

Si usted no puede visualizar correctamente este mensaje, [presione aquí](#)



### Boletín técnico de INDISA S.A.

Medellín, 22 de agosto de 2009

No.74

## MADUREZ DEL CONCRETO



**Autor:** M.S. Santiago Vélez M.  
Ingeniero de Proyectos de INDISA S.A.

***Determinar la resistencia del concreto en obra es claramente importante para los constructores. Decisiones tales como cuando remover la formaleta, cuando post-tensionar, cuando abrir la estructura al tráfico y someterla a cargas vivas, entre otras están basadas en que el concreto alcance niveles mínimos de resistencia. Esperar mucho para estas operaciones puede llegar a ser muy costoso, y hacerlas prematuramente es inseguro y puede causar grietas en la estructura o incluso el colapso de la misma.***

La resistencia del concreto obtenida de ensayos a compresión en especímenes cilíndricos (práctica más común para determinar la resistencia del concreto) no representa correctamente la resistencia del concreto en la estructura, debido a que los cilindros presentan propiedades geométricas muy diferentes a las de la estructura, están curados bajo diferentes condiciones ambientales y son moldeados y manipulados en una forma muy diferente a la estructura de concreto.

La resistencia del concreto es función del tiempo y la temperatura. Debido a diferencias

en volumen, área superficial y retención de calor entre cilindros y la estructura de concreto, la temperatura y por consiguiente la tasa de ganancia de resistencia, es siempre diferente.

El método de la madurez es una técnica no destructiva para determinar la resistencia del concreto basado en el historial de temperatura de la estructura durante el tiempo de curado. El método ofrece una mejor representación de la evolución de la resistencia del concreto in-situ que los especímenes curados en el laboratorio o en el campo. Además el método ofrece información sobre la resistencia del concreto en cualquier momento y en tiempo real, permitiendo en muchos casos acelerar el cronograma de construcción, y hacer un mejor control de calidad del material.

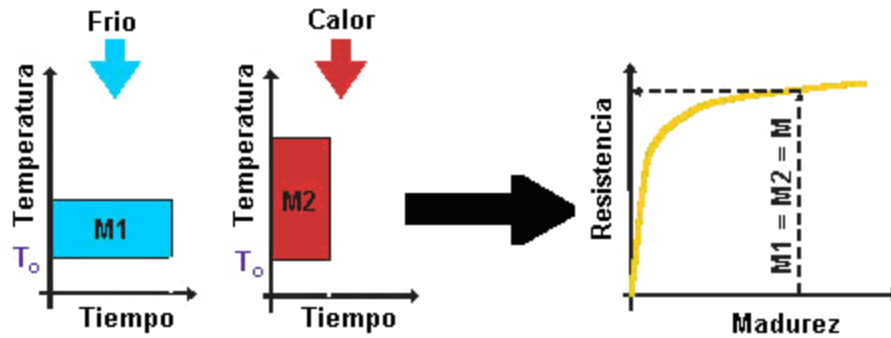
### **CONCEPTO DE MADUREZ**

El método fue por primera vez estudiado en Inglaterra por McIntosh (1949), Nurse (1949) y Saul (1951) y fue estandarizado por la ASTM (Sociedad Americana de Ensayos y Materiales) en 1987. El corazón del método se basa en la relación científica entre la tasa de las reacciones químicas y la energía (por ejemplo la temperatura) de las moléculas envueltas en la reacción. La aplicación de esta ley ha sido demostrada en el laboratorio y en el campo por más de 50 años.

El método de la madurez del concreto consiste en una técnica que combina los efectos de tiempo y temperatura en el desarrollo de la resistencia del concreto en estructuras in-situ. Este método ofrece la posibilidad de evaluar continuamente la resistencia del concreto durante el periodo de curado. Esta información puede ser usada para acelerar los procesos constructivos y también puede ser usada como una poderosa herramienta de control de calidad.

Para determinar la madurez del concreto se debe emplear una expresión matemática que partiendo del historial de temperatura, medido de la mezcla de concreto durante el periodo de curado, calcula un índice que es un indicativo de la madurez del concreto al final de ese periodo. Las funciones más comunes para el cálculo del índice de madurez son la función de la edad equivalente y la función del factor tiempo-temperatura, siendo esta última la más empleada debido a su simplicidad.

