NORMAS DE CONSTRUCCIÓN DE LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA DE LA CIUDAD DE MÉXICO

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 TOMO I

CALIDAD DE LOS MATERIALES PARA OBRA CIVIL. MATERIALES BÁSICOS

CIUDAD DE MÉXICO

INTRODUCCIÓN A LA REIMPRESIÓN DE LA PRIMERA EDICIÓN (1993)

La expedición de estas Normas de Construcción se fundamenta en observancia a lo indicado en los Artículos 44 de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal y 29 inciso II del Capitulo IV de la Ley de Obras Públicas.

La elaboración de los capítulos de este libro se efectuó de acuerdo a los lineamientos establecidos por la normatividad aplicable vigente.

CIUDAD DE MÉXICO

NOTAS

1.- Estas Normas de Construcción están en constante revisión y por lo tanto pueden incorporarse modificaciones en cuanto sea necesario; se recomienda al posesionario de éstas que permanezca en contacto con la Coordinación Técnica para informarse de dichas modificaciones y pueda recibir las hojas que sea necesario agregar o cambiar para que mantenga actualizados sus tomos.

CIUDAD DE MÉXICO

2.- Primera edición 1993

3.- Reimpresión vigente a partir del 1° de mayo de 2008

4.- Las páginas en las que en su pie se indica vigencia diferente a ésta, corresponde a un capítulo nuevo o alguno que tuvo modificación.

ÍNDICE

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES BÁSICOS

Capitulo	001	Generalidades
Capitulo	002	Piedras naturales
Capitulo	003	Piedras para recubrimientos
Capitulo	004	Agregados pétreos para concretos y morteros hidráulicos
Capitulo	005	Materiales para terracería y terracerías
Capitulo	006	Materiales para revestimientos, sub-bases y bases
Capitulo	007	Materiales pétreos para carpetas y mezclas asfálticas
Capitulo	008	Materiales asfálticos
Capitulo	009	Tezontle
Capitulo	010	Bentonita y aditivos para perforación
Capitulo	011	Yeso calcinado
Capitulo	012	Cal hidratada
Capitulo	013	Cemento hidráulico
Capitulo	014	Acero para refuerzo de concreto
Capitulo	015	Acero estructural
Capitulo	016	Malla de alambre de acero para cercas
Capitulo	017	Metal de aporte para uniones soldadas
Capitulo	018	Agua para mezclas
Capitulo	019	Madera estructural aserrada
Capitulo	020	Madera para obra negra en hojas contrachapadas
Capitulo	021	Madera en tiras para acabados
Capitulo	022	Madera para acabados en hojas contrachapadas
Capitulo	023	Tabla de madera prensada
Capitulo	024	Tabiques y bloques cerámicos
Capitulo	025	Bloques de concreto para muros y losas
Capitulo	026	Piezas de arcilla recocida para recubrimientos en muros y pisos
Capitulo	027	Ladrillos y tabiques de arcilla recocida
Capitulo	028	Sello para Capa de Rodamiento
Capitulo	029	Residuos de la construcción reciclados
Capitulo	030	Agregados pétreos para filtros.
Capitulo	031	Fierro galvanizado por inmersión en caliente en el Índice.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES BÁSICOS
CAPÍTULO 001 GENERALIDADES

En este capítulo, se describe el contenido de este libro 4 y se especifica lo que trata cada cláusula en lo referente a las normas de calidad de productos utilizados en la construcción, traducidas en requisitos, tolerancias, transporte, almacenamiento y bases de aceptación, que deberán cumplir los diversos materiales y productos utilizados en las obras, aplicando para ello métodos de prueba, para comprobar los requisitos establecidos y decidir sobre la aceptación o rechazo de ellos, por parte del Gobierno del Distrito Federal, para asegurar la calidad y el buen funcionamiento o comportamiento de éstos en las obras por realizar.

La primera sección denominada "MATERIALES BÁSICOS", trata de normas correspondientes a materiales usados en su forma natural o con una variante inicial, como son, entre otros: los materiales pétreos, terracerías, revestimientos, materiales asfálticos, lodos bentoníticos, yeso, cementantes hidráulicos, productos de acero, soldadura, agua, maderas y piezas de cerámica, piezas de concreto, barro y arcilla recocida y otras; éstos constituyen un insumo base para la composición de un concepto de trabajo en construcción, sin ser compuestos muy elaborados.

En la segunda sección denominada "MATERIALES COMPUESTOS", se tratan las normas relativas a materiales que precisan de dos o más materiales básicos (considerando o no los de la sección primera) para su integración, incluyendo: mezclas asfálticas y sus aditivos, pastas y lechadas, concretos y sus aditivos, materiales para curado de concreto, placas de hule sintético (neopreno), productos de fibrocemento, productos de fibra de vidrio epóxicos, lámparas, válvulas, piezas especiales y accesorios para tuberías de acero, tubos y conexiones para instalaciones y usos eléctricos, perfiles de lámina y aluminio, materiales para recubrimiento, acabados y pisos, muebles para baño y cerraduras para puertas; mismos, que constituyen un concepto de trabajo en construcción y su composición es más elaborada que los materiales considerados en la primera sección.

Para precisar el significado de algunos de los términos empleados en este libro, mismos que, o no son conocidos, o siéndolo, tienen una connotación especial, se formulan las definiciones de estos términos en el capítulo 002 del Libro 1, Glosario de Términos; recurriendo en su caso, al significado según el idioma español y en el otro, al significado especial del argot industrial y de la construcción.

CIUDAD DE MÉXICO

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Para cada capítulo del Libro 4, en esta cláusula, se definirá y clasificará el producto en él tratado.

B. REFERENCIAS

B.01. Las referencias que se hagan en la cláusula B de los capítulos que integran el libro en cuestión, corresponden a normas de materiales de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial, del Gobierno del Distrito Federal y/o de otras dependencias, organismos o instituciones de reconocimiento oficial, que sirvan para el sustento del capítulo en conceptos afines no tratados directamente en él, evitando repetición y duplicación del trabajo.

Debe entenderse que estas normas de referencia, serán las vigentes en el momento de verificación de los requisitos del material de que se trate.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. En esta cláusula, se establecen los parámetros y límites de las características que deben cumplir los materiales para que el Gobierno del Distrito Federal los acepte.

C.02. Asimismo, se señalan las características que deben tener los envases para los materiales que vayan a emplearse en la obra por ejecutar, ya sea que se trate de materiales envasados o a granel, así como las condiciones de transporte.

CIUDAD DE MEXICO

C.03. Se establecen también, las condiciones que el contratista debe cumplir en relación al almacenaje y protección de los materiales durante el tiempo previo a su utilización; en términos generales, los almacenes deben estar acondicionados para evitar humedad, evaporación o congelación y el almacenamiento del material debe ser en tal forma, que la identificación, inspección y muestreo de los materiales en sus diferentes embarques, sea fácil en cualquier momento y posición.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. En esta cláusula, se indican las diferentes pruebas a las cuales debe someterse el material, de acuerdo a lo señalado en sus normas específicas, o con los métodos que señale el proyecto, o el Gobierno del Distrito Federal, para determinar sus características cualitativas.

También debe señalarse en esta cláusula, el proceso de muestreo representativo de los materiales y el tamaño de las muestras, en función del tipo y cantidad de materiales por utilizar.

D.02. Cuando en la cláusula de Muestreo y Pruebas, no se establezcan los indicadores del muestreo, o se trate de algún material nuevo y haya necesidad de diseñar muestras para la verificación de parámetros de calidad en el proceso de fabricación, se procederá como sigue:

a. Cuando se vaya a clasificar en la planta de fabricación, se trate de un proceso continuo y existan registros de pruebas y resultados, se podrá seguir el procedimiento que a continuación se describe:

1. El producto.- Describir específicamente el producto del que se verificará alguna característica.

2. La característica.-Describir la característica particular que se desea verificar, en cuanto a calidad y asignar el valor que como requisito debe cumplir, sea este valor especificado en la Norma Mexicana, u Oficial Mexicana correspondiente, o establecido por el solicitante.

3. Resultados históricos.- De las estadísticas de fabricación, definir el rango de variación histórica del parámetro en cuestión, su medida de tendencia central y su medida de dispersión (determinar si su comportamiento es normal o de otro tipo).

4. Error deseado.- Definir el error máximo en que se pueda incurrir en la estimulación del valor del parámetro que se pretende calificar, sea promedio, histórico, o cualquier otro, incluyendo los valores extremos de rango. (La determinación del error, es importante, porque en función de éste será el tamaño de la muestra; a mayor error, menor tamaño y a la inversa).

5. Nivel de confianza.- Definir el nivel de confianza con el cual se desea hacer el pronóstico de la cuantificación del parámetro; es decir, definir en función de una variable normalizada, el valor probabilístico con el cual deseamos estar en lo cierto, respecto de nuestra determinación (valores de 90% o mayores son altamente confiables).

6. Población a investigar.- Definir el tamaño de la población que se va a investigar y de la cual se va a decir algo al respecto de un parámetro particular, que se pretende calificar (en el caso de un muestreo en proceso productivo, el tamaño de la población se considera infinito, dado que no tiene fecha de terminación previsible).

CIUDAD DE MÉXICO

7. Tamaño de muestra.- Si la forma de distribución frecuencial ha resultado normal (gaussiana) y el tamaño de población es infinito, la expresión para determinar el tamaño de muestra con la cual estimaremos la medida del parámetro de toda la población, es:

$$n = z^2 \bullet \frac{s_x^{\ 2}}{e^2}$$

En donde:

n = número de elementos que conformarán la muestra.

z = valor normalizado relacionado con el nivel de confianza.

Sx = desviación estándar como medida de dispersión del parámetro en cuestión (histórico).

e = error máximo en la estimación de la medida.

NOTA: En la expresión anterior, observamos que el tamaño de la muestra, es directamente proporcional al nivel de confianza deseado y a la dispersión de valores, con respecto al promedio o media; e inversamente proporcional al error deseado en la estimación, que ya se habrá comentado.

8. Obtención de elementos para conformar las muestras.- La referencia para obtener las muestras en el número n de elementos determinado en el párrafo anterior, debe corresponder a la forma como se lleva a cabo normalmente la fabricación de elementos en el proceso productivo continuo, sólo que los n elementos no se tomarán en forma consecutiva, sino de acuerdo a la secuencia numérica que señale una tabla de números aleatorios.

9. Interpretación.- Los valores correspondientes a los n elementos de la muestra seleccionados en forma aleatoria, estarán en la distribución histórica, estratégicamente ubicados (unos a la izquierda y otros a la derecha del promedio), de manera que el promedio de éstos, esté muy cerca del promedio real de la población, con un error o desviación con respecto de éste, no mayor al establecido en el párrafo 4 anterior.

Esto lo podemos expresar gráficamente, suponiendo que hacemos la determinación de tres tamaños de muestra para tres casos de error máximo deseado en la estimación del parámetro. (Ver Figura 1).

CIUDAD DE MÉXICO

Ejemplo:

Determinar el tamaño de muestra, para estimar la medida del parámetro que se señala para el siguiente producto, en un proceso continuo de fabricación.

Producto:	Acero de refuerzo grado 400, según NMX-123-SCFI
Parámetro:	Límite de fluencia
Especificación :	Límite de fluencia mínimo = 400 MPa
Estadística histórica:	Rango de variación de 400 MPa a 440MPa
Promedio :	420 MPa
Desviación estándar:	75MPa
Error máximo permitido	Caso 1: 2,5 MPa Caso 2: 5,0 MPa Caso 3: 15,3 MPa
Nivel de confianza deseado: todos los casos	98% (z = 2,05)
Tamaño de población:	infinito
Expresión para calculo:	$n = z^2 \bullet \frac{s_x^{\ 2}}{e^2}$
Tamaño de muestra:	Caso 1: 38 elementos Caso 2: 9 elementos Caso 3: 1 elementos
Interpretación:	En la Figura 1, se representa gráficamente cada uno de los casos de error máximo deseado y elementos de las muestras.

