

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

PARTE: **2. MATERIALES PARA ESTRUCTURAS**

TÍTULO: 02. Materiales para Concreto Hidráulico

CAPÍTULO: 055. Muestreo de Concreto Hidráulico

A. CONTENIDO

Este Manual describe los procedimientos para la obtención de muestras del concreto fresco a que se refiere la Norma N·CMT·2·02·005, *Calidad del Concreto Hidráulico*, a fin de comprobar que cumplan con los requisitos de calidad descritos en dicha Norma.

B. DEFINICIÓN

El muestreo consiste en obtener una porción representativa de una mezcla de concreto fresco tal y como es entregado en la obra, que se llevará a cabo inmediatamente después del proceso de descarga del tambor de la mezcladora o del vehículo de transportación, considerando la obtención de muestras para prueba y muestras testigo. El muestreo incluye además las operaciones de llenado de los moldes, envasado, identificación, curado inicial y transporte de las muestras.

C. REFERENCIAS

Este Manual se complementa con la Norma N·CMT·2·02·005, *Calidad del Concreto Hidráulico* y los Manuales M·MMP·2·02·056, *Revenimiento del Concreto Fresco* y M·MMP·2·02·064, *Temperatura del Concreto Fresco*.

D. EQUIPO Y MATERIALES

El equipo para la ejecución del muestreo estará en condiciones de operación, 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. RECIPIENTE PARA MUESTREO

Con capacidad mínima de 15 L, de acero inoxidable, fierro fundido u otro material no absorbente y no reactivo con la pasta de cemento.

D.2. CHAROLA

De acero inoxidable, fierro fundido u otro material no absorbente y no reactivo con la pasta de cemento, de dimensiones suficientes para contener la muestra.

D.3. CUCHARÓN

Con capacidad aproximada de 1 L, de acero inoxidable, fierro fundido u otro material no absorbente y no reactivo con la pasta de cemento.

D.4. MOLDES CILÍNDRICOS O CÚBICOS

Los moldes serán de acero, hierro fundido u otro material no absorbente y no reactivo con el concreto de cemento Pórtland u otros cementantes hidráulicos; además, tendrán que conservar su forma y dimensiones bajo condiciones severas de uso y ser impermeables y estancos. Se usará un material sellador adecuado, como una grasa pesada, plastilina u otros materiales por fuera del molde para prevenir filtraciones a través de las juntas. En caso de ser de dos piezas, contarán con dispositivos para sujetar firmemente la placa base de las paredes laterales de los moldes. Antes de usarse, se revestirán con aceite mineral o material no reactivo con los ingredientes del concreto. La dimensión menor de los moldes será como mínimo tres veces mayor que el tamaño máximo nominal del agregado.

D.4.1. Cilíndricos

Con una relación altura-diámetro de 1 a 2, cuyas dimensiones más comunes son 30 cm de altura y 15 cm de diámetro, estará formado por dos partes en media caña unidas mediante un dispositivo de cierre-apertura en forma longitudinal, de tal manera que al cerrar el cilindro este no se deforme ni permita fugas del concreto que contenga, y al abrirlo cuente con un espesor suficiente para contener la muestra sin deformarse. Podrán usarse junto con una base cuadrada que generalmente es de 18 x 18 cm, del mismo metal, pero de mayor espesor, así como con una tapa metálica que asegure que la superficie de la muestra no se contamine y no se pierda agua, sin embargo, en cualquier caso, se tomará en cuenta lo indicado en la Fracción F.5. de este Manual.

El plano definido por el borde del cilindro será perpendicular a su eje longitudinal. Las dimensiones del molde no variarán de los valores especificados en más de 1 % en su diámetro, ni en 1 % del valor nominal en su altura; ningún diámetro diferirá de cualquier otro en más del 2 %. Estarán provistos de una base metálica maquinada, en el caso de moldes metálicos; o en el caso de otros materiales, la base será del mismo material que el de las paredes del molde o metálicas, con planos lisos y con elementos para sujetar las paredes firmemente a la base del molde, con su plano perpendicular al eje del molde.

D.4.2. Cúbicos

De 7,5, 10, 15 o 20 cm por lado. Las paredes que son adyacentes serán perpendiculares entre sí, con una desviación máxima de 0,5°. En todas las dimensiones se acepta una variación máxima de 1 % de su dimensión nominal. Las caras internas serán planas, aceptando una desviación de hasta 0,05 mm.

