

LIBRO: **MMP. MÉTODOS DE MUESTREO Y PRUEBA DE MATERIALES**

PARTE: **2. MATERIALES PARA ESTRUCTURAS**

TÍTULO: 02. Materiales para Concreto Hidráulico

CAPÍTULO: 060. Resistencia del Concreto a Congelación y Deshielo

A. CONTENIDO

Este Manual describe los procedimientos de prueba para determinar la resistencia de especímenes de concreto hidráulico a congelación y deshielo.

B. OBJETIVO DE LA PRUEBA

Esta prueba permite determinar la resistencia del concreto hidráulico a congelación y deshielo bajo dos procedimientos diferentes: el de congelación y deshielo acelerados en agua y el de congelación en aire y deshielo en agua, acelerados; consistentes en aplicar varios ciclos continuos de congelación y deshielo sobre probetas de concreto hidráulico, determinando los efectos de las variaciones en las propiedades del concreto ocasionadas por estos ciclos. Es importante considerar que estos procedimientos sólo proporcionan información cualitativa sobre la durabilidad que pueda esperarse de un tipo específico de concreto.

C. REFERENCIAS

Son referencias de este Manual, la Norma N CMT 2 02 003, *Calidad del Agua para Concreto Hidráulico* y el Manual M-MMP-2-02-064, *Elaboración y Curado en el Laboratorio de Especímenes de Concreto*.

D. EQUIPO Y MATERIALES

El equipo para la ejecución de la prueba estará en condiciones de operación, calibrado, limpio y completo en todas sus partes. Todos los materiales por emplear serán de alta calidad, considerando siempre la fecha de su caducidad.

D.1. APARATO DE CONGELACIÓN Y DESHIELO

Compuesto de una o varias cámaras donde las probetas se sometan a los ciclos alternados de congelación y deshielo; provisto de equipos de refrigeración y calentamiento controlados mediante un termostato, con controles capaces de producir los ciclos en forma continua y automáticamente, a las temperaturas especificadas.

Si el equipo no opera automáticamente, se tomarán las precauciones necesarias, a fin de que sea operado manualmente durante el tiempo requerido.

D.2. RECIPIENTES Y SOPORTES PARA LAS PROBETAS

Para el acomodo de las probetas dentro de la(s) cámara(s). Dependiendo del procedimiento a emplear, se usarán los siguientes elementos:

D.2.1. Para procedimiento de congelación y deshielo acelerados en agua

Cada probeta será colocada en el fondo de un recipiente metálico de dimensiones adecuadas de tal forma que ésta quede completamente rodeada por no menos de 1 mm ni más de 3 mm de agua durante todo el tiempo de la prueba, verificándose además que el calor del medio intercambiador no se trasmite directamente por toda el área de la parte inferior de la probeta a través del fondo del recipiente, ya que esto provocaría condiciones sustancialmente diferentes de las del resto de ella. Para este propósito, se instalará, en el fondo de cada recipiente, una rejilla plana de alambre delgado de 3 mm.

D.2.2. Para procedimiento de congelación en aire y deshielo en agua, acelerados

Cada probeta estará completamente rodeada de aire durante la fase de congelación y de agua durante la fase de deshielo. En este procedimiento no es recomendable que las probetas se mantengan dentro de los recipientes metálicos; para lo que los soportes en los cuales descansan las probetas, se diseñarán de tal forma que no entren en contacto con toda la superficie de la base de la probeta, ya que esto provocaría condiciones sustancialmente diferentes de las impuestas al resto de la probeta. Para este propósito, se utilizarán rejillas relativamente abiertas, varillas o perfiles de metal, siempre y cuando el medio intercambiador de calor pueda circular en la dirección del eje longitudinal de las varillas o perfiles.

D.3. EQUIPO PARA MEDIR LA TEMPERATURA

Compuesto de termómetros y termómetros de resistencia o termopares, capaces de medir la temperatura en varios puntos dentro de la cámara de prueba y en el centro de las probetas de control, con una aproximación de $\pm 1^\circ\text{C}$.