CIUDAD DE MÉXICO

En cada caso el promedio de resultados en la muestra no debe variar en ± 2.5, ± 5.0 ó ±15.3 MPa con respecto a los 420 MPa y en ningún caso el valor será menor a 400 MPa.

b. Para el diseño de muestra en la verificación de parámetros de calidad en el proceso de fabricación en planta, cuando el proceso sea continuo y no existan registros de pruebas y resultados, o no se quieran tomar en cuenta, se podrá seguir el siguiente procedimiento:

1. El producto.- Describir específicamente el producto del que se verificará alguna característica.

2. La característica.- Describir la característica particular que se desea verificar en cuanto a calidad, y asignar el valor que como requisito debe cumplir, sea este valor especificado en la Norma Mexicana u Oficial Mexicana correspondiente, o establecida por el solicitante.

3. Estimación de valores.- Suponer para la característica y producto ∞∞cuestión, un rango de variación, una medida de tendencia central, una medida de dispersión y un tipo de comportamiento (normal o gaussiano), considerando un número grande de elementos.

4. Error deseado.- Definir el error máximo en que se pueda incurrir en la estimulación del valor del parámetro, valor que estará comprendido entre la diferencia del promedio real y el calculado con la muestra. La definición del error es importante, porque en función de éste, será el tamaño de la muestra; a mayor error, menor tamaño y a la inversa.

5. Nivel de confianza.- Definir el nivel de confianza con el cual se desea hacer el pronóstico de la cuantificación del parámetro; es decir, definir en función de una variable normalizada, el valor probabilístico con el cual deseamos estar en lo cierto, respecto de nuestra determinación (valores de 90% y mayores son altamente confiables).

6. Población a investigar.- Es un proceso continuo o como el previsto, se debe considerar una población grande con tendencia a infinito ($N \rightarrow \infty$.

7. Tamaño de muestra.- Si la forma de distribución frecuencial ha resultado normal (gaussiana) y el tamaño de población es infinito, la expresión para determinar el tamaño de muestra con la cual estimaremos el parámetro de toda la población, es:

CIUDAD DE MÉXICO

$$n = z^2 \bullet \frac{s_x^{\ 2}}{e^2}$$

en donde:

n = Número de elementos que conformarán la muestra en primera instancia.

z = Valor normalizado relacionado con el nivel de confianza.

Sx = Desviación estándar de variación del parámetro en cuestión supuesto.

e = Error máximo permitido entre promedio obtenido de la muestra y el real de población.

8. Obtención de los elementos para conformar las muestras.- La referencia para obtener las muestras en el número n de elementos determinado en el párrafo anterior, deberá corresponder a la forma como se lleva o debiera llevarse a cabo normalmente la toma de elementos en el proceso productivo continúo, sólo que los n elementos de las muestras, no se tomarán en forma consecutiva, sino de acuerdo a la secuencia numérica que señala una tabla de números aleatorios.

9. Determinación de los primeros valores tentativos.- A los n elementos de la muestra obtenidos según el párrafo 8, se les determinarán su promedio, desviación estándar y rango; en función de los cuales, se procederá desde el párrafo 3, sustituyendo valores supuestos por obtenidos.

10. Repetición del proceso.- Si la desviación estándar de la muestra resulta menor que la supuesta, se acepta la muestra, de lo contrario se recalculará y así sucesivamente.

11. Interpretación.- La interpretación es igual a la señalada en el párrafo D.02.a.9.

D.03. Para el diseño de muestras en la verificación de parámetros de calidad en el proceso de fabricación, proceso intermitente y cuando existan registros de pruebas y resultados, se tomará la expresión.

$$n = z^2 \bullet \frac{s_x^{\,2}}{e^2}\left[1 - \frac{1}{N^2}\right] \text{ en lugar de } n = z^2 \bullet \frac{s_x^{\,2}}{e^2}$$

en donde:

N = tamaño de la población (chica, o por lo menos, no infinita)

D.04. Para el diseño de muestras en verificación de parámetros de calidad en el proceso de fabricación, proceso intermitente y que no existan registros de pruebas y resultados, o no se desee tomarlos en cuenta, se tomará la expresión:

$$n = z^2 \bullet \frac{s_x^{\,2}}{e^2}\left[1 - \frac{1}{N^2}\right] \text{ en lugar de } n = z^2 \bullet \frac{s_x^{\,2}}{e^2}$$

en donde:

N = tamaño de la población (chica, o por lo menos, no infinita)

CIUDAD DE MÉXICO

D.05. En el caso de sacar muestras de producto almacenado, se procederá tomando en cuenta si se trata de materiales naturales, no manufacturados, o procesados:

a. Materiales naturales no manufacturados.- A este tipo de materiales, cualquiera que sea la cantidad, se le tienen que realizar las pruebas necesarias para ser aceptados o rechazados. A los materiales que fueron rechazados, se les podrá hacer algún proceso sencillo para mejorar sus propiedades, siempre y cuando no se alteren sus características básicas y realizarle de nuevo las pruebas correspondientes.

b. Materiales procesados o manufacturados.- La fabricación de estos materiales, generalmente está regida por una o varias Normas Mexicanas u Oficiales Mexicanas (NMX o NOM). Los productos que provengan de fabricantes prestigiados, podrán aceptarse con el certificado de calidad que por escrito acompañe al lote, junto con el certificado de SECOFIN sobre cumplimiento de calidad de la empresa y; con ello, no realizar el procedimiento de verificación; no obstante, el Gobierno del Distrito Federal tiene y se reserva el derecho de realizar las pruebas que estime convenientes.

c. Todos los materiales, se clasifican en tres grupos según el riesgo de falla que puedan tener una vez ya colocados en la obra correspondiente (ver tabla 1), siendo éstos:

   1. Defectos críticos o de alto riesgo

   2. Defectos mayores o de riesgo mayor

   3. Defectos menores o de riesgo menor

   A los materiales de alto riesgo, se les deben efectuar sin excepción las pruebas más representativas de las características de las condiciones de trabajo, para determinar su calidad y en función a sus resultados, decidir si se rechazan o aprueban para su empleo.

d. En la tabla 2, se indica el tamaño de la muestra que debe ser tomada para realizarle las pruebas correspondientes y necesarias.

   Las unidades de lote, partida, universo de los materiales o elementos, pueden ser: la pieza, el kilogramo, el metro cuadrado o metro cúbico.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1. Falla de los materiales

Fallas de riesgo alto	Fallas de riesgo medio	Fallas de riesgo bajo
Acero de refuerzo para concreto Acero estructural Metal de aporte para uniones soldadas Concretos hidráulicos. Bloques de concreto para muros y losas Madera estructural aserrada. Madera para obra negra en hojas contrachapadas. Tabiques y ladrillos de arcilla recocida. Conductores eléctricos	Materiales asfálticos. Cementantes hidráulicos Tabiques y bloques cerámicos Mezclas asfálticas. Aditivos para concreto hidráulico. Materiales para curado de concreto hidráulico Placas de hule sintético (neopreno). Productos de fibrocemento Tubos y piezas especiales de concreto simple. Tubos y accesorios de concreto reforzado. Tubos y piezas especiales de concreto reforzado. Válvulas, piezas especiales y accesorios de acero para tuberías. Cajas y gabinetes para uso eléctrico. Apagadores, contactos y portalámparas. Tableros de control. Interruptores y estaciones de botón Sistemas de tierra y pararrayos. Tubos y conexiones de materiales derivados de resinas sintéticas minerales termo plásticas. Tubos y conexiones de hierro colado gris para cañerías. Perfiles tubulares de lámina. Perfiles de aluminio. Pintura anticorrosiva. Postes para servicio de alumbrado público. Adhesivos	Piedras naturales. Piedras para recubrimientos. Agregados pétreos para concreto hidráulico Materiales para terracería y terracerías. Materiales para revestimiento, sub bases y bases Materiales pétreos para carpetas y mezclas asfálticas. Tezontle. Bentonita y aditivos para perforación Yeso calcinado. Cal hidratada. Malla de alambre de acero para cercas. Agua para mezclas Madera aserrada para acabados. Madera para acabados en hojas contrachapadas Tablas de madera prensada. Piezas de arcilla recocida para recubrimientos y pisos. Mezclas, pastas y lechadas. Lámparas de vapor Lámparas fluorescentes. Lámparas incandescentes. Azulejos. Recubrimientos con películas plásticas. Mosaicos. Losetas asfálticas. Losetas vinílicas. Vidrio Muebles para baño Cerraduras para puertas. Piezas de poliestireno

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 2. Tamaños y clases de muestras

Tamaño del lote, muestra o universo	Clase de muestra	Número de elementos
2 a 8	A	2
9 a 15	B	3
16 a 25	C	5
26 a 50	D	8
51 a 91	E	12
92 a 150	F	20
151 a 200	C	32
201 a 500	H	50
501 a 1200	J	80
1201 a 3200	K	125
3201 a 10000	L	200
10001 a 35000	M	315
35001 a 150000	N	500
150001 a 500000	P	800
500001 a más	Q	1250

CIUDAD DE MÉXICO

Nota: Estos valores se utilizarán como una referencia y en todo caso, lo señalado en cada norma será lo que prevalezca.

e. Dependiendo del material de que se trate, entre el proveedor y el Gobierno del Distrito Federal debe establecerse una manera de formar los lotes o partidas. El proveedor debe dar todas las facilidades para realizar el muestreo; ésto es, el acceso a las bodegas o donde se encuentre el producto a verificar, así como el lugar para preparar los elementos de las muestras y todo lo que se requiera para llevar a cabo el muestreo y la prueba correspondiente.

A la hora de efectuar el muestreo, el Gobierno del Distrito Federal tiene el derecho de retirar del lote todos los elementos o piezas que a simple vista muestren algún defecto (de cualquier magnitud o por alguna característica importante).

F. Características de aceptación.- Una vez establecido el nivel de calidad de aceptación también llamado NCA y hechas las pruebas correspondientes, se aceptará el lote que haya cumplido con los rangos indicados en la tabla 3.

En cada tipo de material o producto, debe establecerse de antemano entre el Gobierno del Distrito Federal y el proveedor, cuales son los defectos críticos mayores y menores, para que en función de éstos, se determinen las bases de aceptación.

Para el tipo de muestra que no tiene valores, se tomará el ultimo de los valores marcados en la columna correspondiente, según el NCA de que se trate.

D.06. Para los efectos de productos certificados.- En virtud de todos los cambios surgidos dentro del entorno que rige la normalización de productos, su fabricación y métodos de prueba, para la calificación del estado de su calidad en el ámbito nacional; provocados por la tendencia en el mundo de apertura comercial, regidos en nuestro país por la Ley de Metrología y Normalización, publicado en el Diario Oficial de la Federación el miércoles 2 de julio de 1992, modificada posteriormente el 20 de mayo de 1997 y en el cual se establece que: "La certificación y verificación de las normas oficiales mexicanas, se realizará por las dependencias o por los organismos de certificación, laboratorios de pruebas y de calibración y unidades de verificación acreditados.." (ver artículo 68) y "La Secretaría (se refiere a SECOFI) deberá acreditar, previa la aprobación de las dependencias competentes, a las personas físicas o morales, para obtener autorización y operar como organismos de certificación, laboratorios de prueba y unidades de verificación ." (Ver artículo 69).