D.5. ENVASE CON TAPA

Para transportar la muestra al laboratorio, de 19 L de capacidad, de un material no absorbente, sin indicios de maltrato y sin deformaciones, cuya tapa selle correctamente no permitiendo el paso de aire.

D.6. VARILLAS DE COMPACTACIÓN

D.6.1. Varilla larga

Barra de acero de sección circular, recta, lisa, de 16 mm \pm 1,5 mm ($\frac{5}{8}$ in) de diámetro y 60 cm \pm 30 mm de longitud, con uno de los extremos de forma semiesférica del mismo diámetro de la varilla.

D.6.2. Varilla corta

Barra de acero de sección circular, recta, lisa, de 10 mm \pm 1 mm ($\frac{3}{8}$ in) de diámetro y 30 cm \pm 15 mm de longitud, con uno de los extremos de forma semiesférica del mismo diámetro de la varilla.

D.7. GUANTES

De material no absorbente y resistente a los componentes del cemento.

D.8. DESMOLDANTE MINERAL

Que permita la fácil extracción de las muestras endurecidas de los moldes cilíndricos y cúbicos sin que los contamine.

D.9. VIBRADOR DE INMERSIÓN

De flecha flexible o rígida, accionada por un motor eléctrico, con una frecuencia de vibrado de 9 000 o más vibraciones por minuto. El diámetro externo o la dimensión lateral del cabezal no será mayor a $\frac{1}{4}$ del diámetro del cilindro o $\frac{1}{4}$ de la dimensión lateral del molde cúbico. La longitud combinada de la flecha y el cabezal excederá cuando menos 7,5 cm a la profundidad máxima de la sección que está vibrando. Contará con un tacómetro para comprobar la frecuencia de vibración.

D.10. ENRASADOR

Regla metálica con bisel de 200 mm de longitud mínima.

D.11. MAZO

Con cabeza de neopreno y mango de madera, con una masa de 600 ± 200 g.

E. PROCEDIMIENTO PARA LA OBTENCIÓN DE LAS MUESTRAS**E.1. CONSIDERACIONES PREVIAS**

Previamente al muestreo, se comprobará que toda el agua especificada en el diseño de la mezcla haya sido agregada, permitiendo así que el concreto sea homogéneo.

E.2. TAMAÑO DE LA MUESTRA**E.2.1. Muestra para prueba del revenimiento**

Se toma una porción de concreto correspondiente al volumen del cono de revenimiento, de acuerdo con lo indicado en el Manual M·MMP·2·02·056, *Revenimiento del Concreto Fresco*.

E.2.2. Muestra para prueba de temperatura

Se toma una porción de concreto que permita realizar el procedimiento descrito en el Manual M·MMP·2·02·064, *Temperatura del Concreto Fresco*.

E.2.3. Muestras para cilindros

Se toma una porción de concreto mínima de 28 L o la cantidad suficiente para asegurar la elaboración de los cilindros para las pruebas de resistencia y para al menos 2 muestras testigo.

E.2.4. Muestras para cubos

Se toma una porción de concreto mínima de 28 L o la cantidad suficiente para asegurar la elaboración de los cubos para las pruebas de resistencia y para al menos dos muestras testigo.

E.3. FRECUENCIA Y TIEMPO DE UTILIZACIÓN

Se realiza un muestreo distinto para cada tipo de concreto, para cada edad, con la frecuencia indicada en la Tabla 1 de este Manual, por día de colado y con el mínimo de muestras señalado para cada caso.

TABLA 1.- Frecuencia de muestreo

Número de entrega (camión)	Número mínimo de muestras
1	1
2 a 4	2
5 a 9	2
10 a 25	3
26 a 49	4
50 en adelante	5

El intervalo entre la obtención de la primera y la última porción de una muestra no excederá de 15 min, y el periodo entre la toma de la muestra y el llenado de los cilindros o cubos de prueba, no excederá de 15 min. La prueba de contenido de aire incluido se iniciará dentro de los 5 min después de que el muestreo haya terminado.

La determinación del revenimiento se ejecutará de forma previa al proceso de muestreo, debido a que constituye un criterio de aceptación y rechazo del concreto fresco. Solo en casos de que el revenimiento se encuentre dentro de los límites especificados, se procederá a la obtención de las muestras correspondientes.