D.4. APARATO PARA PRUEBAS DINÁMICAS**D.4.1. Circuito impulsor**

Consiste de un oscilador de audio frecuencias variable, capaz de efectuar lecturas con una precisión de $\pm 2\%$ con relación a la frecuencia real, dentro de los límites de uso de 100 a 10 000 Hz; un amplificador y una unidad impulsora. El oscilador en combinación con el amplificador serán capaces de suministrar suficiente potencia de salida, para inducir vibraciones con frecuencias diferentes de la fundamental en el espécimen de prueba y contarán con dispositivos adecuados para regular la salida. La unidad impulsora, que provoca la vibración en el espécimen, tendrá la capacidad necesaria para controlar la potencia total de salida del oscilador, mientras que el amplificador será capaz de producir un voltaje que no varíe en más de $\pm 20\%$ fuera del rango de frecuencia y, que en combinación con la unidad impulsora, pueda trabajar libre de resonancias que procedan de otras fuentes y que pudieran reflejarse en la salida.

D.4.2. Circuito captador o detector

Consiste de una unidad captadora, un amplificador y un indicador. La unidad captadora será capaz de generar un voltaje proporcional a la amplitud, velocidad o aceleración del espécimen de prueba, y la masa de las partes vibrantes deberán tener una masa menor que la del espécimen de prueba, pudiéndose usar cualquier unidad captadora piezoeléctrica o magnética que reúna estos requisitos. El amplificador deberá tener una salida controlable de suficiente magnitud para activar el indicador. El indicador estará integrado por un voltímetro, mili-amperímetro, u osciloscopio de rayos catódicos.

La respuesta de la unidad captadora será proporcional al movimiento del espécimen de prueba, de acuerdo con las características del tipo de captador seleccionado, y capaz de trabajar libre de resonancias que procedan de otras fuentes dentro de los límites de operación normal.

En pruebas de rutina de especímenes cuya frecuencia fundamental pueda anticiparse dentro de límites razonables, un indicador del tipo de medidor será satisfactorio y puede ser más conveniente para usarse que un osciloscopio de rayos catódicos; sin embargo se recomienda que cuando se disponga de un osciloscopio de rayos catódicos se utilice para complementar o para reemplazar el medidor.

En el caso de que los rangos de la frecuencia fundamental de los especímenes sean impredecibles, o cuando se requiera hacer una revisión de los componentes del propio equipo, el uso de un osciloscopio como indicador podrá ser necesario.

D.4.3. Soporte del espécimen

Diseñado de tal manera, que su frecuencia fundamental quede fuera del rango de las frecuencias que se usen y que permita sostener al espécimen sobre cuñas afiladas, localizadas cerca de los puntos en que la longitud de onda del espécimen sometido a prueba sea virtualmente cero o sobre una felpa delgada de hule espuma, que permita vibrar al espécimen sin restricciones significativas.

D.5. BALANZA

Con capacidad aproximadamente superior al 50% de la masa de las probetas por ensayar y aproximación de 0,5 g.

D.6. MOLDES

Metálicos de sección rectangular, de un material no corrosible, con las dimensiones interiores siguientes:

- Longitud de 402 ± 3 mm
- Ancho de 135 ± 2 mm
- Profundidad de 78 ± 2 mm.

D.7. TANQUE CON CONTROL DE TEMPERATURA

Equipado con dispositivos adecuados para mantener la temperatura de las probetas que se encuentren sumergidas en agua, de tal manera que cuando se saquen del tanque y se prueben a la frecuencia fundamental transversal, las probetas estén dentro del intervalo de temperatura de 3 a 8°C.

D.8. CUCHARA DE ALBAÑIL

De acero, de 100 a 150 mm de largo con extremos rectos.

D.9. GUANTES

De hule látex.

D.10. AGUA

Potable, de acuerdo con lo indicado en la Norma N-CMT-2-02-003, *Calidad del Agua para Concreto Hidráulico*.

D.11. CAL

Hidratada.

