

# PROBLEMAS, CAUSAS Y SOLUCIONES



EDITADO POR EL INSTITUTO MEXICANO  
DEL CEMENTO Y DEL CONCRETO AC

Enero ■ 2009

## Concreto sometido a presión

Determinación del  
Módulo de elasticidad  
estático y relación de  
Poisson

NMX-C-128-1997-ONNCCE

*Primera parte*



Ilustraciones: Felipe Hernández

17

SECCIÓN  
COLECCIONABLE

# Concreto sometido a presión

## Determinación del Módulo de elasticidad estático y relación de Poisson NMX-C-128-1997-ONNCCE

### Primera parte

**E**n este resumen se presenta el método de prueba para la determinación del Módulo de Elasticidad Estático Secante (Módulo de Young) y de la relación de Poisson en especímenes cilíndricos de concreto, cuando se someten a esfuerzos de compresión longitudinal. Usted puede usarlo para familiarizarse con los procedimientos básicos de la Norma. Sin embargo, este resumen no tiene la intención de reemplazar los estudios completos que usted haga de la Norma.

### Definiciones

#### Módulos de elasticidad estático o secante

Es la relación que existe entre el esfuerzo y la deformación unitaria axial al estar some-



tido el concreto a esfuerzos de compresión dentro del comportamiento elástico. Es la pendiente de la secante definida por dos puntos de la curva del esfuerzo-deformación, dentro de esta zona elástica.

#### Relación de Poisson

Es la relación entre las deformaciones transversal y longitudinal al estar sometido el concreto a esfuerzos de compresión dentro del comportamiento elástico.

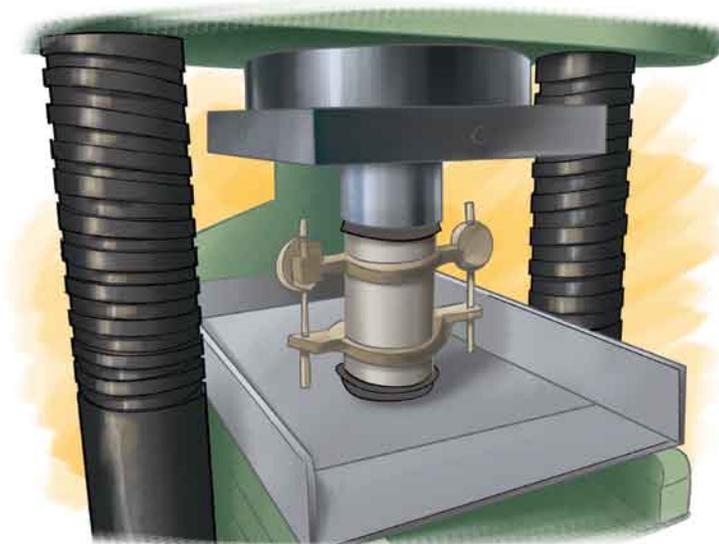
### Equipos, aparatos e instrumentos

#### Máquina de prueba

Ésta debe cumplir con lo especificado en la NMX-C-083. Contar con dispositivos para aplicar cargas a velocidad constante, con un error menor o igual al 1 %. Para poder calcular el esfuerzo correspondiente a 50 millonésimas de deformación unitaria, la división mínima en su dispositivo indicador de carga no debe ser mayor de 0,5 t, y permitir la apreciación de fracciones de 0,25 t.

#### Deformímetros

Son dispositivos que se adaptan a los especímenes y sirven para medir su



deformación bajo la carga aplicada. Para medir las deformaciones longitudinales en los especímenes, debe usarse un dispositivo que pueda o no adherirse al espécimen cilíndrico y que permita realizar lecturas con exactitud de 0,0025 mm (una diezmilésima de pulgada), como mínimo, en dos líneas de medición diametralmente opuestas, paralelas al eje longitudinal del cilindro y centradas con respecto a la altura media del espécimen. La longitud efectiva de cada línea de medición no debe ser menor a 3 veces el tamaño máximo del agregado en el concreto y no mayor a dos tercios de la altura del espécimen. Es conveniente que esta longitud de medición sea de un medio de la altura del espécimen.

En caso de emplearse especímenes de 15 cm x 30 cm, normales (estándar), esta longitud de medición debe ser de 15 cm a 20 cm.

De estos dispositivos de medición existen varios tipos.