CIUDAD DE MÉXICO

Dado que a pesar de la antigüedad de la publicación de esta Ley, el proceso de creación, estudio y aprobación de organismos de certificación y unidades de verificación, están aún en esta fecha en proceso de formulación para el caso de algunos elementos y productos mexicanos y, dada la gama amplísima de productos que se fabrican en nuestro país, en seguida se dan las características de avance en relación a estos temas:

a. De acuerdo con la referida Ley, las normas sobre calidad de productos pueden ser Normas Mexicanas (artículo 42) que tienen una connotación de no obligatoriedad y cuya elaboración, revisión o modificación corre a cuenta de organismos independientes, con la participación de otros sectores (excepción hecha de aquellos casos en que los particulares manifiesten que sus bienes y productos cumplen la condición complementaria o las dependencias requieren su observancia obligatoria, ver artículo 54-A) y también pueden ser Normas Oficiales Mexicanas (artículo 41) que tienen una

connotación de obligatoriedad y cuya coordinación para la elaboración, revisión o modificación corre a cargo directo de SECOFI, con la participación de otros sectores.

b. EL ONNCCE, S.C. (Organismo Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación, Sociedad Civil), es uno de los organismos ya constituidos para efecto de normalizar la parte de Normas Mexicanas (no obligatorias) y específicamente en lo referente a productos que se utilizan en la construcción y la edificación, insumos que precisamente son utilizados en las obras que construye el Gobierno del Distrito Federal y que se tratan en los diferentes capítulos de estos tres tomos que se refieren a materiales básicos y materiales compuestos como productos.

c. El organismo citado, ha entrado directamente a la promoción de la certificación, a través del o los organismos correspondientes de productos aplicables a la construcción y edificación mediante un proyecto de programa, dado que no es factible lograr ésto inmediatamente. Este programa se incluye en este capítulo introductorio, con el objeto de que lo dicho aquí no en el muy corto plazo quede obsoleto y el lector tenga posibilidades de conocer en que momento del futuro a mediano plazo, pueda un producto estar ya certificado (ver anexo 1).

d. El concepto de "certificación de productos", debe tenerse presente dentro del movimiento actual de la teoría de la administración total de la calidad, constituye un vínculo de seguimiento a la verificación de la calidad de los productos, que permiten un ahorro considerable en la verificación por cuanto a los laboratorios y la inversión para su operación necesaria de utilizar y el costo de oportunidad en cuanto a la prontitud que se pueden utilizar dichos productos, pues en la cadena productiva y uso de productos, el certificado de tercera parle garantizará al producto y el usuario de éste, podrá sin necesidad de verificarlo en su propio laboratorio, usarlo evitando tiempos ociosos durante la verificación, utilizar los mismos con plena conciencia de que cumplen los requerimientos establecidos en una Norma Mexicana (NMX) o con la Oficial Mexicana (NOM) correspondiente.

CIUDAD DE MEXICO

E. BASE DE ACEPTACIÓN.

E.01. En esta cláusula, se establecerá para cada caso, cómo deben conjugarse los resultados para definir condiciones de aceptación, de rechazo y las tolerancias admisibles, según el método de prueba aplicado.

E.02. Si a simple vista, se nota alguna irregularidad en el material que se pretende muestrear, se debe llevar a cabo la prueba correspondiente para verificar las características de dicho material en particular, y con los resultados de ella, dictaminar si se acepta o no. En estos casos, el número de elementos dentro de la muestra, así como el número de muestras, queda a juicio del Gobierno del Distrito Federal.

E.03. Las muestras deben tener las características y el tamaño necesario, para obtener de ellas los especímenes representativos del lote, los que serán sometidos a las pruebas requeridas.

CIUDAD DE MÉXICO

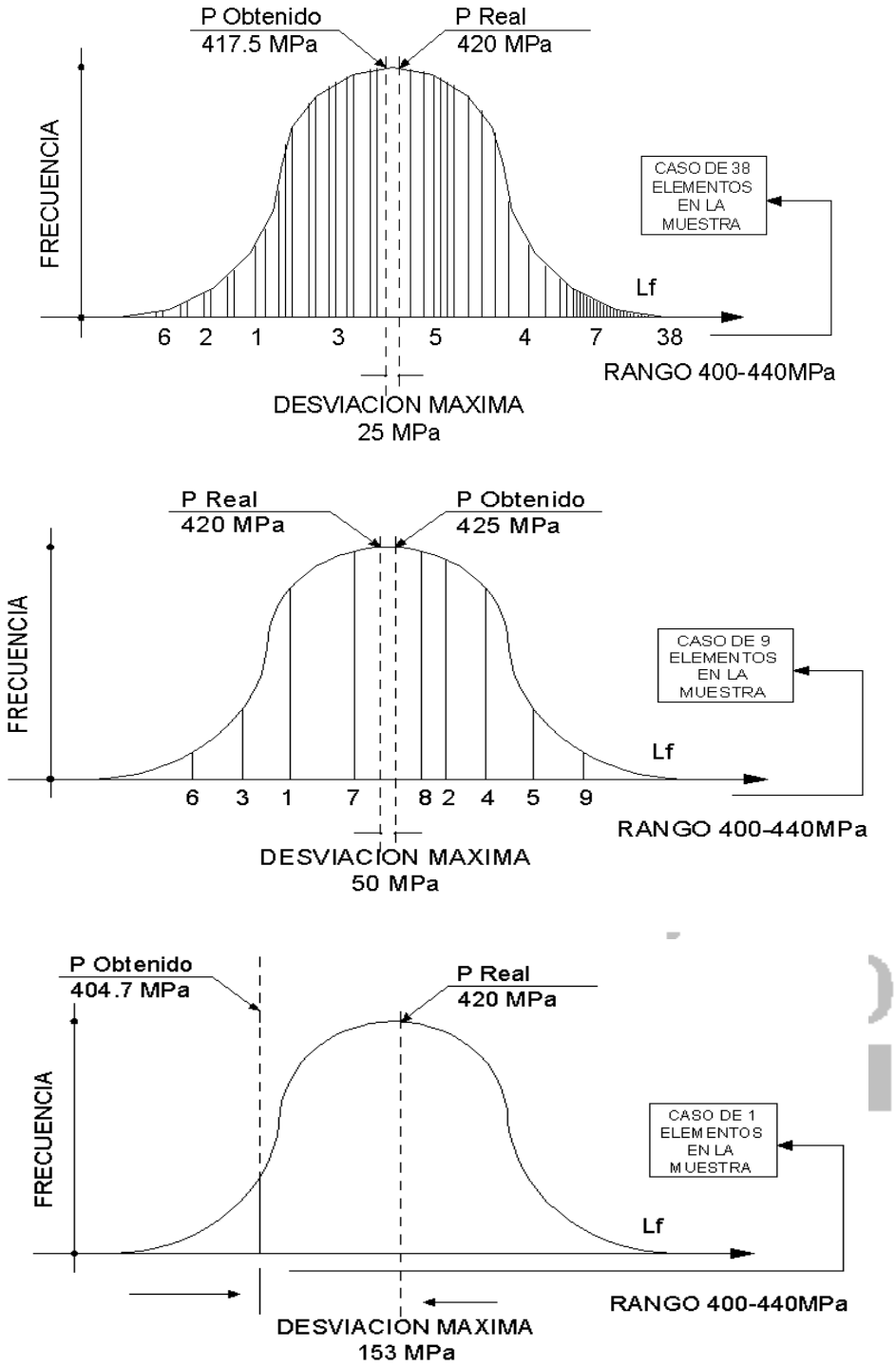


FIGURA 1 Tamaños de muestra para tres casos de error máximo deseado en la estimación del parámetro

Lf: Limite de fluencia en Megapascales MPa
Nota: El valor promedio (P) obtenido podrá estar en cualquier posición entre el promedio (P)

ANEXO

No.	Productos	Normas NMX	Nombre	Certificación			Observaciones
				1997	1998	1999	
AGLUTINANTES							
1	Cemento normal Pórtland	C-001-1980	Cemento Pórtland	X			
2	Cemento resistencia rápida	C-002-1982	Cemento Pórtland Puzolana	X			
3	Cemento		Cemento hidráulicos		X		
4	Cemento Pórtland de escoria de alto horno	C-175-1969	Cemento pórtland de escoria	X			
5	Cal hidratada	C-003-1996-ONNCCE	Cal hidratada		X		
6	Cal hidráulica	C-005-1996-ONNCCE	Cal hidráulica		X		
7	Morteros	C-021-1981	Cemento-mortero pórtland	X			
8	Morteros	C-184-1970	Cemento de escoria	X			
9	Yeso	C-011-1974	Yeso calcinado para la construcción			X	
AGREGADOS PARA CONCRETOS							
10	Agregados ligeros	C-299-1980	Agregados ligeros				No se certifica
11	Arena y Grava	C-111-1982	Agregados para concretos				No se certifica
12	Agregados		Agregados para mortero				No se certifica
13	Agua	C-122-1982	Agua para concreto				No se certifica
CONCRETOS							
14	Concreto hidráulico	C-155-1987	Concreto hidráulico-Especificaciones	X			
15	Concreto hidráulico	C-403-1996-ONNCCE	Concreto hidráulico para uso estructural		X		
16	Aditivos para asfalto	C-255-1987	Aditivos químicos que reducen la cantidad de agua y/o modifican el tiempo de fraguado del concreto			X	
17	Aditivos minerales	C-146-1996	Aditivos para concreto puzolana natural cruda o calcinada o ceniza volante para usarse como aditivo mineral en concreto de cemento pórtland			X	
ACEROS							
18	Varilla	B-006-1988	Varillas corrugadas y lisas procedentes de lingote o palanquillas para refuerzo de concreto		X		
19	Varilla	B-018-1988	Varillas corrugadas y lisas de acero, procedentes de riel para refuerzo de concreto		X		
20	Varilla	B-032-1988	Varillas lisas y corrugadas procedentes de eje para refuerzo de concreto		X		
21	Varilla	B-294-1986	Varilla corrugada de acero torcidas en frío procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto		X		
22	Alambrón	B-072-1986	Alambre corrugado de acero laminado en frío para refuerzo de concreto		X		

CIUDAD DE MÉXICO

No.	Productos	Normas NMX	Nombre	Certificación			Observaciones
				1997	1998	1999	
23	Alambrón	B-365-1969	Alambrón de acero al carbón laminado en caliente		X		
24	Alambre	B-013-1946	Alambrón de acero para usos generales		X		
25	Malla soldada	B-290-1975	Malla soldada de alambre de acero, para refuerzo de concreto		X		
COMPONENTES PARA MUROS							
26	Tabique, ladrillos y bloques	C-006-1976	Ladrillos y bloque cerámicos de barro, arcilla y/o similares	X			
27	Block hueco	C-010-1973	Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto	X			
28	Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones	C-404-1996-ONNCCE	Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural		X		
29	Paneles	C-405-1996-ONNCCE	Paneles para uso estructural en muros, techos y entrepisos		X		
30	Panales de yeso	C-013-1978	Paneles de yeso para muros divisorios, plafones y protección contra incendios			X	
32	Elementos de madera	C-411-1996-ONNCCE	Especificaciones de comportamiento para tableros a base de madera de uso estructural		X		
COMPONENTES PARA PISO, ENTREPISO Y TECHO							
33	Lámina estructural Asbesto-cemento	C-201-1982	Láminas estructurales. Especificaciones		X		
34	Lámina estructural Asbesto-cemento	C-027-1996-ONNCCE	Láminas acanaladas. Especificaciones		X		
35	Placas de yeso	C-174-1977	Placas de yeso para plafones			X	
36	Componentes prefabricadas	C-406-1996-ONNCCE	Sistema de vigueta y bovedilla y componentes prefabricados similares para losas.		X		
37	Adoquines de concreto	C-314-1986	Adoquines para uso de pavimentos	X			
38	Loseta de barro	C-285-1979	Losetas de barro con vidrio			X	
39	Mosaicos	C-008-1974	Mosaicos			X	
40	Azulejos	C-327-1981	Azulejos-accesorios para revestimiento. Especificaciones			X	
41	Losetas vinílicas	C-035	Losetas vinílicas			X	
42	Cerámicas-teja de barro	C-028-1995	Tejas de barro			X	
IMPERMEABILIZANTES							
43	Impermeabilizantes	SIN NORMA	Impermeabilizantes de membrana en rollo asfáltico		X		
INSTALACIÓN HIDRÁULICA							
44	Tubos de fierro galvanizado	B-010-1986	Tubos de acero al carbón con o sin costura, negros o galvanizados para usos comunes			X	
45	Tubería de PVC	Todas las aplicaciones	Tubos y conexiones de cloruro de polivinillo		X		
46	Tubos de cobre	W-018-1981	Tubos sin costura para conducción de fluidos a presión			X	