D.12. PLÁSTICO PARA ENVOLVER

Resistente, impermeable, sin perforaciones, capaz de mantener la humedad de los corazones o prismas cortados de concreto endurecido, empleados como probetas para la prueba.

D.13. PROBETAS DE CONTROL

Elaboradas con concreto similar al de las probetas de prueba y con las mismas dimensiones que éstas (402 × 135 × 78 mm), para verificar la temperatura de los especímenes de prueba en la cámara del aparato de congelación y deshielo.

E. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA

E.1. La preparación de las probetas se hará conforme a lo establecido en el Manual M·MMP·2·02·064, *Elaboración y Curado en el Laboratorio de Especímenes de Concreto*, considerando que:

E.1.1. Las probetas serán de forma prismática de 402 × 135 × 78 mm y se elaborarán con los moldes descritos en la Fracción D.6. de este Manual.

E.1.2. Las probetas se curarán en agua saturada de cal desde el momento en que se saquen de los moldes hasta el comienzo de la prueba, periodo que será de 14 días, a menos que se especifique otra cosa.

E.1.3. Las probetas cumplirán con las siguientes limitaciones en cuanto a sus dimensiones:

- No menos de 76 mm de espesor.
- No más de 137 mm de ancho.
- No menos de 280 ni más de 405 mm de longitud.

E.2. Las probetas pueden consistir también en corazones o prismas cortados de concreto endurecido. Si se usa este tipo de probetas, se mantendrán en las condiciones de humedad de la estructura de la cual se han extraído, considerando que esto se puede lograr envolviéndolas en plástico u otro medio adecuado.

F. PROCEDIMIENTO DE LA PRUEBA

F.1. Inmediatamente después del período de curado y una vez verificado que las probetas se encuentren a una temperatura comprendida entre 3 y 8°C, se determina la frecuencia fundamental transversal de cada una de las probetas, que se registra como n , de la siguiente manera:

F.1.1. Determinación de la frecuencia trasversal

F.1.1.1. El espécimen se coloca sobre el soporte, de tal manera, que pueda vibrar sin restricciones importantes en los dos sentidos transversales; posicionado de forma tal que la fuerza impulsora sea normal a la superficie y aplicada en un punto distante de los puntos nodales, generalmente a una distancia media entre los extremos o cerca de uno de los extremos del espécimen, como se muestra en la Figura 1 de este Manual.

F.1.1.2. Se coloca la unidad captadora contra la superficie del concreto de tal manera que actúe en la dirección de la vibración.

F.1.1.3. El espécimen de prueba se hace vibrar a frecuencias variables, observando al mismo tiempo la indicación de la salida amplificada del captador; registrando la frecuencia de la vibración del espécimen de prueba que resulte de la indicación máxima que tenga un pico bien definido sobre el indicador y cuya observación de los puntos nodales

indiquen una vibración transversal fundamental, es decir una frecuencia transversal fundamental. Considerando lo siguiente:

- Para la vibración transversal fundamental los puntos nodales están localizados a 0,244 de la longitud del espécimen a partir de cada extremo (aproximadamente puntos localizados en la cuarta parte).
- Las vibraciones son máximas en los extremos, aproximadamente tres quintas partes del máximo en el centro y cero en los puntos nodales.
- El movimiento del detector a todo lo largo del espécimen provee información al operador si las vibraciones observadas en el indicador provienen de la vibración del espécimen en su modo transversal fundamental.

F.1.1.4. Se ajustan los amplificadores en los circuitos impulsor y captador para proporcionar una indicación correcta. Para evitar distorsión se mantiene la fuerza impulsora tan baja como sea posible para una buena respuesta en resonancia.