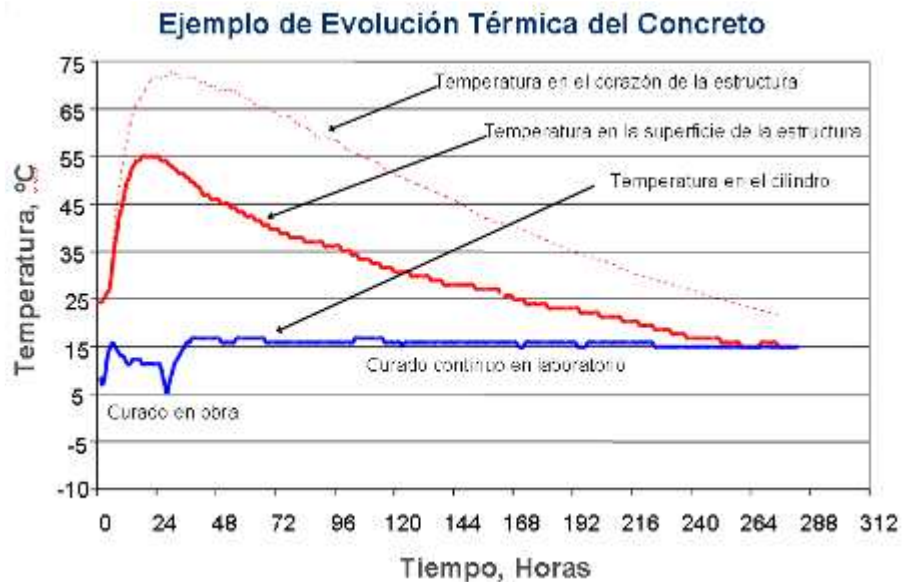
La hipótesis del método es que dos concretos iguales con la misma madurez presentan la misma resistencia a compresión, aunque hayan estado sometidos a diferentes condiciones de exposición. Por ejemplo, un concreto curado en bajas temperaturas tardara más tiempo en alcanzar una madurez específica comparado con un concreto curado a temperaturas altas.



### POR QUE USAR EL MÉTODO DE MADUREZ

Determinar la resistencia del concreto basándose en ensayos sobre especímenes cilíndricos no es la mejor representación de la verdadera resistencia de la estructura debido a que:

- Los cilindros tienen volúmenes pequeños pero áreas superficiales grandes, así que retienen poco calor, comparados con los elementos vaciados en la estructura de concreto.
- La evolución de la temperatura en los cilindros puede ser diferente a la de la estructura debido a las diferentes condiciones de curado, causando una tasa de incremento de resistencia diferente.
- Los cilindros pueden ser preparados, transportados y probados inapropiadamente reflejando esto en bajas resistencias.





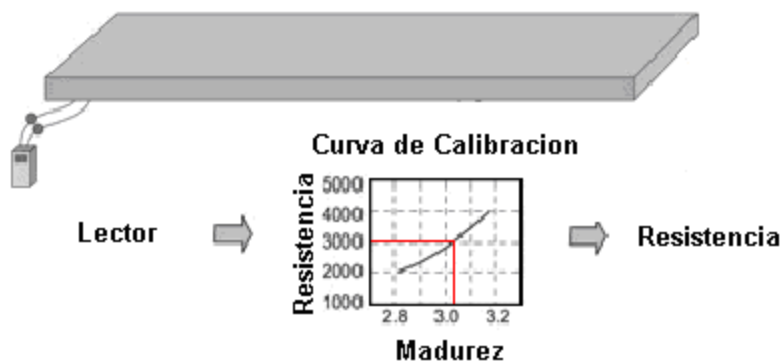
### APLICACIÓN DEL MÉTODO DE MADUREZ

La aplicación del método involucra tres pasos: la generación de una curva de calibración que presenta la relación de resistencia y madurez, la aplicación del método en el campo y finalmente la validación de la curva y de las predicciones.

**- Generación de la curva de calibración:** La relación de madurez y resistencia es generada en el laboratorio mediante la preparación de especímenes cilíndricos hechos de la misma mezcla de concreto que será usada en el campo. Estos especímenes son instrumentados con sensores de madurez, que procesan el historial Tiempo-Temperatura y reportan la madurez de los cilindros durante el proceso de curado. Periódicamente, la resistencia de especímenes de la misma mezcla, curados bajo las mismas condiciones que los cilindros monitoreados es evaluada mediante ensayos de compresión. Finalmente, una grafica de madurez versus resistencia es generada.



**- Aplicación del método de madurez en el campo:** Antes o durante el vaciado del concreto, los sensores deben ser instalados en la estructura de concreto. Los sensores procesan el historial de tiempo y temperatura y reportan la madurez del concreto en el lugar donde el sensor esta ubicado. La resistencia del concreto correspondiente es determinada fácilmente en cualquier momento usando la relación de resistencia y madurez descrita anteriormente.



- **Validación:** Mientras el método es aplicado en el campo se debe hacer una verificación de que la mezcla de concreto no haya cambiado y hacer una validación de las predicciones.