CIUDAD DE MÉXICO

No.	Productos	Normas NMX	Nombre	Certificación			Observaciones
				1997	1998	1999	
47	Tubos de cobre	W-093-1981	Tubos de cobre sin costura regulares y extra reforzados			X	
48	Tubos de asbestos-cemento	C-012/2-1982	Asbestos-cemento para líneas de distribución a presión para abastecimiento de ah'gua potable		X		
49	Tubos de concreto	C-020-1981	Concreto reforzado-tubos. Especificación	X			
50	Tubos de concreto	C-252-1983	Tubos de concreto presforzado sin cilindro de acero			X	
51	Tubos de concreto	C-253-1986	Tubos de concreto presforzado con cilindro de acero			X	
52	Llaves y válvulas	H-051-1984	Válvulas para agua de uso doméstico			X	
53	Válvulas	SIN NORMA	Válvulas de hierro para servicio de agua (compuerta)			X	En proceso
54	Válvulas	SIN NORMA	Válvulas de mariposa			X	En proceso
55	Válvulas	SIN NORMA	Válvulas de hierro para servicio en agua (retención)			X	En proceso
56	Válvulas	SIN NORMA	Válvula de bronce de alta presión			X	En proceso
57	Tubería y accesorios	SIN NORMA	Uso y funcionamiento. Tubería y conectores destinados al transporte de líquidos a baja presión.				En proceso
58	Tinacos	SIN NORMA	Asbesto-cemento. Tinacos sanitarios			X	En proceso
59	Regaderas	SIN NORMA	Regaderas. Uso y funcionamiento		X		En proceso
60	Muebles sanitarios	SIN NORMA	Uso y funcionamiento muebles sanitarios			X	En proceso
INSTALACIÓN SANITARIA							
61	Tubos de fierro galvanizado	B-010-1986	Tubos de acero al carbono sin costuras soldados negros o galvanizados por inmersión en caliente, para usos comunes.			X	
62	Tubos de fierro profundo	B-008-1988	Piezas coladas de fundición gris			X	
63	Tubos de PVC	LAS APLICABLES	Tubos y conexiones de polivinilo		X		
64	Tubos de concreto sin refuerzo	C-009-1981 y C-020	Tubos de concreto sin refuerzo. Especificaciones			X	
65	Tubos de asbesto-cemento	CX-039-1981	Tubos para alcantarillado. Especificaciones		X		
66	Anillos de hule	T-021-1986	Anillos de hule usados como sello en las tuberías de asbesto cemento		X		
67	Juntas y bridas para inodoros	SIN NORMA	Uso y funcionamiento. Juntas y bridas para inodoros			X	
68	Descargas domiciliarías	SIN NORMA	Descargas domiciliarias prefabricadas de concreto. Uso y funcionamiento			X	
INSTALACIÓN DE GAS							
69	Tubería para gas	LAS APLICABLES	Tubería y accesorios para gas	X			
MADERAS							
70	Elemento de madera	C-411-1996-ONNCCE	Vivienda de madera, especificaciones de comportamiento para tableros a base de uso estructural		X		

CIUDAD DE MEXICO

No.	Productos	Normas NMX	Nombre	Certificación			Observaciones
				1997	1998	1999	
INFRAESTRUCTURA							
73	Tubos de concreto	C-401-1996-ONNCCE	Tubos de concreto simple con junta hermética	X			
74	Tubos de concreto	C-402-1996-ONNCCE	Tubos de concreto reforzado con junta hermética	X			
75	Pozos de visita	SIN NORMA	Pozos de visita prefabricados de concreto. Especificaciones y métodos de prueba		X		En proceso
76	Pozos de visita	SIN NORMA	Pozos de visita prefabricados de fibrocemento. Especificaciones y métodos de prueba		X		En proceso
77	Tozos de visita	SIN NORMA	Pozos de visita prefabricados de compuesto plástico reforzado. Especificaciones y métodos de prueba		X		En proceso
RECUBRIMIENTOS ESPECIALES							
78	Retardantes e inhibidores de fuego	SIN NORMA			X		
79	Recubrimientos acústicos	SIN NORMA				X	
80	Recibimientos texturizados	SIN NORMA				X	
81	Aislamientos térmicos	SIN NORMA				X	
COMPLEMENTOS							
82	Puertas	SIN NORMA	Uso y funcionamiento de puertas		X		En proceso
83	Ventanas	SIN NORMA	Uso y funcionamiento de puertas		X		En proceso

Concluye.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES BÁSICOS
CAPITULO 002 PIEDRAS NATURALES

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Son fragmentos de roca reducidos por efecto del intemperismo y/o erosión o por efecto de la explotación mediante uso de explosivos o medios mecánicos. Estos fragmentos unidos mediante mezclas forman elementos estructurales, divisorios o de ornato, a base de mamposterías o recubrimientos.

A.02. Las piedras naturales se clasifican en:

a. Por su origen:

1. ígneas instrusivas
   1.1. Granito
   1.2. Diorita

2. ígneas extrusivas
   2.1. Riolita
   2.2. Andesita
   2.3. Basalto
   2.4. Toba
   2.5. Brecha volcánica

3. Sedimentarias
   3.1. Calizas
   3.2. Arenisca
   3.3. Conglomerado
   3.4. Brecha

4. Metamórficas
   4.1. Mármol
   4.2. Gneiss
   4.3. Pizarras

b. Por su uso:

1. Mampostería
   1.1. Seca
   1.2. De la clase
   1.3. De 2a. clase
   1.4. De 3a. clase

CIUDAD DE MÉXICO

2. Revestimiento
   2.1. Muros
   2.2. Pisos
   2.3. Zampeados

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Piedras Naturales y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestro y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Piedra natural	4.01.02.003	S.C.T
Prueba de sanidad de los agregados	IX-11-5.9	S.C.T
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F
Muestreo en campo	2.02.01.004	D.D.F

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Físicos

a. Peso.- El peso mínimo aceptable para la pieza de piedra empleada en mamposterías, será de 30 kg (con excepción de las usadas para acuñar) y 15 kg para recubrimientos.

b. Forma.- Para mampostería se utilizarán piedras sin fracturas, con aristas vivas, (eliminando cantos rodados) y con dimensiones tales que presenten una pieza aproximadamente cúbica, es decir, con sus tres dimensiones (largo, ancho y alto), aproximadamente iguales.

c. Resistencia

1. La resistencia mínima a la compresión en estado húmedo de piedras usadas en mampostería será de 150 kg/cm^2, de 200 kg/cm^2 para revestimiento de pisos y de 100 kg/cm^2 para revestimientos de muros, aplicando la carga paralela a los planos de formación cuando los haya. La resistencia se medirá perpendicularmente al plano de la formación de la piedra.

CIUDAD DE MÉXICO

2. En el sentido paralelo al plano de formación, la resistencia mínima a la compresión en estado húmedo de piedras usadas en mampostería será de 100 kg/cm2, 150 kg/cm2 para las de revestimiento de pisos y de 80 kg/cm2 para las de revestimiento de muros.

3. En La prueba de intemperismo acelerado (sanidad) no se deberá generar más del 10% de pérdida de peso en cualquier caso.

d. Absorción.- La absorción máxima de agua permitida en todos los casos será del 4%.

e. Densidad aparente.- Toda pieza de piedra bajo esta norma debe tener una densidad aparente mínima de 2.3.

f. Acabado.- Las piedras deberán ser susceptibles de ser labradas, tanto para mampostería como para revestimiento; no deberán presentar grietas, porosidad excesiva, fracturas o manchas, costras o grasas que puedan reducir la adherencia o mermar la presentación en el caso de revestimiento de muros.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. Tamaño de muestra

a. En banco o proceso de explotación del mismo:

El número de elementos (piedras) que deben escogerse para determinar cada característica, será de uno por cada 20 viajes de seis metros cúbicos (veinte camiones) extraídos o por cada 100 m de banco a explotar.

b. En obra:

El número de elementos (piedras) que deben escogerse para determinar cada característica, será de uno por cada 10 viajes de seis metros cúbicos (diez camiones) o fracción, pero nunca menos de 10.

D.02. Elección de las muestras

a. En banco o proceso de explotación del mismo.- La elección de piedra para estudio en el proceso de explotación, debe ser al azar entre cada 20 viajes, o de acuerdo a lo establecido en muestro de campo del capítulo 2.02.01.004 para material en banco.

CIUDAD DE MÉXICO

b. En obra.- La elección de las piezas para estudio en obra, será al azar entre las piedras que se encuentren en el cono superior donde se depositaron los viajes o durante el proceso de descarga, tomando una de cada 10 viajes.

D.03. Pruebas.- Las pruebas y métodos con que se determinan las características serán las indicadas en las normas S.C.T, señaladas en la cláusula B de Referencias.

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Muestreo en banco o proceso de explotación.

a. En el caso de muestreo durante el proceso de explotación o en banco, para ser aceptado el material, las piezas analizadas deben cumplir los requisitos, cuando menos el:

70 % para el caso de peso
50 % para el caso de forma
80 % para el caso de resistencia
60 % para el caso de absorción, densidad aparente y acabado

b. En caso de muestreo en obra, analizadas todas las piezas, para ser aceptado el material, deben cumplir los requisitos, cuando menos el:
80 % para el caso de peso
60 % para el caso de forma
80 % para el caso de resistencia
70 % para el caso de absorción, densidad aparente y acabado.

En caso de ser inferiores a los porcentajes señalados, el material debe ser rechazado, a menos que el Departamento por condiciones especiales acuerde otra cosa.

CIUDAD DE MEXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES BÁSICOS
CAPITULO 003 PIEDRAS PARA RECUBRIMIENTOS

A.01. Fragmentos de roca que se usan en su estado natural, o materiales pétreos artificiales, empleados como recubrimientos con fines decorativos o de protección.

A.02. Este tipo de piedras se clasifican en:

a. Piedras naturales

1. De acuerdo a la formación geológica de su origen, estas piedras se pueden clasificar conforme a la siguiente relación:

1.1. Ígneas intrusivas

Son rocas de los tipos: sienita, diorita y granito.

1.2. Ígneas extrusivas

Se encuentran en este grupo andesita, basalto, toba, pómez, brecha, riolita, traquita y felsita.

1.3. Sedimentarias

Grupo formado por rocas tales como: calizas, arenisca, conglomerado y brecha.

1.4. Metamórficas

Los siguientes tipos de rocas forman este grupo: pizarras, gneiss, cuarcitas y mármoles.

2. Las naturales pueden clasificarse asimismo en atención a su forma como piedras con:

2.1. Forma irregular

2.2. Formas geométricas aproximadamente regulares.

CIUDAD DE MÉXICO

b. Piedras artificiales

La heterogeneidad de las piedras artificiales, debida a la gran variedad de combinaciones posibles en su composición, tamaño, forma y color, da como resultado una gama muy amplia de productos, los que son fabricados con agregados finos, cementantes y colorantes en formas geométricas generalmente regulares; a continuación se citan como clasificación sólo unos ejemplos.

1. Imitación de piedras naturales: Copia de las piedras naturales mencionadas en el inciso anterior; las imitaciones pueden ser de igual o de mayor resistencia que las naturales, pudiendo inclusive ser reforzadas con acero. En general estas imitaciones se hacen en formas geométricas regulares con dimensiones apropiadas al tipo de piedra imitada.

2. Arenisca roja: Consiste en tres partes de arena roja triturada hasta un tamaño de tres milímetros (arena de riolita, por ejemplo); una parte de cemento Pórtland blanco y una décima parte de polvo de hematita (óxido de fierro). Se fabrica en placas rectangulares en varias dimensiones y espesores.

3. Caliza gris: En su fabricación se emplean seis partes de caliza gris triturada, una parte de cemento Pórtland común y una parte de cemento Pórtland blanco. Se produce generalmente en placas de 2 cm de espesor y diversas medidas de largo y ancho.

4. Piedra - oscura de recinto. Se obtiene de la combinación de tres partes de basalto triturado, por una parte de cemento Pórtland gris y cuatro centésimas partes de negro de humo; se fabrica en losetas de diversas dimensiones, generalmente cuadradas.