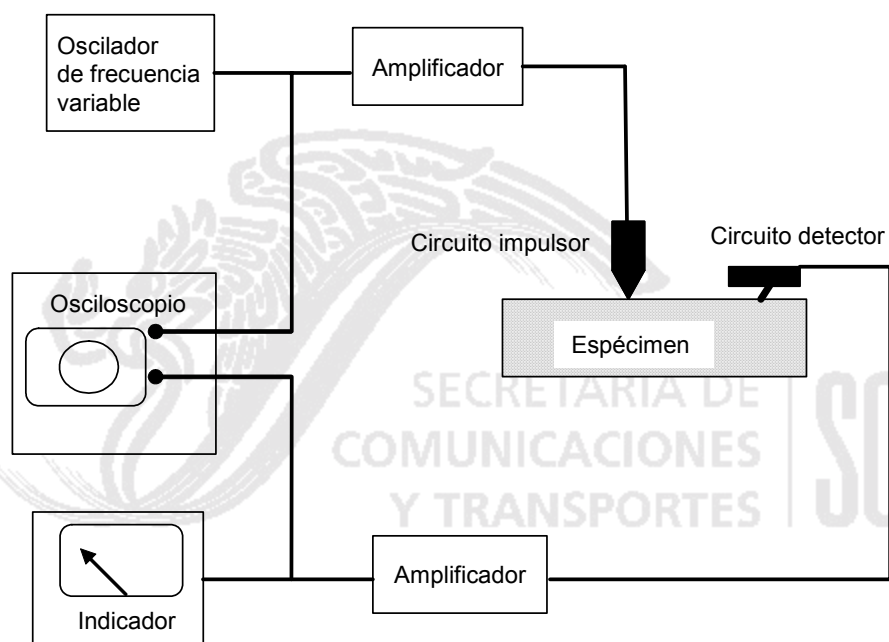


FIGURA 1.- Diagrama del sistema y posiciones del impulsor y detector en la probeta

F.1.2. Determinación de la frecuencia longitudinal

- F.1.2.1.** El espécimen se coloca sobre el soporte, de tal manera, que pueda vibrar sin restricciones importantes en los dos sentidos longitudinales; posicionado de forma tal que la fuerza impulsora sea normal y al centro de la superficie de un extremo.
- F.1.2.2.** Se coloca la unidad captadora contra la superficie del concreto de tal manera que actúe en la dirección de la vibración.
- F.1.2.3.** El espécimen de prueba se hace vibrar a frecuencias variables, observando al mismo tiempo la indicación de la salida amplificada del captador; registrando la frecuencia de la vibración del espécimen de prueba que resulte de la indicación máxima que tenga un pico bien definido sobre el indicador y cuya observación de los puntos nodales indiquen una vibración longitudinal fundamental, es decir una frecuencia longitudinal fundamental. Considerando que para la vibración longitudinal fundamental hay un

nodo en el centro de la longitud del espécimen y que las vibraciones son máximas en los extremos.

F.1.3. Determinación de la frecuencia torsional

F.1.3.1. El espécimen se coloca sobre el soporte, de tal manera, que pueda vibrar sin restricciones en un nodo torsional libre en todas direcciones; posicionado de forma tal que la fuerza impulsora induzca un efecto torsional cerca de uno de los extremos del espécimen.

F.1.3.2. Se coloca la unidad captadora contra la superficie del espécimen de tal manera que actúe en la dirección de la vibración.

F.1.3.3. El espécimen de prueba se hace vibrar a frecuencias variables, observando al mismo tiempo la indicación de la salida amplificada del captador; registrando la frecuencia de la vibración del espécimen de prueba que resulte de la indicación máxima que tenga un pico bien definido sobre el indicador y cuya observación de los puntos nodales indiquen una vibración torsional fundamental, es decir una frecuencia torsional fundamental. Considerando que hay un nodo en el centro de la longitud del espécimen y que las vibraciones son máximas en los extremos.

F.2. Una vez determinada la frecuencia fundamental, se obtiene la masa inicial de los especímenes y se colocan dentro de la cámara del aparato de congelación y deshielo, dando inicio a la prueba durante la fase conocida como *fase de deshielo del ciclo*.