Es recomendable hacer ensayos a compresión sobre cilindros con el fin de comprobar que la mezcla usada en la estructura en obra es consistente con la mezcla usada para crear la curva de calibración.

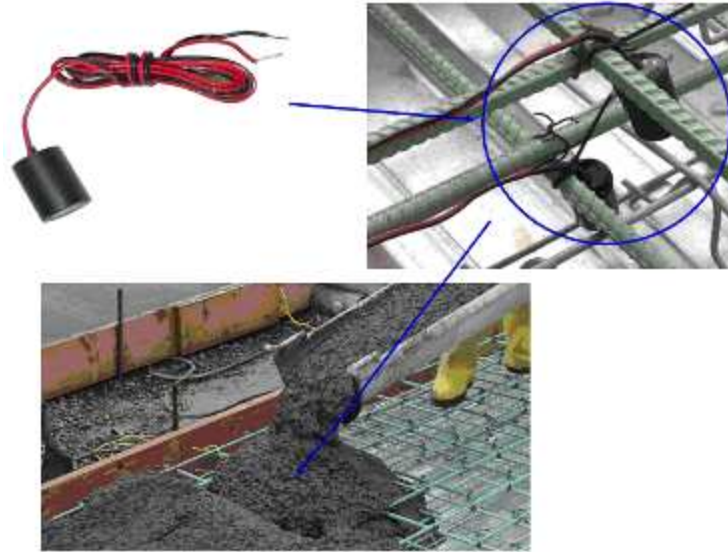
También es recomendable calibrar la curva cada determinado tiempo y si es posible monitorear también la madurez en uno de los cilindros preparados en obra y curado junto con los demás.

Los valores de la validación deben tener una desviación menor al 10%, si esta desviación es excedida la causa deber ser investigada y analizada.

### **EQUIPOS NECESARIOS PARA MEDIR LA MADUREZ DEL CONCRETO**

Los equipos necesarios para medir la madurez del concreto son muy sencillos y fáciles de usar, consisten en un "Data Logger" o sensor de madurez, un lector y un software para facilitar la transferencia de datos del lector al computador. Actualmente INDISA S.A. esta en procesos de investigación con estos equipos.

- **Data Logger:** Estos sensores pueden medir la madurez directamente del concreto y almacenar estos datos por largos periodos de tiempo gracias a que contienen baterías de larga vida, microprocesadores, memoria interna y termo-cuplas que miden la temperatura cada determinado intervalo de tiempo. La única parte del sistema del sensor que queda expuesta fuera del concreto es el cable al cual se conecta el lector en el momento en que se desee descargar la información que el sensor ha almacenado.



- **Lector:** El lector de mano se usa para comunicarse con los sensores embebidos en el concreto, el usuario solo debe conectar los cables del sensor al lector y usar este para ver y descargar la información de madurez y temperatura.



### **BENEFICIOS DE APLICAR EL MÉTODO DE MADUREZ**

- Puede reducir costos en la preparación de los cilindros y posteriores ensayos sobre los mismos.
- Puede reducir tiempos debido a la disminución en el número de cilindros a preparar y a que menos cilindros tienen que ser ensayados.
- Proporciona buena información acerca de la evolución del concreto en la estructura en tiempo real.
- Optimiza el proceso de post-tensionado.
- Acelera el flujo de trabajo.
- Reduce el alquiler de las formaletas.
- Reduce las horas hombre.
- Es un muy buen control de calidad sobre el concreto, permitiendo una verificación



temprana de la calidad de la mezcla.

- El método ahorra dinero y tiempo.
- Acelera la producción por lo menos un día por vaciado en proyectos estructurales y hasta más en proyectos de pavimentos.

---

**Si tiene alguna inquietud con respecto a este tema, comunicarse con INDISA S.A.**

**al e-mail: [svelezm@indisa.com.co](mailto:svelezm@indisa.com.co)**

---

## NOVEDADES

### **II FERIA INDUSTRIAL Y DE SERVICIOS Manizales, septiembre 3, 4 y 5**

Esta feria más que un centro de exposición industrial es un centro de contactos empresariales e industriales que fomenta el intercambio comercial y tecnológico, la inversión y la competitividad. Encuéntrenos en el stand No.50. Los esperamos.



**Si usted no recibe esta publicación directamente de INDISA S.A. o si desea recomendarnos a alguien para que la reciba, [presione aquí](#)**

Para consultar las ediciones anteriores del boletín INDISA On line, puede entrar a <http://indisaonline.8m.com/>. En esta página se encuentran todos los boletines en formato de página web, para que usted pueda grabarlos en su computador e imprimirlos.



Tel: (574) 2605533

Medellín-Colombia

[mercadeo@indisa.com.co](mailto:mercadeo@indisa.com.co)

<http://www.indisa.com.co/>