### Dos anillos y dos micrómetros

Estos son los más empleados; los anillos deben ser rígidos; de preferencia metálicos y estar separados entre sí como se indica en el párrafo anterior. Los anillos deben contar con dos barras separadoras que permitan centrarlos perfectamente al espécimen y conservar esta separación fija. Cada anillo debe tener como mínimo 3 tornillos de punta para poder centrar y sujetar perfectamente al espécimen y evitar deslizamientos.

Los anillos deben contar con elementos diametralmente opuestos (Véase figura 1), que permita la sujeción de los micrómetros empleados para registrar las deformaciones longitudinales.

### Dos anillos y un micrómetro

Es un dispositivo similar al indicado en la Figura 2, con la diferencia de que un anillo se fije rigidamente al espécimen y el otro se fije en dos puntas diametralmente opuestas, de manera que tenga libertad de oscilar en dichos puntos. En este caso la deformación se lee en un solo micrómetro obteniéndose aproximadamente el

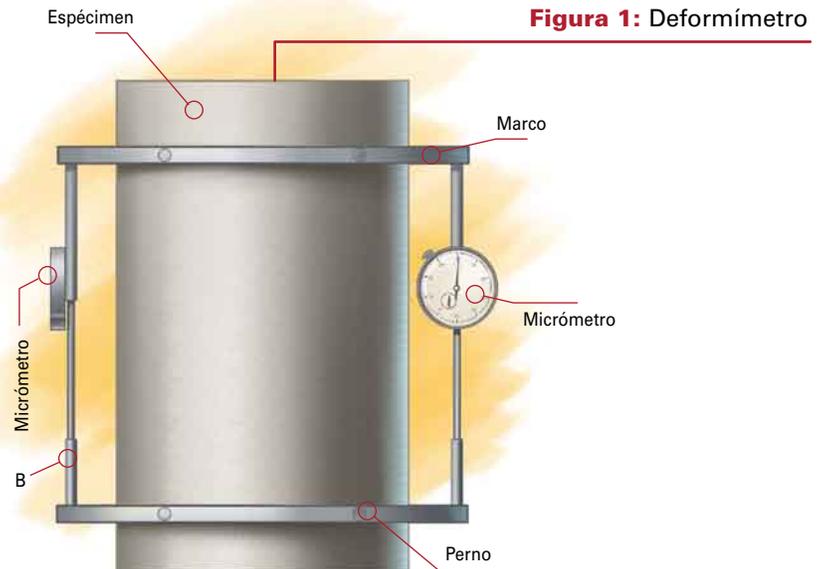


Figura 1: Deformímetro

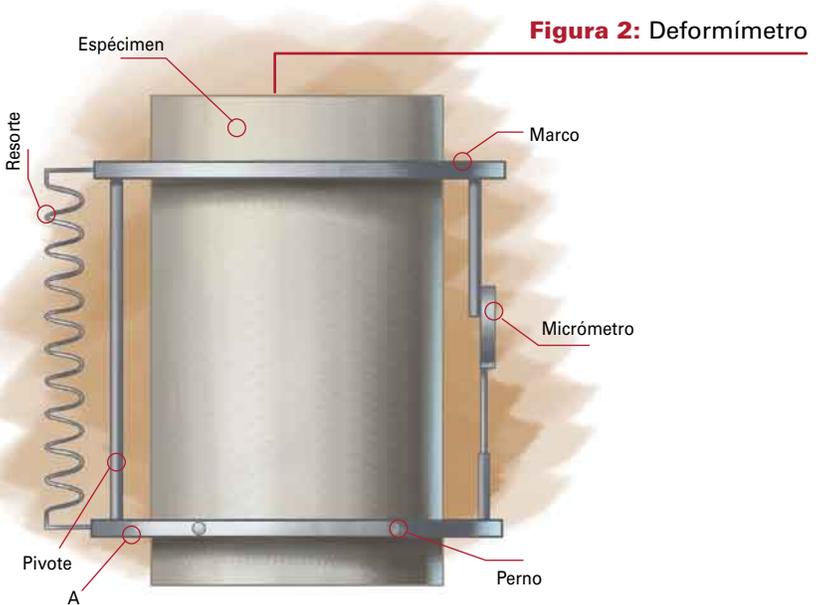


Figura 2: Deformímetro

doble de la deformación real del espécimen, el factor de multiplicación se calcula de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$F = D/d$$

En donde:

F: Es el factor de multiplicación.

