaye.

En lo que concierne a la evaluación de los resultados de corazones, el ACI ha modificado recientemente sus recomendaciones a la forma siguiente: en cada caso deberán extraerse 3 corazones de aquella zona donde el ensaye de los cilindros dió un valor de más de 35 Kg./Cm.^2 por abajo del $f'c$. Se siguen diferentes procedimientos para el ensaye según las condiciones de servicio de la estructura, ya sea en estado seco ó húmedo. El concreto en la zona representada por los corazones se considerará estructuralmente adecuado si el promedio de tres corazones es al menos igual o mayor al 85% del valor de $f'c$ y si ningún ensaye individual es menor del 75% del $f'c$.

Si los resultados de los ensayos de corazones hechos adecuadamente, son tan bajos que dejan en duda la integridad estructural, se puede requerir una acción posterior como se describe en los pasos 5 y 6.

Paso 5.-ENSAYES DE CARGA.

Como un último recurso, se pueden solicitar los ensayos de carga para comprobar la capacidad estructural de los elementos, en donde la adecuación de la resistencia si está seriamente en duda.

Generalmente, tales ensayos son apropiados sólo para elementos sujetos a flexión, tales como vigas y entre pisos, pero se pueden aplicar en algunos casos a otros tipos de elementos. En cualquier caso, el ensayo de carga es una ciencia altamente especializada que se debe realizar e interpretar solo por un ingeniero altamente calificado en éstas técnicas.

Los procedimientos de ensayo de carga y los criterios para su interpretación se encuentran en el Reglamento de las Construcciones de Concreto Reforzado del ACI.

Paso 6.- MEDIDAS DE CORRECCION

En aquellos casos donde un elemento estructural no cumpla con el ensayo de carga, ó donde el análisis estructural de elementos inestables indique una debilidad, se deben tomar medidas correctivas adecuadas. Las alternativas que depende de las circunstancias individuales, son:

1.- Reducir la velocidad de carga a un nivel consistente con la resistencia del concreto realmente obtenida.

2.- Aumentar la construcción para llevar su capacidad de carga hasta la probabilidad original. Esto podría involucrar la adición de nuevos elementos estructurales o aumentar el tamaño de los existentes.

3.- Sustituir los elementos no aceptables.

Generalmente, la violación de los especificaciones de resistencia no es de tal naturaleza que se requiere la reparación ó sustitución del concreto.

Un método para adjudicar controversias sobre las consecuencias de los ensayos bajos de resistencia se describe en la norma ASTM C 94.

La norma C 94 establece que la decisión se hará por un jurado de tres ingenieros calificados, uno de los cuales será designado por el comprador, otro por el fabricante del concreto, y un tercero por estos dos miembros del jurado. La responsabilidad para el costo de este arbitraje lo determinará el jurado. Su decisión será inapelable excepto por la decisión de una corte.

Hay la creencia generalizada, de que hacer un control de calidad, consiste en contratar simplemente un laboratorio que tome especímenes y los ensaye; si los resultados son altos, simplemente olvidarse de ellos y si son bajos, hacer una investigación de donde fue colado ese concreto y si se trata de una zona importante extraer corazones para conocer su resistencia.

Este proceder se considera absurdo, con bastante tiempo antes de iniciar la obra, deben definirse las especificaciones de calidad y establecer como se controlará su cumplimiento e inclusive el monto de la penalización o premio según el grado de eficiencia del concreto, para posteriormente contratar al personal que realice el muestreo, el ensaye y análisis de los resultados. De esto puede encargarse a una institución seria, para tener la tranquilidad de que todo el proceso se realiza de acuerdo a las normas establecidas.

Además de lo anterior, debe considerarse que si el concreto no se adquiere de una planta premezcladora, deberá tomarse el tiempo debido anticipado para el análisis de los agregados y cemento por utilizarse, así como para hacer los proporcionamientos.

El fabricante del concreto, el contratista y el dueño de la obra salen beneficiados cuando hay un buen control de calidad. Este control debe estar acorde con las ventajas logradas, una de ellas es que la producción sea más económica. Normalmente un control de calidad en las obras no debe exceder del 4 % del producto que se desea controlar, generalmente se obtiene resultados satisfactorios a un costo cercano al 2%.

Si el concreto por utilizarse es de una resistencia de proyecto de 200 Kgs./Cms.² y si las especificaciones de la obra aceptan que el 10% de las muestras den valores inferiores a la resistencia de proyecto, el consumo de cemento que es el factor que más influye en el costo del concreto, se verá afectado según la variabilidad de los resultados, que según la fig. 2 para disminuir de un $V=20\%$ ($f_{cr} = 268 \text{ Kg./Cm.}^2$) a $V=15\%$ ($f_{cr} = 248 \text{ Kg./Cm.}$), la diferencia promedio en consumo de cemento para lograr estas resistencias y para un revenimiento constante de 10 cm. es de 30 a 35 Kgs. de cemento, que representa alrededor de un 5 a un 7 % del valor del concreto.