CIUDAD DE MEXICO

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Piedras para Recubrimientos y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas capítulos que se asientan en la siguiente tabla y conceptos de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Materiales de mampostería, piedras naturales, absorción y densidad aparente	IX-1ª.01-1	S.C.T
Prueba de sanidad de los agregados	IX-2ª.11-5.9	S.C.T.
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F
Piedras naturales	4.01.01.002	D.D.F

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Físicos

a. La resistencia a la compresión en estado húmedo debe ser de ciento cincuenta kilogramos por centímetro cuadrado como mínimo, aplicando la carga perpendicular a los planos de formación.

b. La resistencia a la compresión en estado húmedo deberá ser de ciento cincuenta kilogramos por centímetro cuadrado como mínimo, aplicando la carga perpendicular a los planos de formación.

c. La absorción máxima permisible deberá ser de cuatro por ciento.

d. La densidad aparente mínima permisible será de dos coma tres

e. La resistencia al intemperismo acelerado (sanidad) será como máximo diez (10) porciento de pérdida de peso.

f. Las medidas serán las indicadas en el proyecto y/o ordenadas por el Departamento o bien, las más usuales en recubrimientos, a menos que especifique otra cosa.

CIUDAD DE MÉXICO

g. Las piedras artificiales para recubrimientos deberán contar con aristas y esquinas perfectamente definidas; en caso de ser de forma rectangular sus lados deberán formar entre si ángulos rectos en todos sus sentidos.

h. Los acabados serán los señalados por el proyecto en su aspereza y color. Deberán ser además sanas y resistentes, susceptibles de ser labradas. No presentarán fracturas, grietas ni porosidad excesiva, estarán limpias y exentas de costras y grasas.

i. El espesor máximo de las piedras en recubrimientos, tendrá siempre como límite el de cuatro (4) centímetros.

j. La fabricación (exclusiva de las piedras artificiales) en general, será a base de los mismos métodos empleados en obras comunes de concreto usándose refuerzo metálico si lo requiere la naturaleza del elemento o si así lo indica el proyecto. Se usará cemento Pórtland blanco con el fin de lograr una base neutra que facilite la obtención de cualquier color o matiz deseado, con nitidez; en el caso de que el color requerido sea gris obscuro o negro, podrá usarse cemento Pórtland gris. La materia colorante deberá mezclarse en el cemento en seco, cerniéndolos varias veces juntos en un cedazo, esta mezcla deberá revolverse a su vez también en seco con la arena y el agregado grueso, después de lo cual se le agregará el agua.

   Con el objeto de obtener un color uniforme será necesario tener cuidado con la exacta dosificación y buena mezcla de los ingredientes. Al fabricar elementos de concreto de color, se prepararán previamente muestras de ensayo con diversas proporciones de ingredientes, especialmente de los pigmentos minerales, hasta determinar con precisión las cantidades convenientes.

CIUDAD DE MÉXICO

k. Las revolturas tendrán una variación en una parte de cemento Pórtland blanco por 2.5, 3 y hasta 4 partes de agregados, debiendo cumplir con los requisitos de resistencia indicados en los subincisos a y b de este inciso.

l. En piedras artificiales y con fines económicos, podrá usarse alma de concreto gris, y en revestimiento se podrá emplear cemento pórtland blanco; en tales casos la capa de revestimiento o acabado de cemento Pórtland blanco no será nunca menor de dos punto cinco (2.5) centímetros de espesor.

m. El curado de la pieza, por cualquier procedimiento que se siga, deberá ser el adecuado y similar al curado de cualquier elemento de concreto, con el fin de lograr buenos resultados y evitar superficies agrietadas, blandas y deleznables. El procedimiento de curado variará de acuerdo al tamaño de la pieza y de los medios que se disponga. Los métodos de curado de las piezas artificiales más usuales podrán ser:

1. Inmersión total de la pieza en agua.

2. Riego de agua frecuentemente de la pieza mediante atomizador.

3. En cámara húmeda de vapor.

   De estos métodos, el de la cámara de vapor es el recomendable, debido a que con el calor se logra una mejor proporción y control de humedad, ayudando al endurecimiento del cemento sin precipitarlo en forma perjudicial.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. Tamaño de muestras:

a. Piedras naturales

1. En banco o proceso de explotación de éste:

   El criterio para definir el tamaño de muestras en estos casos será el mismo que se estipuló en el subinciso D.01.a del capítulo 4.01.01.002.

2. En obra.- El criterio para definir el tamaño de muestra en éstos será el mismo que se estipuló en el subinciso D.01.b del capitulo 4.01.01.002.

b. Piedras artificiales.

1. En fábrica durante el proceso de fabricación.- El número de elementos (piezas) que deben seleccionarse para determinar cada característica será de uno por cada seis metros cúbicos de mezcla.

2. En obra.- El número de piezas a elegir debe ser uno por cada diez millares o fracción de las acumuladas en la obra o las que se vayan descargando para estibar en la obra.

D.02. Elección de las muestras.

a. Piedras naturales.

1. En banco o proceso de explotación de éste.- La elección de las piezas debe ser conforme a lo establecido en el subinciso D.02.a. del capítulo 4.01.01.002.

CIUDAD DE MÉXICO

2. En obra.- La elección de las piezas debe ser conforme a lo establecido en el subinciso D.02.b del capitulo 4.01.01.002.

b. Piedras artificiales.

1. En fábrica durante el proceso de fabricación.- La forma de elegir cada pieza para conformar el número, debe ser al azar de entre las que conforman los seis metros cúbicos.

2. En obra.- La forma se elegirá como se indica en el subinciso D.02.b del capitulo 4.01.01.002.

D.03. Pruebas.- Las pruebas y métodos a los que se someterán las piezas para determinar características, serán las indicadas en la cláusula B de Referencias.

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. De las piedras naturales que se prueben deberán satisfacer los requisitos de calidad establecidos:

a. Piedras naturales

1. En banco o proceso de explotación de éste.- Serán las establecidas en el subinciso E.01.a del capítulo 4.01.01.002.

2. En obra.- Será la condición establecida en el subinciso E.01.b del capítulo 4.01.01.002.

b. Piedras artificiales.

1. En fábrica y durante el proceso de fabricación de todas las piezas analizadas, deben cumplir cuando menos:

90 % para el caso de resistencia.
70 % para el caso de absorción.
65 % para el caso de las demás propiedades.

2. En obra.- De todas las piezas analizadas, deben cumplir cuando menos:

CIUDAD DE MÉXICO

95 % para el caso de resistencia.
80 % para el caso de absorción.
75 % para el caso de las demás propiedades.

Si estos porcentajes no se satisfacen, el material debe ser rechazado.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPÍTULO 004 AGREGADOS PÉTREOS PARA CONCRETOS Y MORTEROS HIDRÁULICOS

A. DEFINICIÓN, OBJETO Y CLASIFICACIÓN

A.01. Son productos inertes granulares, que pueden ser provenientes de bancos naturales o producto de la trituración de piedras o escorias de altos hornos.

A.02. Las características de los agregados pétreos que se definen en este capítulo, serán las que determinen la calidad de éstos y puedan ser utilizados en la elaboración de concretos y morteros hidráulicos.

A.03. Los agregados se clasifican en:

a. Por su tamaño en:

1. Gruesos (gravas), en donde las partículas son mayores a 4.75 mm, como tamaño máximo a 20 ó 40 mm.

2. Finos (arenas), en que las partículas son menores o iguales a 4.75 mm, debiendo pasar más del 95% de la fracción gruesa por la malla 4.75 (No. 4) y menos del 5% por la malla 0.075 (No. 200).

b. Por su distribución granulométrica en:

1. Bien graduados, con amplia gama de tamaños y preponderancia de cantidades en los tamaños intermedios.

2. Mal graduados, con predominio de un tamaño o un tipo de tamaños y ausencia de algunos tamaños intermedios.

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Agregados Pétreos para Concretos y Morteros Hidráulicos y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y

CIUDAD DE MÉXICO

Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Agregados. Muestreo	NMX-C-30	SECOFIN
Agregados, determinación de terrones de arcilla y partículas deleznables.	NMX-C-71	SECOFIN
Agregados. Determinación partículas ligeras.	NMX-C-72	SECOFIN
Agregados para concreto, masa volumétrica, Método de prueba	NMX-C-73	SECOFIN
Agregados. Determinación de la sanidad por medio del sulfato de sodio o del sulfato de magnesio.	NMX-C-75	SECOFIN
Agregados, efectos de las impurezas orgánicas en los agregados finos sobre la resistencia de los morteros. Métodos de prueba.	NMX-C-76	SECOFIN
Agregados para concreto, análisis granulométrico. Método de prueba.	NMX-C-77	SECOFIN
Agregados. Partículas más finas que la criba 0.075 por medio de lavado. Método de prueba.	NMX-C-84	SECOFIN
Determinación de impurezas orgánicas en el agregado fino.	NMX-C-88	SECOFIN
Agregados, especificaciones	NMX-C-111	SECOFIN
Agregados. Determinación de la masa específica y absorción de agua del agregado grueso.	NMX-C-164	SECOFIN

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Agregados. Determinación de la masa específica y absorción de agua del agregado fino. Método de prueba.	NMX-C-165	SECOFIN
Agregados. Contenido total de humedad por secado. Método de prueba.	NMX-C-166	SECOFIN
Agregados. Reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo, al tamaño requerido para las pruebas	NMX-C-170	SECOFIN
Agregados. Determinación de la reactividad potencial de los agregados con los álcalis del cemento, por medio de barras de mortero.	NMX-C-180	SECOFIN
Agregados. Resistencia a la degradación por abrasión e impacto de agregado grueso, usando la máquina de Los Ángeles.- Método de prueba	NMX-C-196	SECOFIN
Agregado ligero termoaislante para concreto.	NMX-C-244	SECOFIN
Agregados. Determinación de las correcciones en masa por la humedad de los agregados en dosificaciones de concreto	NMX-C-245	SECOFIN
Agregados para concreto. Examen petrográfico. Método de prueba.	NMX-C-265	SECOFIN
Agregados. Resistencia al rayado de las partículas del agregado grueso. Método de prueba.	NMX-C-270	SECOFIN
Agregados para concreto Determinación de la reactividad potencial (método químico).	NMX-C-271	SECOFIN

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Agregados para concreto. Cambio de volumen de combinaciones cemento-agregado. Método de prueba	NMX-C-282	SECOFIN
Agregados ligeros. Especificaciones	NMX-C-299	SECOFIN
Agregados para concreto. Descripción de sus componentes minerales naturales	NMX-C-305	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de la granulometría de la arena de sílice.	NMX-C-329	SECOFIN
Arena de sílice.	NMX-C-330	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de sílice en arena de sílice.	NMX-C-331	SECOFIN
Concretos hidráulicos.	4.137.01	PEMEX
Agregados para concreto.	4.137.02	PEMEX
Exploración y muestreo de materiales.	2.01.01.002	G.D.F.
Geotecnia.	2.02.02.001	G.D.F
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Generalidades.

a. Los agregados gruesos (gravas) en general, deben estar constituidos de fragmentos de rocas duras, densos y durables, libres de cantidades objetables de polvo, tierra, pizarra, álcalis, materia orgánica, mica y otras sustancias perjudiciales, además de:

1. No tener formas de canto rodado, lajeadas o alargadas, sino cúbicas.

2. Con densidad absoluta mayor o igual a 2.4.

3. En sustancias perjudiciales no exceder a lo señalado en la tabla 1:

TABLA 1. Limpieza de los agregados

Sustancias perjudícales	Porcentaje máximo en peso de la muestra total.
Partículas deleznables.	0.25
Partículas suaves.	5.00
Pedernal como impureza (*) que se desintegre en los cinco ciclos de la prueba de sanidad, o en 50 ciclos de congelación -18°C y deshielo a 4.4°C en agua, o aquel que tenga una densidad absoluta, saturado y superficialmente seco, menor de dos punto treinta y cinco: 1.- Para condiciones severas de exposición. 2.- Para condiciones medias de exposición.	 1.0 5.0
Material que pasa la malla 0.075 (No. 200)	1.0 (**)
Carbón mineral y lignito: 1.- Para concretos aparentes 2.- Para concretos de cualquier otro tipo	 0.5 1.0

(*) Las limitaciones de sanidad de estos agregados, deben estar basadas adicionalmente en la experiencia tenida por el comportamiento en el medio ambiente en que se empleen; todo ello, a juicio del Gobierno del Distrito Federal.