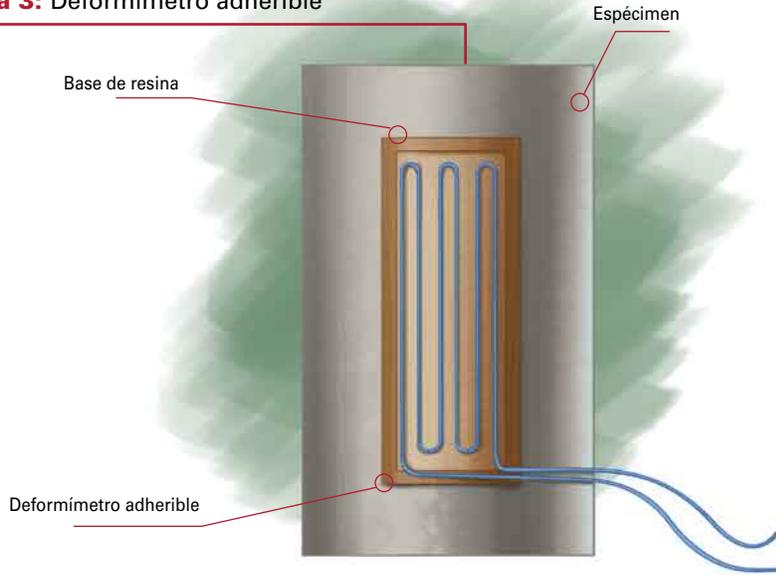
D: Es la distancia entre el pivote y el eje del micrómetro, en cm

d: Es la distancia entre el eje de los dos tornillos y el pivote, en cm (Ver Figura 2)

### Deformímetros adheribles

Son dispositivos en los cuales se lee el cambio de la resistividad eléctrica de una resistencia al variar el diámetro por cambio de su longitud (Straining Gage).

**Figura 3:** Deformímetro adherible

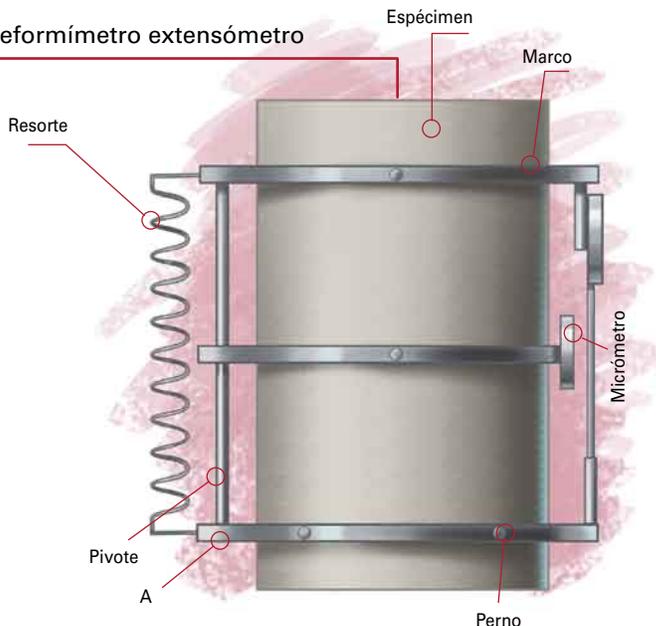


(Véase Figura 3). Existe el inconveniente de que estos dispositivos no se adhieran adecuadamente cuando el concreto se encuentra en estado húmedo y además se requiere preparar el espécimen aplicando una base de resina.

**Medidor de deformación transversal**

Si se desea obtener la relación de Poisson debe determinarse además de la deformación longitudinal, la transversal, con un dispositivo capaz de medir el cambio en diámetro a la altura media del espécimen, con exactitud de 0,0005 mm. Existen 2 tipos:

**Figura 4:** Deformímetro extensómetro



**Anillos y micrómetros (3 anillos y dos micrómetros)**

Este es el dispositivo para medir la deformación longitudinal, al cual se le coloca un tercer anillo formado por dos segmentos iguales, colocado a la mitad de los dos anillos del dispositivo. Este anillo se sujeta al espécimen en dos puntos diametralmente opuestos y debe tener elementos que permitan la sujeción del segundo micrómetro para leer la deformación transversal. (Véase figura 4). El anillo central debe estar unido al pivote para permitir la rotación de los dos segmentos del anillo plano horizontal. En el lado opuesto del pivote o articulación deben ser conectados los dos segmentos a través de un medidor de caratula (micrómetro) u otro elemento sensor capaz de medir con exactitud de 0,001 mm, de tal forma que esta deformación será el doble de la real cuando las distancias del eje de los apoyos del cilindro al centro de la articulación y al centro del medidor sean iguales. En caso contrario debe emplearse la fórmula siguiente:

$$H=L [A/ (A+B)]$$

En donde:

H: Es la deformación diametral del espécimen.