E.4. CONSIDERACIONES PARTICULARES SEGÚN EL TIPO DE MUESTREO

E.4.1. Muestreo en planta premezcladora

Cuando el muestreo se realiza en planta premezcladora, antes de tomar la muestra se dejan pasar aproximadamente 7 min después de concluido el mezclado. Se realiza el despunte estimado de 10 L mínimo y se toma la muestra interceptando con el recipiente totalmente el flujo de la descarga del canalón con la mezcla.

E.4.2. Muestreo de concreto proveniente de mezcladoras estacionarias

La muestra se obtiene aproximadamente a la mitad del proceso de descarga del tambor de la mezcladora, para lo cual el flujo del concreto se intercepta con un recipiente de muestreo, o bien, se desvía de tal manera que descargue directamente en el recipiente.

Durante la operación se tendrá cuidado de no restringir el flujo de la mezcladora con cualquier herramienta, equipo o compuerta que causen segregación en el concreto fresco.

E.4.3. Muestreo de concreto proveniente del camión mezclador

La muestra se toma en tres o más intervalos, durante cada uno de los cuales se intercepta todo el flujo de la descarga mediante un recipiente, o se desvía el flujo de tal forma que descargue directamente sobre el recipiente, teniendo en cuenta que la velocidad de descarga se controlará mediante el número de revoluciones de la olla del camión mezclador y no por la mayor o la menor abertura de la compuerta.

Durante esta operación se tendrá presente que no se tomará concreto ni antes del 15 % ni después del 85 % del volumen de descarga.

E.4.4. Muestreo de concreto proveniente de camiones de volteo o de caja sin agitadores u otro tipo de vehículos

En este caso, la muestra podrá obtenerse durante el proceso de descarga del vehículo o una vez que el concreto haya sido descargado. El procedimiento más apropiado será aquel que mejor se ajuste a las condiciones de trabajo, tomando en cuenta lo indicado en los Incisos E.4.2. y E.4.3. de este Manual, según corresponda.

E.5. REMEZCLADO DE LA MUESTRA

Una vez extraída la muestra y previamente al envasado o llenado de los moldes, será necesario el remezclado del concreto en el mismo recipiente para muestreo donde se obtenga la muestra antes de la elaboración de los especímenes, para lo cual se toma el concreto del recipiente de muestreo de tal forma que sea representativo de la revoltura y moviendo con el cucharón alrededor del borde superior del recipiente de muestreo mientras se descarga el concreto al recipiente, asegurando una distribución uniforme de la mezcla y que se reduzca la segregación del agregado grueso.

F. ENVASE, LLENADO DE LOS MOLDES CILÍNDRICOS Y CÚBICOS, IDENTIFICACIÓN, TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

F.1. ENVASE DE LAS MUESTRAS DE CONCRETO FRESCO

Si se requiere transportar la muestra completa al laboratorio, esta se protegerá de los rayos solares, el viento y otros factores que pudieran ocasionar deterioro o degradación del concreto, como una rápida evaporación del agua o su contaminación; para ello, se envasará en el recipiente que se refiere en la Fracción D.5. de este Manual, que se encontrará perfectamente limpio y seco antes de ser llenado. Durante el envase se tendrán las siguientes precauciones:

F.1.1. Especial cuidado de no sobrepasar el periodo de utilización de la muestra indicado en la Fracción E.3. de este Manual.

F.1.2. Que el recipiente quede perfectamente tapado, con objeto de evitar pérdidas o alteración de su contenido.

F.1.3. Que las muestras no se contaminen con polvo u otras materias extrañas.

F.2. LLENADO DE LOS MOLDES CILÍNDRICOS

Se realiza en el sitio de la obra con el concreto fresco de una muestra recién obtenida, en el lugar donde se almacenarán durante las primeras 24 h, mediante el siguiente procedimiento:

F.2.1. Antes de su llenado, los moldes se colocarán en un lugar nivelado, libre de vibraciones, evitando los movimientos bruscos, golpes y rayado en la superficie de los especímenes. Se les aplicará previamente un desmoldante mineral, no permitiéndose el uso de aceite quemado o diésel.