(**) En caso de agregados triturados, si el material que pasa la malla 0.075 (No.200), constituido por el polvo producto de la trituración, está exento de arcillas o pizarras, el porcentaje puede ser uno punto cinco (1.5)

4. El agregado grueso que se use en concretos que vayan a estar sujetos a humedecimientos, exposición prolongada en atmósfera húmeda, o en contacto con suelos húmedos, no debe contener material que reaccione perjudicialmente con los álcalis del cemento, causando expansión mayor de doscientos milésimos por ciento (0.200%) a la edad de un año, sin exceder los valores que indica el párrafo anterior.

CIUDAD DE MÉXICO

5. En casos especiales, cuando los agregados gruesos contengan materiales químicos activos, el agregado grueso puede usarse con un cemento que contenga menos de 0.60 por ciento de álcalis, calculados como óxido de sodio, o con la adición de material que evite la expansión perjudicial, debido a la reacción álcalis sílice, reservándose el Gobierno del Distrito Federal el derecho de hacer todos los estudios que considere necesarios, antes de aprobarlos o rechazarlos definitivamente.

6. La escoria de alto horno además de cumplir con los requisitos granulométricos, debe tener un peso volumétrico compacto mayor a 1,120 kg/m3.

7. El agregado sujeto a 5 ciclos de intemperisimo acelerado, debe tener una pérdida en peso, no mayor al 12%, cuando se emplee sulfato de sodio, ni de 18% si se usa sulfato de magnesio.

8. Ensayado al desgaste, debe tener una pérdida no mayor al 50% en peso.

9. Cuando sea necesario, el agregado grueso debe lavarse previo a su uso en la fabricación de concreto. Se podrá usar sin cribar lavar o tratar cuando la granulometría y limpieza en estado natural así lo permitan.

b. Los agregados finos (arena) deben cumplir las siguientes disposiciones generales:

1. No deben contener impurezas orgánicas en cantidad tal, que produzcan coloración más oscura que la estándar; si ésto sucede, se puede emplear cuando se demuestre que dicha coloración es debida principalmente a la presencia de pequeñas cantidades de carbón mineral o lignito; o bien, si al probarse el concreto elaborado con ese agregado, no modifica las características indicadas en el capitulo 4.01.02.003 de este libro.

2. El agregado fino que se emplee en concretos, que vayan a estar sujetos a humedecimientos, exposición prolongada en atmósfera húmeda, o en contacto con suelos húmedos, no debe contener materiales que reaccionen perjudicialmente con los álcalis del cemento, causando expansión mayor de doscientos milésimos por ciento (0.200%) a la edad de un (1) año, sin exceder los valores que indica el párrafo C.01.a.3 de este capítulo.

CIUDAD DE MÉXICO

3. El agregado sujeto a 5 ciclos de intemperismo acelerado, no debe tener una pérdida en peso mayor al 10% si se emplea sulfato de sodio ni del 15% cuando se emplee sulfato de magnesio.

4. Ademas de lo señalado anteriormente debe cumplir con lo indicado en el párrafo C.01 .a.8 de este capítulo,

C.02. Granulometría

a. Arena. El agregado fino debe satisfacer lo siguiente:

1. El contenido de polvo (partículas menores de 75 micras) que pasan la malla 0.075 (No. 200), no debe exceder de los siguientes porcentajes indicados en la tabla 2.

TABLA 2. Contenido de polvo en los agregados.

Material de banco para:	Contenido en %
Concretos sujetos a desgaste	9
Concretos de otro tipo	13
Concretos lanzados	5
Material triturado para:	
Concretos sujetos a desgaste	10
Concretos de otro tipo	15
Concretos lanzados	7

CIUDAD DE MÉXICO

2. El contenido de carbón y/o lignito no debe exceder de los siguientes valores:

En concretos aparentes 0.5 %

En concretos de otro tipo 1.0 %

3. El contenido de partículas suaves, tepetates, pizarras, etc., junto con arcilla y limos no debe exceder de 6%, en peso.

4. Si el agregado se obtiene de banco, la granulometría debe ser como se indica en la Tabla 3:

5. Si el agregado se obtiene por trituración, la granulometría debe ser como se indica en la tabla 4.

6. No debe haber más del 45% retenido entre dos mallas consecutivas.

7. Si el módulo de finura varía en más de 0.20 del valor empleado en el cálculo de las proporciones del concreto, deben hacerse los ajustes en éste para compensar las variaciones en aquél.

TABLA 3. Granulometría para material de banco.

Designación de la malla	Retenido acumulado en %	
	Mínimo	Máximo
9.5 (0.375")	0	0
4.75 (No. 4)	0	5
2.36 (No. 8)	4	20
1.18 (No. 16)	13	50
0.600 (No. 30)	35	75
0.300 (No. 50)	61	90
0.150 (No. 100)	79	95
0.075 (No. 200)	87	98
Módulo de finura	1.92	3.35

TABLA 4. Granulometría para material obtenido por trituración.

Designación de la malla	Retenido acumulado en %	
	Mínimo	Máximo
9.5 (0.375")	0	0
4.75 (No. 4)	0	5
2.36 (No. 8)	8	25
1.18 (No. 16)	16	50
0.600 (No. 30)	42	70
0.300 (No. 50)	59	90
0.150 (No. 100)	76	95
0.075 (No. 200)	85	98
Módulo de finura	2.01	3.35

CIUDAD DE MÉXICO

8. El contenido de humedad debe ser uniforme y estable, no mayor del 6% de su peso.

b. Grava,- El agregado grueso debe satisfacer los resultados de granulometría indicados en la tabla 1.

C.03. En la tabla 6, se muestra la correspondencia entre el Sistema Internacional (S.I.) y el Sistema Inglés de medidas, para las aberturas de las mallas que se utilizan en la determinación de estas granulometrías.

C.04. Manejo y almacenamiento

a. Los agregados deben manejarse de manera que se conserven todas sus propiedades y características, desde que se clasifiquen, hasta que se empleen, debiendo cumplir con:

1. Evitar la segregación de partículas, para lo que se puede observar lo siguiente:

1.1. Dividir el volumen total de material en el mayor número de fracciones práctica y económicamente factibles, de modo que cada fracción, se maneje separadamente sobre superficies niveladas.

1.2. No formar almacenamientos cónicos de gran altura, donde se vierta el agregado desde el vértice.

1.3. Al ser clasificados los agregados, es preferible que sean depositados en tolvas de sección transversal reducida (circular de preferencia), se extraigan mediante compuertas y sean transportados al sitio de almacén en camiones de volteo.

1.4. Formar los almacenamientos por capas de poco espesor (50 cm máximo), dejando taludes escalonados en forma de terrazas, cada capa debe ser el volumen transportado desde la clasificadora.

1.5. Cargar el agregado desde diferentes puntos de almacenamiento en el momento de utilizarlo.

2. Evitar la contaminación con otros materiales, para lo cual se debe:

2.1. Construir una plantilla de material económico, (concreto pobre, asfalto, suelo-cemento, etc.) que sirva de base para almacenamiento.

2.2. Localizar los almacenamientos lejos de la formación de terracerías, explotación de canteras, plantas de clasificación, o cualquier otra fuente generadora de polvos.

2.3. Minimizar el tiempo de almacenamiento.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 6. Correspondencia entre el Sistema Internacional (SI) y el Sistema Inglés de medidas, para clasificar las aberturas de las mallas de las cribas y determinar la granulometría de los agregados pétreos.

Sistema Internacional	Sistema Ingles
125	5.00
106	4.24
100	4.00"
90	3.50”
75	3.00”
63	2.50"
53	2.12"
50	2.00"
45	1.75"
37.5	1.50”
31.5	1.25"
26.5	1.06”
25.0	1.00”
22.4	0.875”
19.0	0.750”
16.6	0.625”
13.2	0.530”
12.5	0.500"
11.2	0.438”
9.5	0.375”
8.0	0.313”
6.7	0.265”
6.3	0.250”
5.6	No. 3.50
4.75	No. 4
4.00	No. 5
3.35	No. 6
2.80	No. 7
2.36	No.8
2.00	No. 10
1.70	No. 12
1.40	No. 14
1.18	No. 16
1.00	No. 18
0.850	No. 20
0.710	No. 25
0.600	No. 30
0.500	No. 35
0.425	No. 40
0.355	No. 45
0.300	No. 50
0.250	No. 60
0.212	No. 70
0.180	No. 80
0.150	No. 100
0.125	No. 125
0.106	No. 140
0.090	No. 170
0.075	No. 200
0.063	No. 230
0.053	No. 270
0.045	No. 325
0.038	No. 400
0.032	No. 450
0.025	No. 500
0.020	No. 635

CIUDAD DE MÉXICO

2.4.- Proveer de áreas separadas y suficientes para almacenar los distintos tamaños de los agregados, de tal forma que haya espacio suficiente entre pies de taludes de cada tipo de material.

3.- Evitar la rotura de las partículas una vez clasificado el agregado:

3.1.- Impidiendo la caída a gran altura, sobre todo el agregado grueso.

3.2.- Impidiendo el tránsito de equipos varios sobre o entre pilares de agregados.

4.- Usar sobre todo el agregado fino, en las condiciones de humedad más uniforme posible, para lo cual:

4.1.- Proporcionar a la base de almacenamiento una ligera pendiente (%) para facilitar el drenaje del agua de lluvias o que contenga el agregado.

4.2.- Utilizar el agregado fino 48 horas después de su clasificación, si ésta se hizo por vía húmeda.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. La determinación del tamaño de las muestras, el número de éstas, y su elección debe ser de acuerdo con lo establecido en la Norma 4.137.02 de PEMEX, citada en la cláusula B de Referencias.

CIUDAD DE MÉXICO

D.02. Las pruebas destinadas a comprobar la calidad de los agregados, deben clasificarse como normales, opcionales y especiales; las normales son obligatorias y usuales: granulometría, impurezas orgánicas, densidad, absorción y material más fino que la malla 0.075 (No. 200); las opcionales serán las que ordene el Gobierno del Distrito Federal, en función a los resultados en las normales, entre las cuales están el contenido de partículas ligeras, efecto de las impurezas orgánicas en la resistencia del mortero, sanidad, peso volumétrico y reactividad potencial del agregado con los álcalis del cemento (examen petrográfico) y especiales, las que surjan en la obra en relación al agregado fino y sean las destinadas a verificar el comportamiento, cuando aquél haya sido clasificado como potencialmente reactivo con los álcalis del cemento y serán: reactividad potencial de los agregados (método químico) y reactividad potencial de combinaciones agregados-cemento, (método de barra de mortero).

En todo caso, debe atenderse a las Normas Mexicanas y a la Norma 4.137.01 PEMEX, citadas en la cláusula de Referencias.

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. El agregado fino que no satisfaga los requisitos del párrafo C.01.b de este capítulo puede aceptarse si una muestra del concreto elaborado con este material, presenta resultados satisfactorios y a juicio del Gobierno del Distrito Federal responde similarmente ante pruebas de intemperismo, congelación y deshielo a que se sometan dichas muestras de concreto.

E.02. Cuando el agregado fino presente deficiencias de calidad podrá autorizarse que se acondicionen mediante un tratamiento de corrección, siempre que sea la solución más económica, y que los agregados tratados cumplan con la presente norma de calidad.