L: Es la lectura del deformímetro.

A: Es la distancia entre la articulación y el eje que pasa por los apoyos, en cm.

B: Es la distancia entre el deformímetro y el eje que pasa por los apoyos, en cm. (Ver Figura 4).

**Medidor adherible**

Es un sistema formado por dos medidores de deformación adheribles (Strain Gage), colocados circunferencialmente en puntos diametralmente opuestos a la altura media del espécimen. La deformación obtenida es la deformación unitaria de la circunferencia, en base a la cual debe calcularse la deformación diametral como sigue:

$$H = C/\pi$$

En donde:

H: Es la deformación unitaria transversal.

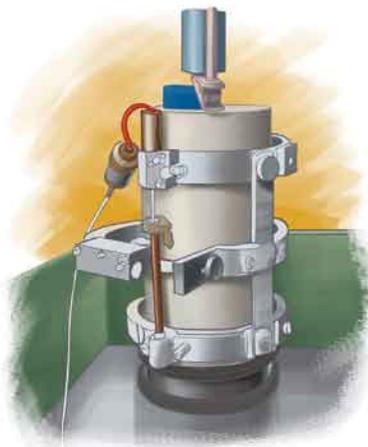
C: Es la deformación unitaria de la circunferencia.

## Preparación y acondicionamiento de las muestras

Los especímenes deben elaborarse y curarse de acuerdo a los procedimientos descritos en la NMX-C-159 o en la NMX-C-160. La edad de prueba podrá ser de 14 o 28 días dependiendo del tipo de concreto ó la edad en que se requiera conocer el módulo de elasticidad.

## Especímenes extraídos con broca de diamante (Corazones)

Estos especímenes deben obtenerse de acuerdo a lo indicado en la NMX-C-169. La relación de altura a diámetro debe ser igual a 2, en el caso de valores inferiores, mínimo 1,5; los esfuerzos deben corregirse por esbeltez; la edad de prueba será a la que requiera conocer el módulo de elasticidad, pero nunca será menor de 14 ó 28 días, dependiendo del tipo de concreto. El ensaye podrá realizarse en seco o húmedo, dependiendo de las condiciones de trabajo de la estructura, conforme lo establece la NMX-C-169. Cabe decir que no existe información relativa a la diferencia de valores que puedan presentarse entre el módulo de elasticidad determinado en cilindros normales (estándar) y los especímenes de características diferentes, como lo son los corazones; por lo tanto, no deben correlacionarse los valores entre cilindros moldeados y corazones.



## Medición de especímenes

El diámetro y la altura se determinan con el promedio de dos lecturas registrándose con una exactitud de 1 mm, como lo indica la NMX-C-083 y NMX-C-169 para especímenes normales (Estándar) y especímenes extraídos con broca de diamante, respectivamente.

## Número de especímenes Especímenes cilíndricos moldeados

Para determinar el módulo de elasticidad de un concreto, debe disponerse como mínimo de 5 especímenes, dos de ellos se ensayarán a compresión, de acuerdo a lo indicado en la NMX-C-083 con el objeto de conocer el esfuerzo máximo del concreto en condiciones normales (Estándar) de ensaye; en tres restantes se determinara el módulo de elasticidad estático.

## Especímenes extraídos con broca de diamante (Corazones)

El número de especímenes en este caso dependerá de la finalidad para el cual se extrae, el tipo de obra, elemento u otros casos. Es conveniente emplear un mínimo de dos corazones extraídos de una misma zona para determinar el módulo de elasticidad y un tercer corazón para determinar la resistencia máxima a la compresión. **C**



**Nota:** Tomado de la Norma NMX-C-128-1997-ONNCE con fines de promover la capacitación y el buen uso del cemento y del concreto.

Usted puede obtener esta norma y las relacionadas a agua, aditivos, agregados, cementos, concretos y acero de refuerzo en [normas@mail.onnce.org.mx](mailto:normas@mail.onnce.org.mx) o al teléfono del DF: 5273 1991.