

El costo adicional por mejorar la calidad incluyendo ensayos y supervisión se compensa y queda superado con economías logradas en la producción uniforme.

Generalmente, cuando la resistencia del concreto entregado no cumple con las especificaciones, pero la deficiencia es tal que no se requiere una investigación mayor, ni la sustitución total ó parcial del concreto, es aplicable una penalización económica al fabricante.

Se ha propuesto pagar el concreto en función de su eficiencia, se puede caer en penalización ó premio y se calcula con la siguiente fórmula:

$$E = \frac{\bar{X} (1 - tV)}{f'c}$$

donde

E = eficiencia del concreto

\bar{X} = valor promedio

t = coeficiente que depende la proporción de resultados inferiores a f'c y del número de muestras empleadas para calcular el coeficiente de variación V

V = coeficiente de variación

f'c = resistencia de diseño

Por ejemplo, si se especifica un f'c = 200 Kg./Cm.² y se acepta que uno de cada diez ensayos pueda quedar por abajo de éste valor (t = 1.282), en la tabla siguiente se pueden ver las eficiencias sobre las cuales se puede establecer un sobreprecio ó descuento, en función de los valores promedio alcanzados y para coeficientes de variación de 10%, 15% y 20%.

Las muestras en cada caso son diferentes, para el "Control de Calidad" se deben tomar el mayor número de muestras representativas de todas y cada una de las variables involucradas. Para "Verificar la calidad" el Reglamento para construcciones de concreto ACI 318-71 recomienda que las muestras para el ensayo de resistencia deberán tomarse no menos de una al día, ni menos de una por cada 115 m³ de concreto o por cada 460 m² de superficie colada. Cada ensayo consistiendo en el promedio de la resistencia de dos cilindros de la misma muestra ensayados a 28 días ó a una edad menor que se especifique.

VALORES PROMEDIO	E F I C I E N C I A S		
	V = 10%	V = 15%	V = 20%
175	0.76	0.71	0.65
200	0.87	0.81	0.74
229	1.00	0.93	0.85
248	1.08	1.00	0.92
269	1.17	1.09	1.00
275	1.19	1.11	1.02

TABLA 4.- Eficiencia para un $f'c = 200 \text{ Kg./Cm.}^2$ y aceptando que uno de cada diez ensayos puede quedar por abajo del valor de $f'c$ Para coeficientes de variación de 10%, 15% y 20%.

Cuando la frecuencia de ensayos, según la especificación anterior, - resulte un número menor de cinco para una misma clase de concreto, los ensayos deberán hacerse de cuando menos cinco revolturas escogidas al azar ó de cada revoltura si el número de éstas es menor de cinco.

En el Distrito Federal la especificación es de tres ensayos por cada 40 m^3 ó fracción, para cada clase de concreto colado por día

En cualquier caso deberá cumplirse con los Reglamentos de Construcción vigentes en el lugar.

Se debe distinguir claramente entre lo que significa "Control de Calidad y Verificación de la Calidad". El control de la Calidad lo debe -- hacer el fabricante del concreto, mediante una vigilancia constante para ejercer acción correctiva oportuna, en tanto que la "Verificación de la -- Calidad" es de interés del dueño de la obra, para confirmar cualidades -- previstas.

Algunas características del concreto fresco como son: trabajabili-- dad, contenido de aire, peso volumétrico, tiempos de fraguado, etc. fre-- cuentemente forman parte de la "Verificación de la Calidad", para acepta-- ción o rechazo del concreto, pero sirven también para el Control de la Ca-- lidad en la producción, en cuanto que puede lograrse una acción correcti-- va subsecuente.

La "Verificación de la Calidad" del concreto en lo referente a ensayos de resistencia a la compresión y flexión, requiere, normalmente del transcurso de un lapso de tiempo considerable, lo cual elimina la posibilidad de hacer ajustes oportunos en la producción del concreto.

Es mas importante que las muestras sean representativas a que sean muchas, el tomar muestras de todas las revolturas es normalmente antieconómico, pues en la mayoría de los casos la información que se obtiene no es mayor.

El "Control de Calidad" en la producción del Concreto constituye por si mismo un asunto muy amplio que no se pretende agotar en esta ocasión, el tema que trataré en seguida, será el referente a la posibilidad de utilizar curados acelerados en los especímenes de concreto, que nos ofrecen la ventaja de proporcionar información inmediata para hacer correcciones oportunas en los proporcionamientos.

Los procedimientos actuales han imprimido mayor velocidad a la construcción, y sin embargo, las especificaciones para el diseño de concreto estructural vigente, cada vez mas rígidas, aún están basadas en la resistencia a la compresión del concreto, que se determina ensayando a los 28 días de edad, especímenes colados y curados en condiciones estandar, es por lo tanto obsoleto esperar tanto tiempo para confirmar la resistencia. En algunos casos, antes de ese tiempo se ha concluido la obra y si la resistencia no es la adecuada, sería difícil y antieconómico hacer una reparación de la misma, o dado el grado de deficiencia llegar hasta demolerla.

La especificación de esperar 28 días para hacer el ensaye, se remonta aproximadamente 50 años, era la única disponible y se consideraba razonable, dado que los concretos hechos de cementos portland normales iban adquiriendo resistencia lentamente, aunado a que su colado era lento también. Sin embargo, las cosas han cambiado en las últimas décadas, los nuevos conceptos de diseño, el constante aumento de la velocidad de construcción, el desarrollo de cementos portland y de aditivos que producen altas resistencias a edades tempranas, exigen que la resistencia potencial del concreto, se deba conocer en el menor tiempo posible, después que el concreto se haya colado.

Establecida está, la diferencia entre el curado acelerado de especímenes para conocer la Resistencia Potencial del Concreto y el curado acelerado en la obra, o de piezas estructurales prefabricadas, con el fin de Acelerar el Endurecimiento del concreto.

Una determinación temprana de la resistencia potencial del concreto con una confianza satisfactoria, permitirá hacer los cambios necesarios en el diseño de las mezclas de concreto, eliminando retrasos costosos y agrias discusiones.

Entre los primeros trabajos publicados en el campo de la investigación con curados acelerados, está el estudio de M. S. GEREND publicado en 1927, en Engineering News Record, en el cual la resistencia del concreto a los 28 días se alcanzaba en 48 hrs., exponiendo los especímenes por ensayar a un baño de vapor saturado de 5.6 a 7 Kg./Cm.² de presión. Debido a la necesidad de utilizar un autoclave, no encontró en ese tiempo mucha aceptación este procedimiento.

El United States Bureau of Reclamation, usó para el control del concreto en la construcción de la presa Hoover en 1930, un ensaye acelerado de resistencia de 8 horas de hervido, pero de acuerdo con sus resultados no lo consideraron satisfactorio.

En los últimos años se han realizado una cantidad considerable de trabajos en Inglaterra, Finlandia, Polonia, Australia, Japón, Estados Unidos, con mayor intensidad en el Canadá y recientemente en México.

En París, la Reunión Internacional de Laboratorio de Ensayes y de Investigaciones sobre Materiales y las Construcciones (RILEM) ha realizado un Simposio por correspondencia sobre "Endurecimiento acelerado del concreto con vistas a ensayes rápidos de control". En este Simposio participaron investigadores de muchos países y próximamente se publicarán sus conclusiones.

Se considera que cualquier ensaye acelerado de resistencia propuesto para especímenes de concreto, deberá cumplir todos o la mayoría de los siguientes requisitos básicos:

Inmediatamente después del curado.