Los principales métodos de tratamiento de corrección son los siguientes:

a. Lavado.- El empleo de agua durante el cribado de los agregados facilita esta operación y permite eliminar impurezas tales como exceso de polvo, limo, arcilla y materia orgánica. El suministro de agua debe ser controlable para que rinda buenos resultados.

b. Corrección granulométrica.- Consiste en adicionar o eliminar partículas a los agregados, que se encuentren defectuosos o en exceso, de manera que su graduación resulte dentro de los límites recomendados. En el caso de falta de tamaños en el agregado fino, el procedimiento más sencillo es adicionar otro que lo complete. Cuando se trata de suprimir tamaños en exceso, frecuentemente es necesario acudir a la clasificación por intervalos, que en el caso de la arena es un procedimiento que suele resultar costoso.

c. Clasificación por densidad.- Existen varios procedimientos para clasificar las partículas de los agregados de acuerdo con su densidad. De esta manera, si los más ligeros son indeseables se les puede desechar. Estos procedimientos suelen ser costosos y para que produzcan buenos resultados, se requiere que exista una notable diferencia de densidad entre las partículas aceptables y las que deben desecharse.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 5. Porciento en peso que pasa por las mallas

Tamaño nominal	100	90	75	63	50	37.5	25	19	12.5	9.5	4.75	2.36	1.18
90 a 37.5	100	90 a 100		25 a 60		0 a 15		0 a 5					
63 a 37.5			100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5					
50 a 4.75				100	95 a 100		35 a 70		10 a 30		0 a 5		
7.5 a 4.75					100	95 a 100		35 a 70		10 a 30	0 a 5		
25 a 4.75						100	95 a 100		25 a 60		0 a 10	0 a 5	
19 a 4.75							100	90 a 100		20 a 55	0 a 10	0 a 5	
2.5 a 4.75								100	90 a 100	40 a 70	0 a 5	0 a 5	
9.5 a 2.36									100	85 a 100	10 a 30	0 a 10	0 a 5
50 a 25				100	90 a 100	35 a 70	0 a 15		0 a 5				
37.5 a 19					100	90 a 100	20 a 55	0 a 15		0 a 5			

Dimensiones de los tamaños en milímetros.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPÍTULO 005 MATERIALES PARA TERRACERÍA Y TERRACERIAS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Son suelos cohesivos o friccionantes o combinación de ellos, mismos que son producto de la desintegración mecánica o la descomposición química de rocas ígneas, sedimentarias y metamórficas, transportadas por gravedad, viento, agua o hielo y depositadas en lugares más bajos formando sedimentos, mismos que pueden solidificarse para formar rocas sedimentarias.

Para efectos de terracerias, los materiales así formados (al natural o triturados) se utilizarán en conjunto, sometiéndolos tan solo a un proceso de compactación.

A.02. Estos materiales pueden dividirse en:

a. Por la dimensión de sus partículas

1. Fragmentos de roca
Material entre 200 cm y 7.6 cm y que a su vez puede clasificarse en:

1.1. Fragmentos grandes
Material entre 200 cm y 75 cm.

1.2. Fragmentos medianos
Material entre 75 cm y 20 cm.

1.3. Fragmentos chicos
Materiales entre 20 cm y 7.6 cm.

2. Gravas
Materiales con dimensiones entre 7.6 y 0.5 cm en donde el 95% o más se retiene en la malla 4.75.

3. Arena
Material entre 0.5 cm y 0.002 cm en que más del 95% pasa la malla 4.74 y a su vez se divide en:

3.1. Grano grueso
Material entre 0.5 cm y 0.025 cm.

3.2. Grano fino
Material entre 0.025 cm y 0.002 cm.

CIUDAD DE MÉXICO

4. Limos
Material en donde el 95% pasa la malla 0.075 y exhibe propiedades plásticas; a su vez pueden clasificarse en:

4.1. Limos inorgánicos ligeramente plásticos (ML)
4.2. Limos orgánicos de baja plasticidad (OL)
4.3. Limos inorgánicos, micáceos y elásticos (MH)
4.4. Limos orgánicos plásticos (OH)

5. Arcillas
Material en granulometría similar a los limos, más del 95% pasa la malla 0.075 pero con propiedades diferentes como su cohesividad. Se clasifican en:

5.1. Arcillas inorgánicas de baja o mediana plasticidad (CL).

5.2. Arcillas inorgánicas de alta plasticidad con límite líquido hasta 500 (CH).

5.3. Arcillas orgánicas de alta plasticidad (OH).

5.4. Arcillas orgánicas de baja o mediana plasticidad (OL).

b. Por la procedencia de los materiales pueden ser de:

1. Rocas ígneas

1.1. Piroclástica

1.2. Vítrea

1.3. Afanítica

1.4. Granular

1.5. Porfirítica

2. Rocas sedimentarias

2.1. Clástica

2.2. Orgánica

2.3. Cristalina

CIUDAD DE MÉXICO

3. Rocas metamórficas

3.1. Gnesita

3.2. Esquistosa

3.3. Apizarrada

3.4. Granoplástica

3.5. Felsítica córnea

c. Por la forma, éstos pueden ser:

1. Fragmentos de roca, grava y arenas

1.1. Redondas.- Sus partículas con tendencia a la esfericidad, que las hace inestables.

1.2. Subredondeados.- Sus partículas son cúbicas y estables.

1.4. Angulosos.- Sus partículas son de aristas y vértices muy estables (generalmente son productos de trituración).

2. Limos y arcillas.- La forma de sus partículas no tienen importancia para el objeto de este capítulo.

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Materiales para Terracería y Terracerías y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en la cláusula de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará mas referencia en el texto de este capítulo

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Materiales de Terracerías	VII.- 2 Cap. 2	S.C.T
Muestreo y prueba de materiales para terracerías	IX.-1ª.- Cap. 2	S.C.T.
Manual de Mecánica de Suelos		SARH
Exploración y muestreo de materiales	2.02.01.002	D.D.F

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Geotecnia	2.02.02.001	D.D.F
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F
Materiales para revestimiento, sub-base y base	4.01.01.006	D.D.F

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Las pruebas que se deben ejecutar para conocer las características del material de banco destinado a terracerías serán las siguientes:

a. Contenido de humedad
   1. Determinación estándar
   2. Determinación rápida

b. Absorción del material mayor de 9.52mm

c. Densidad relativa:
   1. Aparente de material mayor de 9.52 mm
   2. Del material que pasa la malla 4.75

d. Peso volumétrico:
   1. Suelto
   2. Seco en el lugar
   3. De muestras inalteradas

e. Composición granulométrica:
   1. Del material retenido en la malla 4.75 por cribado en seco.
   2. Del material que pasa la malla 4.75 por procedimiento de lavado.
   3. Prueba simplificada de granulometría.
   4. Porcentajes de arena, limo y arcilla.

CIUDAD DE MÉXICO

f. Límites de Atterberg y pruebas complementarias.

1. Equivalente de humedad de campo.
2. Límite líquido.
3. Límite plástico.
4. índice plástico.

g. Valor Relativo de Soporte (VRS).- Para seleccionar las pruebas deberá considerarse si la estructura del material va ser alterada o no, por compactación o remoción.

Las pruebas serán las siguientes:

1. Pruebas estándar (California o Porter). Para materiales que vayan a ser compactados.

2. Prueba modificada para varios grados de compactación. Puede aplicarse en ambos casos. (Remoción o compactación).

3. Prueba modificada a humedad constante y variando peso volumétrico.- Únicamente para suelos que vayan a ser compactados.

4. Prueba directa en el lugar. En materiales que no vayan a ser alterados por compactación ni remoción.

5. Prueba en muestras inalteradas: Se efectuará para las mismas condiciones del inciso anterior, excepto en suelos sin cohesión o con agregados gruesos que impidan la obtención de la muestra.

CIUDAD DE MÉXICO

El cuadro siguiente muestra las pruebas modificadas de la estándar que deberán utilizarse según las condiciones del suelo.

C.02. Las terracerías ya formadas deberán sujetarse a las siguientes pruebas:

a. Compactación.

1. En suelos que pasan la malla 4.75
2. En suelos con agregados gruesos hasta de 2.54 cm.

b. Peso volumétrico seco.

c. Valor relativo de soporte.

1. Prueba modificada.
2. Prueba directa en el lugar.
3. Prueba de muestra inalterada.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. Las muestras inalteradas o alteradas, procederán de dos fuentes: del banco donde se extraerá el material que formará la terracería o de la terrecería ya formada.

a. Muestras procedentes de banco.- Se extraerán de los siguientes sitios más representativos del material y de acuerdo a los siguientes criterios:

CONDICIONES		PRUEBA APLICABLE		
		2	3	4 y 5
Suelos cuya estructura vaya a ser alterada por compactación o remoción y que permitan la incorporación del agua en el laboratorio	Terracerías bien drenadas en zonas de precipitación baja o media.	X		
	Terracería con drenaje deficiente y precipitación media o bien, en zonas de alta precipitación	X		
	Suelos con humedad natural cercana a la óptima, cuando por las características del suelo o las condiciones atmosféricas no vayan a producir cambios apreciables en las humedad		X	
Suelos cuya estructura no vaya a sufrir alteración, que permitan la incorporación de agua en laboratorio y que en la obra puedan adquirir mayor humedad que ocasione una disminución del valor soporte.	En terracerías bien drenadas en zonas de precipitación baja o moderada	X		
	En terracerías con drenaje deficiente y en zonas de precipitación media o en zonas de alta precipitación		X	
Suelos cuya estructura no vaya a ser alterada por compactación si se considera que al hacer la prueba contiene ya la mayor humedad susceptible de adquirir.				X

CIUDAD DE MÉXICO

1. Si se trata de préstamos laterales contiguos y material homogéneo, los sondeos se harán a cada 100 m y profundidad suficiente para definir el nivel de explotación.

2. Si se trata de banco de préstamo extenso con material homogéneo, se hará un sondeo por cada 1,600 m formando una cuadrícula en la superficie del banco y a una profundidad no menor a lo que considera nivel de explotación.

3. Si se trata de cortes posibles de usar en la terracería, se harán 3 pares de sondeos en el sentido del cadenamiento abarcando el ancho de éste como se indica en la figura uno de este capítulo. En todos estos casos se extraerán dos muestras de cada sondeo una alterada y otra inalterada para verificación de los requisitos que se marcan en el inciso C.01. En el caso de no resultar homogéneos los bancos o cortes, se hará un sondeo para cada tipo de material obteniéndose dos muestras por cada sondeo, una alterada y otra inalterada.

b. Muestras procedentes de terracerias ya construidas.- La ubicación de los sondeos se hará conforme lo indica la Figura 1 y las muestras se sujetarán a lo siguiente:

1. Se obtendrán muestras alteradas y se harán pruebas en tres sondeos por cada 100 m de longitud de terracería (pruebas que deberán practicarse de acuerdo con lo establecido en el inciso D.02). En casos especiales, las muestras se obtendrán según lo marque el proyecto u ordene el Departamento.

CIUDAD DE MÉXICO

2. Para determinación de valores relativos de soporte, se harán los sondeos como se indican en las figuras uno y dos según los métodos indicados en el inciso D.02. La cantidad de material para las muestras alteradas será de 25 kg mínimo. Las muestras inalteradas deben extraerse en dimensiones de 40 cm por lado (cubo). Al efectuarse los sondeos se medirá el espesor de la terracería o relleno.

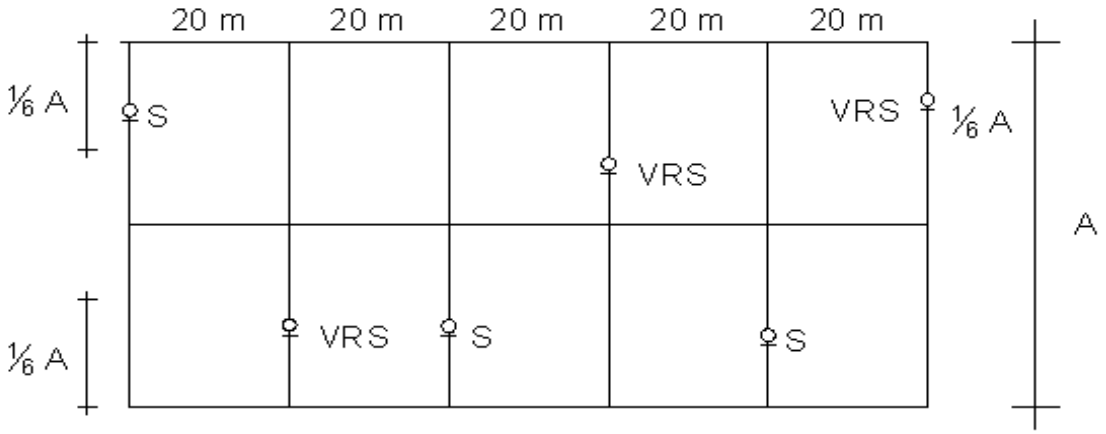


FIGURA 1 Ubicación de sondeos

Donde:

S= Punto para hacer sondeo
VRS= Punto para hacer pruebas de Valor Relativo de Soporte
A= Ancho de la terrecería; para ≤ 40 m

D.02. Las pruebas y procedimientos a realizar para cerificar los requisitos, deberán ser los siguientes:

a. Secado de muestras.- El secado de la muestra llevada al laboratorio debe hacerse al sol, extendido todo el material sobre la superficie limpia y tersa, o bien, en charolas de lámina en un horno a temperatura baja, 40° C a 50°C. En ambos casos es conveniente voltear el material para lograr un secado más rápido y uniforme, hasta obtener una humedad que permita la fácil disgregación y manejo de la muestra.