F.3. Posteriormente, mediante el procedimiento de congelación y deshielo acelerados en agua o el procedimiento de congelación en aire y deshielo en agua, acelerados, las probetas se someten a intervalos que no excedan de 36 ciclos continuos de exposición congelación y deshielo, teniendo en cuenta que un ciclo nominal de congelación y deshielo para ambos procedimientos consiste en bajar y elevar alternativamente la temperatura de las probetas de 4 a -18°C y de -18 a 4°C , en un intervalo de 2 a 5 h, donde cada ciclo de congelación y deshielo incluirá las actividades y consideraciones indicadas a continuación:

F.3.1. En la fase de deshielo, para el procedimiento de congelación y deshielo acelerados en agua, se debe emplear más del 25% del tiempo previsto para el ciclo.

F.3.2. En la fase de deshielo, para el procedimiento de congelación en aire y deshielo en agua, acelerados, se debe emplear más del 20% del tiempo previsto para el ciclo.

F.3.3. Finalizado el período de enfriamiento, las temperaturas en el centro de las probetas de control serán de $-18 \pm 2^{\circ}\text{C}$ y al final del período de calentamiento la temperatura será de $4 \pm 2^{\circ}\text{C}$, procurando que las probetas nunca alcancen una temperatura inferior a -19°C ni superior a 6°C .

F.3.4. La diferencia de temperatura entre el centro de la probeta y su superficie, en ningún momento excederá de 28°C .

F.3.5. El período de transición entre las fases de congelación y deshielo del ciclo, no excederá de 10 min, excepto cuando se termine un intervalo de ciclos de congelación y deshielo, y las probetas se prueben de acuerdo con lo indicado en la Fracción F.4. de este Manual.

F.3.6. El tiempo requerido para que la temperatura en el centro de una probeta cualquiera pueda reducirse de 3 a -16°C , será mayor que la duración del período de enfriamiento; y el tiempo requerido para que la temperatura en el mismo centro, se eleve de -16 a 3°C será mayor que la mitad de la duración del período de calentamiento.

F.3.7. Cuando se realicen comparaciones entre probetas, el tiempo requerido para cambiar la temperatura en el centro de cualquiera de ellas, de 2 a -12°C , diferirá menos de $\frac{1}{6}$ de la

duración del período de enfriamiento en cualquier probeta; mientras que el lapso para cambiar la temperatura en el centro de cualquiera de las probetas, de -12 a 2°C, diferirá menos de $\frac{1}{3}$ de la duración del período de calentamiento en cualquier probeta.

- F.3.8.** Se debe considerar que en algunos casos, las condiciones de tiempo y temperatura uniforme pueden controlarse convenientemente manteniendo dentro de la cámara del aparato de congelación y deshielo una cantidad de probetas igual a la capacidad total de ésta durante toda la prueba. Cuando no sea posible disponer de una cantidad de probetas igual a la capacidad de la cámara, se usarán probetas de relleno elaboradas con concreto similar al de las probetas de prueba, para ocupar los espacios vacíos; lo que también ayuda a mantener un nivel constante de solución en la probeta y en el tanque.
- F.3.9.** Para probetas de concreto compuestas de diversos materiales y dosificaciones, o con propiedades térmicas diferentes, es aconsejable que tales probetas se prueben independientemente.
- F.3.10.** Para el ciclo de congelación y deshielo, se efectuarán mediciones de temperatura, tanto en las probetas de control de un concreto similar como en las probetas bajo prueba, en las que en todas ellas se hayan colocado dispositivos adecuados para medir la temperatura. Las probetas de control se cambiarán frecuentemente de posición, de tal forma que indiquen las variaciones máximas de temperatura en diferentes lugares de la cámara.
- F.4.** Cuando en forma previa se estime que las probetas puedan deteriorarse rápidamente, se probarán por frecuencia fundamental transversal a intervalos que no excedan de 10 ciclos.
- F.5.** Concluida la fase de deshielo del último ciclo del intervalo, las probetas se sacan del aparato en condiciones de deshielo, y para asegurarse que éstas están completamente descongeladas y a una temperatura de entre 3 y 8 °C, se colocan en el tanque con control de la temperatura o se mantienen dentro de la cámara del aparato de congelación y deshielo por un tiempo suficiente para que alcancen dicha temperatura.
- F.6.** Una vez verificado que las probetas se encuentran a la temperatura antes especificada, se determina la frecuencia fundamental transversal de cada una de ellas, como se indica en el Inciso F.1.1. de este Manual, que se registra como n_c , donde el subíndice c indica el número de ciclos de congelación y deshielo a los que se ha sometido la probeta. Posteriormente se obtienen sus masas y se regresan al aparato, tomándose las precauciones necesarias para que mientras se encuentren fuera de la cámara de congelación y deshielo, se protejan contra la pérdida de agua.
- F.7.** Empleando la frecuencia fundamental transversal y mediante la expresión descrita a continuación, se calcula el módulo de elasticidad dinámico relativo después de c ciclos de congelación y deshielo de cada una de las probetas:

$$P_c = \frac{n_c^2}{n^2} \times 100$$

Donde:

P_c = Módulo de elasticidad dinámico relativo después de c ciclos de congelación y deshielo, (%)

n = Frecuencia transversal fundamental a cero ciclos de congelación y deshielo, (adimensional)

n_c = Frecuencia transversal fundamental después de c ciclos de congelación y deshielo, (adimensional)

- F.8.** Se recomienda que la frecuencia fundamental longitudinal y que la frecuencia fundamental torsional se determinen inicialmente, como se indican en los Incisos F.1.2. y F.1.3. de este Manual, como una comprobación acerca de la precisión en la determinación de la frecuencia fundamental transversal, además de que la frecuencia fundamental torsional se determine inicial y periódicamente como una comprobación del valor de la relación de Poisson.
- F.9.** Después de efectuar las determinaciones señaladas en la Fracción F.5. de este Manual y antes de colocar nuevamente las probetas en la cámara del aparato, se enjuaga ésta con agua limpia y se regresan las probetas a la misma colocándolas aleatoriamente.
- F.10.** La prueba se continúa hasta que las probetas se hayan sometido a 300 ciclos o el módulo de elasticidad dinámico relativo de cada probeta alcance el 60% del módulo inicial, lo que ocurra primero. No es recomendable que las probetas se continúen probando cuando el módulo de elasticidad relativo se encuentre abajo del 50%, debido al peligro de que se deterioren los recipientes para las probetas.
- F.11.** Cuando alguna probeta presente fallas, se retira de la cámara del aparato de congelación y deshielo, siendo remplazada por una probeta de relleno durante el resto de la prueba, a fin de conservar condiciones uniformes y cumplir en todo momento con lo establecido en el Inciso F.3.8. de este Manual.

G. CONSIDERACIONES ESPECIALES

G.1. PROCEDIMIENTO DE CONGELACIÓN Y DESHIELO ACELERADOS EN AGUA

Si por falla del equipo u otras razones es necesario interrumpir los ciclos de congelación y deshielo durante un período establecido, las probetas se mantendrán a la temperatura de congelación en los recipientes y rodeadas de hielo, si es posible. Si esto no es posible, se cubrirán y sellarán en condición húmeda, con un material impermeable que prevenga la deshidratación, guardándolas en un refrigerador o en un cuarto frío, manteniendo la temperatura a $-18 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$.

G.2. PROCEDIMIENTO DE CONGELACIÓN EN AIRE Y DESHIELO EN AGUA, ACELERADOS

Cuando se utiliza este procedimiento, se considerará lo indicado en la Fracción anterior, aunque en general esto es indeseable para las probetas que deben permanecer en condición de deshielo por más de dos ciclos; sin embargo, se podrán permitir aun periodos más largos si esto ocurre sólo una o dos veces durante la prueba.