F.2.2. Con el cucharón se toma una porción de concreto representativa de la muestra y se vierte dentro del molde con el número de capas y modo de compactación indicados en la Tabla 2 de este Manual, varillando o vibrando cada capa con el extremo redondeado de acuerdo con lo indicado en la Tabla 3 de este Manual, compactando la capa inferior en todo su espesor.

TABLA 2.- Número de capas requeridas y modo de compactación de los especímenes cilíndricos

Diámetro del espécimen mm	Modo de compactación	Número de capas del mismo espesor
75 a 100	Varillado	2
150	Varillado	3
225	Varillado	4
Cuando el espécimen tiene hasta 225 de diámetro	Vibrado	2

TABLA 3.- Diámetro de la varilla y número de penetraciones empleadas para moldear los especímenes cilíndricos

Diámetro del espécimen mm	Diámetro de la varilla mm	Número de penetraciones por capa
75 a 149	10 ± 2	25
150	16 ± 2	25
200	16 ± 2	50
250	16 ± 2	75

F.2.3. Procediendo de la misma forma para cada capa subsecuente, se distribuyen las penetraciones uniformemente en toda la sección transversal del molde, permitiendo que la varilla o el vibrador penetre aproximadamente 2 cm dentro de la capa inmediata inferior.

F.2.4. La compactación del espécimen por varillado o vibrado se realizará de acuerdo con el revenimiento esperado. Los concretos con revenimiento de 3 cm o más se varillan y con revenimiento menor de 3 cm se vibran. No se usará vibración interna en cilindros con diámetro menor a 10 cm.

F.2.5. Después de compactar cada capa, se golpearán ligeramente con el mazo de hule las paredes del molde para eliminar hasta donde sea posible las oquedades que deja la varilla, como se muestra en la Figura 1 de este Manual, retirando finalmente el excedente de material, para lo cual se enrasa el molde pasando horizontalmente el enrasador metálico por su borde superior.

**FIGURA 1.- Ejemplo de llenado de moldes cilíndricos**

F.3. LLENADO DE LOS MOLDES CÚBICOS

Se realiza en el sitio de la obra con el concreto fresco de una muestra recién obtenida, en el lugar donde se almacenarán durante las primeras 24 h, mediante el siguiente procedimiento:

- F.3.1.** Antes de su llenado, los moldes se colocan en un lugar nivelado, libre de vibraciones, evitando los movimientos bruscos, golpes y rayado en la superficie de los especímenes. Se les aplicará previamente un desmoldante mineral, no permitiéndose el uso de aceite quemado o diésel.
- F.3.2.** Se coloca con el cucharón el concreto muestreado, moviéndolo alrededor del borde superior del molde al descargar el concreto para asegurar una distribución uniforme y reducir la segregación del agregado grueso. Se distribuye el concreto colocado y se varilla cada capa con el extremo redondeado o se vibra, de acuerdo con lo indicado en las Tablas 4 y 5 de este Manual. Al colocar la última capa se procura que la cantidad de concreto llene el molde, rebosándolo después de su compactación.

TABLA 4.- Número de capas requeridas y modo de compactación de especímenes cúbicos

Tamaño de cubos mm	Modo de compactación	Número de capas del mismo espesor
Hasta 200	Varillado	2
Arriba de 200	Varillado	3 o más
Hasta 200	Vibrado	1
Arriba de 200	Vibrado	2 o más

TABLA 5.- Diámetro de la varilla y número de penetraciones empleadas para compactar los especímenes cúbicos

Superficie de una cara del cubo cm ²	Diámetro de varilla mm	Número de penetraciones por capa
100 o menos	10 ± 2	25
165 a 310	10 ± 2	1 por cada 7 cm ² de superficie (24 a 44)
320 o más	16 ± 2	1 por cada 14 cm ² de superficie (23 o más)

- F.3.3** La compactación mediante varillado o vibración depende del revenimiento esperado del concreto. Los concretos con revenimiento mayor de 3 cm se varillan y los concretos con revenimiento menor de 3 cm se vibran.
- F.3.4.** Después de compactar cada capa, se golpean ligeramente con el mazo de hule las paredes del molde para eliminar hasta donde sea posible las oquedades que deja la varilla.
- F.3.5.** Se enrasa la superficie del concreto con el enrasador rígido de metal. Se efectúa el acabado con el número de pasadas necesarias para producir una superficie plana y uniforme, que esté a nivel con las orillas del molde, como se muestra en la Figura 2 de este Manual.