H. CÁLCULOS Y RESULTADOS

- H.1.** Se reportan como resultado los módulos de elasticidad dinámicos relativos de cada una de las probetas ensayadas, obtenidos a lo largo de la prueba para los diferentes ciclos de congelación y deshielo a los que fueron sometidas, de acuerdo con lo indicado en la Fracción F.6. de este Manual.
- H.2.** Se calcula y reporta, para cada probeta, el factor de durabilidad, mediante la siguiente expresión:

$$FD = \frac{PN}{M}$$

Donde:

FD = Factor de durabilidad de las probetas

P = Módulo de elasticidad dinámico relativo a N ciclos, (%)

N = Número de ciclos a los cuales P alcanza el valor mínimo especificado para concluir la prueba, o el número de ciclos a los cuales se dará por terminada la prueba, cualquiera que sea menor

M = Número de ciclos especificados a los cuales se termina la prueba

H.3. Además, como parte de la prueba se reportan los siguientes datos:

H.3.1. Propiedades de la mezcla de concreto:

- Tipo y proporcionamiento de cemento, agregado fino y agregado grueso, incluyendo el tamaño máximo y granulometría o designación del índice de granulometría y relación agua-cemento.
- Clase y proporción de cualquier aditivo usado.
- Contenido de aire en el concreto fresco.
- Masa unitaria del concreto fresco.
- Consistencia del concreto fresco.
- Contenido de aire en el concreto endurecido (compacidad).
- Procedencia de las probetas. Si las probetas se extraen del concreto endurecido, se anotan las dimensiones, forma y ubicación de la probeta en el elemento estructural, así como cualquier otra información relevante.

H.3.2. Procedimiento de mezclado, moldeado y curado, precisando las diferencias con los procedimientos normales.

H.3.3. Dimensiones y masa de las probetas de concreto elaboradas y curadas en el laboratorio, previo a los ciclos de congelación y deshielo.

H.3.4. Tipo de procedimiento empleado para determinar la resistencia a la congelación y deshielo del concreto.

H.3.5. Factor de durabilidad de cada probeta, factor de durabilidad promedio de cada grupo de probetas similares y el valor especificado para el módulo dinámico relativo mínimo y número máximo de ciclos. Se recomienda que el resultado de la probeta y el promedio de resultados de cada grupo de probetas similares, se grafiquen con los valores del módulo de elasticidad relativo en función del tiempo, expresado como número de ciclos de congelación y deshielo.

H.3.6. Pérdida o aumento de masa de cada probeta y el valor promedio de cada grupo de probetas similares.

H.3.7. Cualquier defecto apreciado durante la prueba en cada probeta, y el número del ciclo en que aparece ese defecto.

I. PRECAUCIONES

Para evitar errores durante la ejecución de la prueba, se observarán las siguientes precauciones:

- I.1. Que la prueba se realice en un lugar cerrado, bien ventilado, limpio y libre de corrientes de aire, de cambios de temperatura y de partículas que provoquen la contaminación del material.
- I.2. Que todo el equipo para la prueba de congelación y deshielo esté perfectamente limpio y que los sistemas de refrigeración y calefacción del termostato trabajen correctamente.
- I.3. Que la balanza se encuentre debidamente calibrada y que la mesa donde se use, esté firme y horizontal.

- I.4. Que los moldes estén perfectamente limpios, sin residuos de otras mezclas o de partículas que afecten la probeta de concreto.
- I.5. Que durante la ejecución de la prueba, la temperatura del medio intercambiador de calor sea uniforme en toda la cámara, con una tolerancia de $\pm 3,3^{\circ}\text{C}$, en cualquier momento y punto de la superficie de un recipiente que contenga la probeta, en el procedimiento de congelación y deshielo acelerados en agua o sobre la superficie de cualquier probeta para el procedimiento de congelación en aire y deshielo en agua, acelerados; excepto durante el periodo de transición entre la congelación y el deshielo.
- I.6. Que todas las probetas que se vayan a comparar unas con otras, inicialmente sean de las mismas dimensiones nominales.

J. CONCORDANCIA CON OTRAS NORMAS

NORMAS	DESIGNACIÓN
Determinación de la Resistencia del Concreto a la Congelación y Deshielo Acelerado	NMX-C-205-1979

K. BIBLIOGRAFÍA

American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), T 161-94, *Resistance of Concrete to Rapid Freezing and Thawing*.