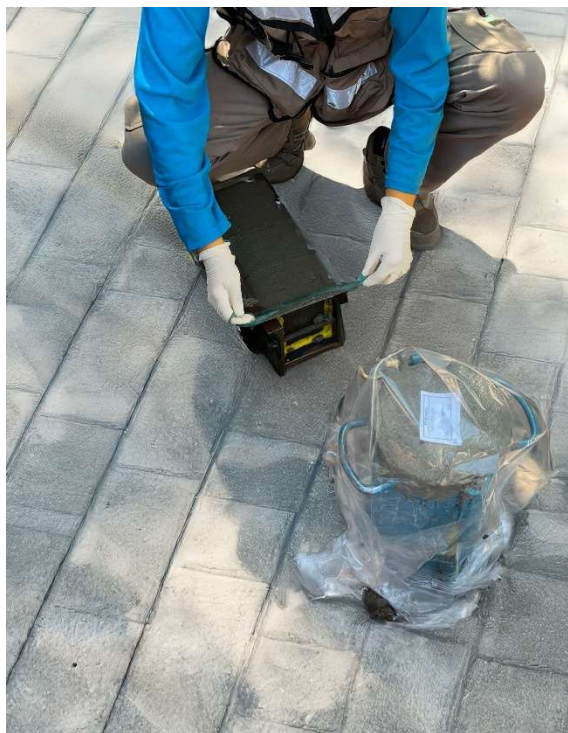


FIGURA 2.- Ejemplo de enrasador rígido para dejar la superficie plana y uniforme en cubos

F.4. IDENTIFICACIÓN

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes

Los moldes cilíndricos y cúbicos se identificarán con fecha, obra y una numeración progresiva por cada obra, empleando un marcador de tinta permanente resistente al agua. El registro completo de los cilindros se llevará en una libreta de control, el cual contendrá los siguientes datos:

- Fecha y hora del muestreo.
- Obra.
- Lugar de muestreo.
- Sitio del que se tomó la muestra.
- Número de muestra.
- Empresa que surtió el material.
- Número de remisión.
- Número del camión o vehículo despachador, en su caso, indicando su hora de salida y de llegada.
- Clase, resistencia de proyecto ($f'c$), tamaño máximo del agregado y revenimiento.
- Cantidad de m^3 que representa la muestra.
- Uso a que se destina.
- Tipo de aditivo adicionado, en su caso.
- Nombre del laboratorio.
- Domicilio.
- Nombre y firma de la persona que tomó la muestra.
- Observaciones.

F.5. TRANSPORTE Y ALMACENAMIENTO

- F.5.1.** En caso de que el laboratorio no se encuentre en la obra, las muestras correctamente envasadas se transportarán en un vehículo automotor, el cual contará en su compartimiento de carga con una tarima de madera, limpia, nivelada y sin humedad o bien con una cama de arena, de tal modo que se eviten daños por vibración o golpes.
- F.5.2.** Para evitar la evaporación del agua en los especímenes de concreto sin fraguar, se cubrirán inmediatamente después de terminados, de preferencia con una placa no absorbente y no reactiva o con una membrana de plástico durable e impermeable. La carga, descarga y transporte de las muestras de concreto fresco se efectuará de manera que se evite el derrame o la segregación del concreto. En ningún caso se podrán estibar estas muestras.
- F.5.3.** Si las muestras se transportan descimbradas, se envolverán los especímenes con materiales que aseguren la conservación de la humedad, tales como plásticos, textiles saturados de agua o incluso un lecho de arena húmeda, a fin de prevenir la desecación.
- F.5.4.** Los moldes llenos de concreto fresco permanecerán en la obra sin movimiento un lapso no menor de 24 h y no mayor a 48 h, posteriormente se efectuará su transporte al laboratorio en un vehículo automotor de acuerdo con lo indicado al inicio de esta Fracción, donde al llegar se retirarán del molde y se colocarán inmediatamente dentro de la cámara de curado.

G. CRIBADO EN HÚMEDO DE LA MUESTRA

Consiste en remover los agregados de una muestra de concreto fresco, cuyos tamaños sean mayores que el apropiado para los equipos o los moldes requeridos para llevar a cabo las pruebas para comprobar el cumplimiento de los requisitos de calidad del concreto.

Este procedimiento no es aplicable para la determinación de la masa volumétrica de la muestra de concreto fresco. Se considerará el efecto del cribado en húmedo en las pruebas de contenido de aire del concreto fresco y en la resistencia a la compresión simple.

G.1. EQUIPO

El equipo para la ejecución del cribado en húmedo de la muestra de concreto fresco estará en condiciones de operación, limpio y completo en todas sus partes.

G.1.1. Malla

Fabricada con alambre de bronce o de acero inoxidable, tejido en forma de cuadrícula, con la abertura necesaria dependiendo del tamaño del agregado pétreo del concreto hidráulico, para remover de la muestra de concreto fresco los agregados que deban ser eliminados. El tejido estará sostenido mediante un bastidor circular metálico, de lámina de bronce o latón, de 206 ± 2 mm de diámetro interior y 68 ± 2 mm de altura, sujetando la malla rígida y firmemente mediante un sistema de engargolado de metales, a una distancia de 50 mm del borde superior del bastidor.

G.1.2. Dispositivo agitador para la malla (opcional)

De acción mecánica o manual, mediante el cual se transmita un movimiento excéntrico controlado a un plato que soporte la malla y que permita remover la totalidad de los agregados deseados.

G.1.3. Charolas

De lámina galvanizada o acero inoxidable de 60 x 40 x 10 cm.

G.1.4. Cucharón

Con capacidad aproximada de 1 L.

G.1.5. Pala

De acero, de forma rectangular.

G.2. PROCEDIMIENTO DE CRIBADO EN HÚMEDO

- G.2.1.** Una fracción de la muestra obtenida según se indica en la Cláusula E. de este Manual y antes del remezclado que se señala en la Fracción E.5. de este Manual, se vierte poco a poco y cuidadosamente por la malla seleccionada, a la que se le aplica un movimiento de atrás hacia delante, ya sea a mano o mediante el dispositivo agitador para la malla, con el fin de mantener al material en constante movimiento para permitir que pase a través de las aberturas y sea recolectado en una charola.
- G.2.2.** Se desechan los agregados retenidos en la malla seleccionada, sin limpiar la pasta de cemento adherida a ellos.
- G.2.3.** Se repite el ciclo de cribado descrito en los Incisos G.2.1. y G.2.2. de este Manual, hasta recolectar una muestra cribada de tamaño suficiente para llevar a cabo las pruebas para comprobar el cumplimiento de los requisitos de calidad del concreto fresco.
- G.2.4.** Se incorpora a la muestra cribada la pasta de cemento adherida al equipo de cribado en húmedo.
- G.2.5.** Con el cucharón se remezcla la muestra cribada para lograr su homogeneidad y se procede inmediatamente a la realización de las pruebas del concreto fresco.

H. PRECAUCIONES PARA EVITAR ERRORES

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

- H.1.** Que la obtención de muestras del concreto fresco se realice de acuerdo con las condiciones ambientales prevalecientes en el lugar en el que se elaboran los especímenes y se registre la temperatura y la humedad. En el laboratorio la temperatura será uniforme, de entre 20 y 25 °C, durante la elaboración de los especímenes de prueba.
- H.2.** Que se evite la evaporación del agua en los especímenes de concreto sin fraguar, colocándolos inmediatamente después de terminados en los envases con tapa.
- H.3.** Durante la ejecución del cribado en húmedo de la muestra, se tendrá cuidado de que la cantidad de material que se vierta en la malla sea tal que el espesor de la capa de partículas retenidas, una vez realizado cada ciclo de cribado, no sea mayor que el tamaño de las partículas de mayor dimensión.

Comunicaciones

Secretaría de Infraestructura, Comunicaciones y Transportes



SUBSECRETARÍA DE INFRAESTRUCTURA
Dirección General de Servicios Técnicos
Av. Coyoacán 1895
Col. Acacias, Benito Juárez, 03240
Ciudad de México
www.gob.mx/sct



INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
Km 12+000, Carretera Estatal No. 431
"El Colorado-Galindo", San Fandila,
Pedro Escobedo, 76703, Querétaro
<https://normas.imt.mx>
normas@imt.mx