   Cuando la muestra llegue al laboratorio con una humedad que permita su disgregación, no será necesario someterla al proceso de secado anteriormente indicado.

   Debe ponerse especial atención en que este secado de la muestra no se haga a temperaturas elevadas, porque podría dar lugar a la alteración de ciertas características del material, la plasticidad principalmente, lo cual conduciría a la obtención de resultados erróneos en las pruebas a que se va a sujetar el material posteriormente. En el caso de materiales finos de elevada plasticidad, el secado total provoca la formación de grumos muy difíciles de disgregar que dificultan el cribado de la nuestra a través de la malla 0.75 (No. 200) y que inclusive pueden dar datos falsos respecto al material que se tiene en dicha malla.

CIUDAD DE MEXICO

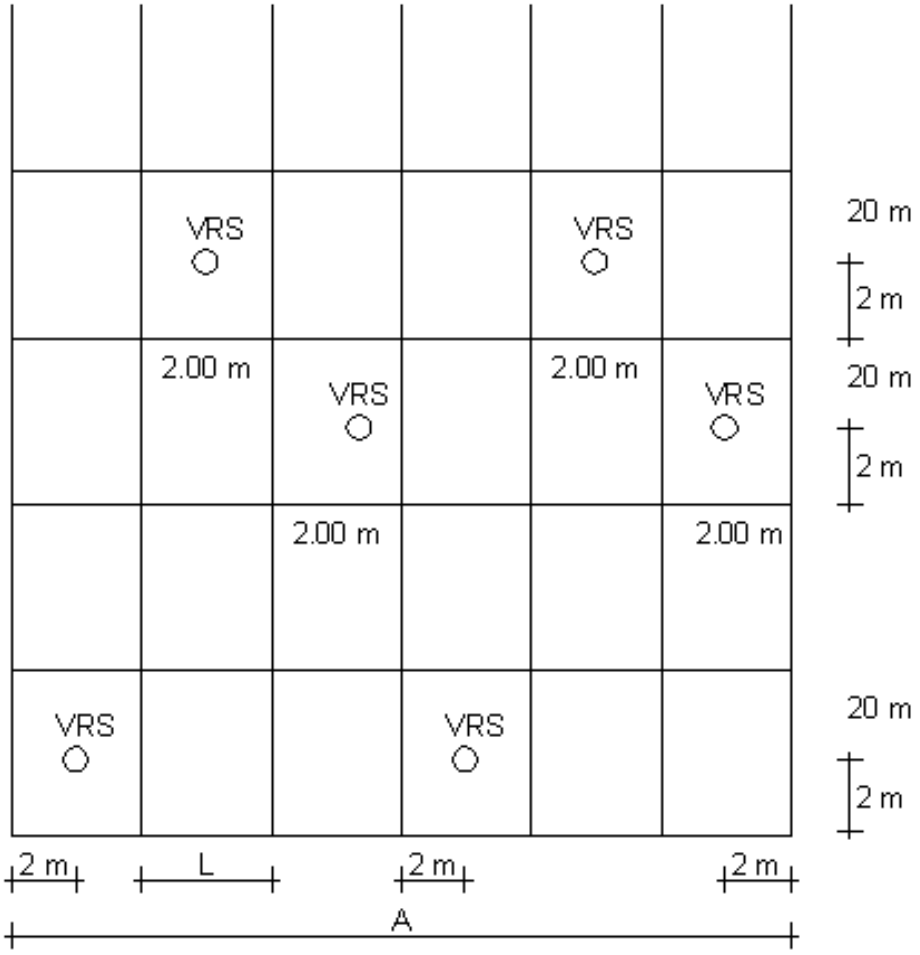
b. Disgregación de muestras.- La disgregación de la muestra tiene por objeto hacer la separación de los diferentes tamaños de material que constituyen la muestra, para que ésta pueda ser posteriormente mezclada uniformemente y cuarteada para obtener porciones representativas de la misma y efectuar en ellas las diferentes pruebas a que va a ser sometido el material.

   En materiales no cohesivos, esta separación es fácil de hacer, no así en el caso de materiales granulares cementados, o en el caso de rocas alteradas en donde el material va reduciéndose de tamaño a medida que avanza el proceso de disgregación hasta quedar reducido a polvo al terminar éste.

   En estos casos debe intervenir el criterio del jefe del laboratorio, para decidir hasta donde debe llevarse el proceso de disgregación de acuerdo con el uso a que va a ser destinado el material y el equipo, así como el procedimiento de construcción que será empleado. La disgregación de la muestra deberá llevarse hasta un grado tal, que se acerque lo más posible al grado mínimo de disgregación que deba exigirse durante la construcción de la obra, para lograr un empleo correcto del material propuesto.

c. Cuando se use equipo nuclear, se deben hacer cuando menos 15 pruebas por cada 100 m de longitud de terracerias (para vialidades), tres por cada 20 m, localizados aleatoriamente. En caso de rellenos con áreas no longitudinales, se realizará un mínimo de cincuenta pruebas por cada 10 000 m^2 o número proporcional para superficies menores (2 pruebas por cada cuadro de 20 m de lado), aleatoriamente.

CIUDAD DE MÉXICO



A= ancho de la terracería en m (A>40 m)
L= A/30
VRS= Punto para hacer prueba de valor relativo de soporte

CIUDAD DE MEXICO

En todos los puntos de cruce de la cuadricula se hará sondeo y nivelación.

E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. Todo material empleado para formar una terracería debe cumplir satisfactoriamente las pruebas que indique el proyecto y/o señale el Departamento, analizarse desde el banco o rechazarse según los resultados.

La terracería se aceptará si cumple con las tolerancias establecidas en el proyecto y/o las indicadas por el Departamento; de lo contrario, se removerá y volverá a conformar hasta que cumpla con tales requisitos.

En el caso de que existan dos o más análisis y/o pruebas con resultados similares, se podrá elegir uno de ellos siempre y cuando el conjunto de resultados estén dentro las tolerancias permitidas.

E.02. Las tolerancias que deben satisfacer los materiales para ser aceptados serán las siguientes:

a. No se requiere granulometría de características especiales, siempre y cuando se utilicen piezas no mayores al 75% del espesor de la capa especificada de compactación.

b. El límite líquido no excederá de 100, pero es recomendable sea menor de 50. Para los demás índices de Atterberg, el proyecto o el Departamento señalarán los rangos de tolerancia.

c. La expansión que ocurra en el cuerpo del terraplén nunca será mayor del 5%.

d. El peso volumétrico seco, el grado de compactación, el valor cementante y el valor relativo de soporte, deberán cumplir con las cantidades especificadas en el proyecto y/o indicadas por el Departamento.

   En terracerías para caminos, la subrasante deberá tener un valor relativo de soporte superior a 10.

CIUDAD DE MÉXICO

E.03. Para que las terracerías sean aceptadas deberán quedar dentro de las tolerancias que indique el proyecto y/o señale el Departamento en lo referente a grado de compactación, valor relativo de soporte, granulometría y espesor de la terracería.

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPITULO 006 MATERIALES PARA REVESTIMIENTO, SUB-BASE Y BASE

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Materiales seleccionados para emplearse como revestimiento, sub-base y base, estabilizados o no, con algún producto natural o elaborado. Los materiales pétreos que se emplearán de acuerdo a los requisitos de construcción y podrán emplearse en estado natural o someterse a algún tratamiento para mejorar su comportamiento.

A.02. Los materiales en cuestión se clasifican según el tratamiento requerido en los siguientes grupos:

a. Materiales que no requieren tratamiento alguno.

b. Materiales que requieren disgregación, cribado o trituración.

c. Mezcla de materiales de los grupos a y b.

d. Materiales del grupo a, b o c mezclados con cementante asfáltico.

e. Materiales del grupo a, b o c mezclados con cemento Pórtland o arcilla y cemento Pórtland.

f. Materiales del grupo a, b o c mezclados con cal hidratada y arcilla-cal hidratada y cemento Pórtland.

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Materiales para Revestimiento, Sub-base y Base que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en la cláusula de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Cribas para la clasificación de materiales granulares	NOM-B-231	SECOFIN
Materiales para sub-bases y bases de pavimentación	IX 1a-Cap. 2	S.C.T.
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F
Agregados pétreos	4.01.01.004	D.D.F.
Materiales para terrecería y terracerías	4.01.01.005	D.D.F.
Materiales asfálticos	4.01.01.008	D.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Granulometría.- (Ver figuras 1, 2 y 3)

a. Los materiales empleados para revestimiento, deberán mostrar una granulometría comprendida entre el límite inferior de la zona 1 y la superior de la zona 3 de la figura 1 y de preferencia entre las zonas 2 y 3, sin presentar cambios bruscos de pendiente. La relación de porcentaje entre el material que pasa la malla 0.075 (No. 200) y la que pasa la malla 0.425 (No. 40) no excederá de 0.65. Podrá aceptarse un 5% en volumen de partículas de tamaño mayor de 76 mm.

b. Los materiales empleados para sub-bases en pavimentos flexibles procedentes de los grupos a, b y c mencionados en el inciso A.02. deberán mostrar una granulometría comprendida entre el límite inferior de la zona 1 y la superior de la zona 3 de la Figura 2, sin presentar cambios bruscos de pendiente.

CIUDAD DE MEXICO

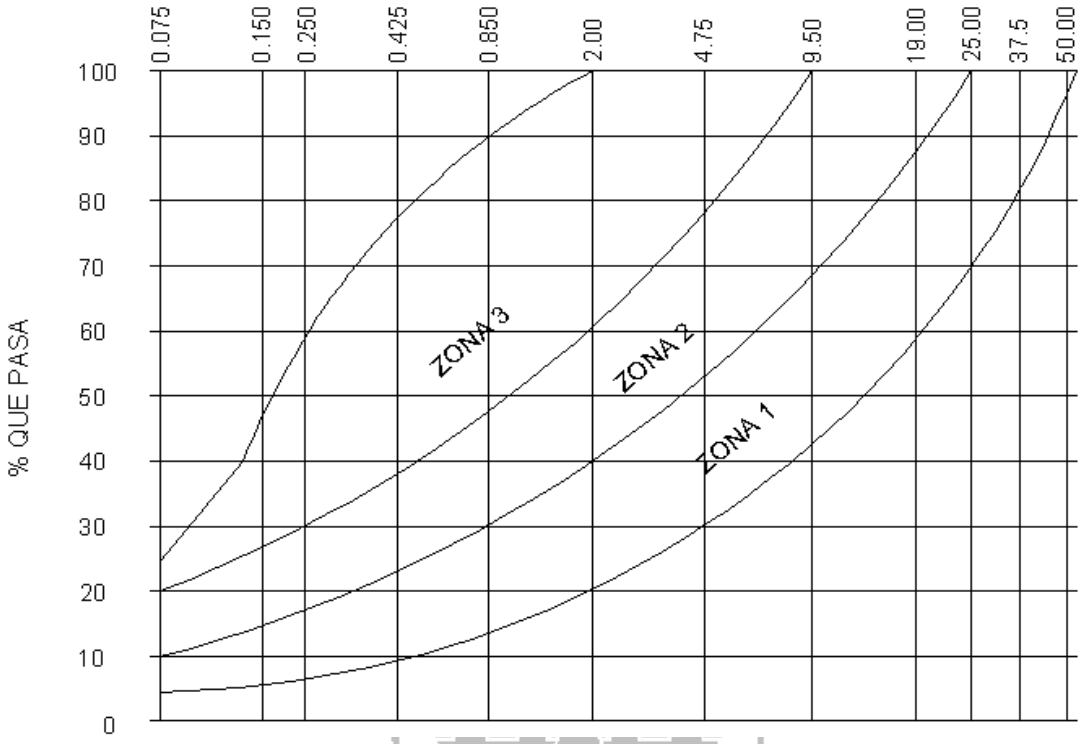


FIGURA 1 ZONAS DE ESPECIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA

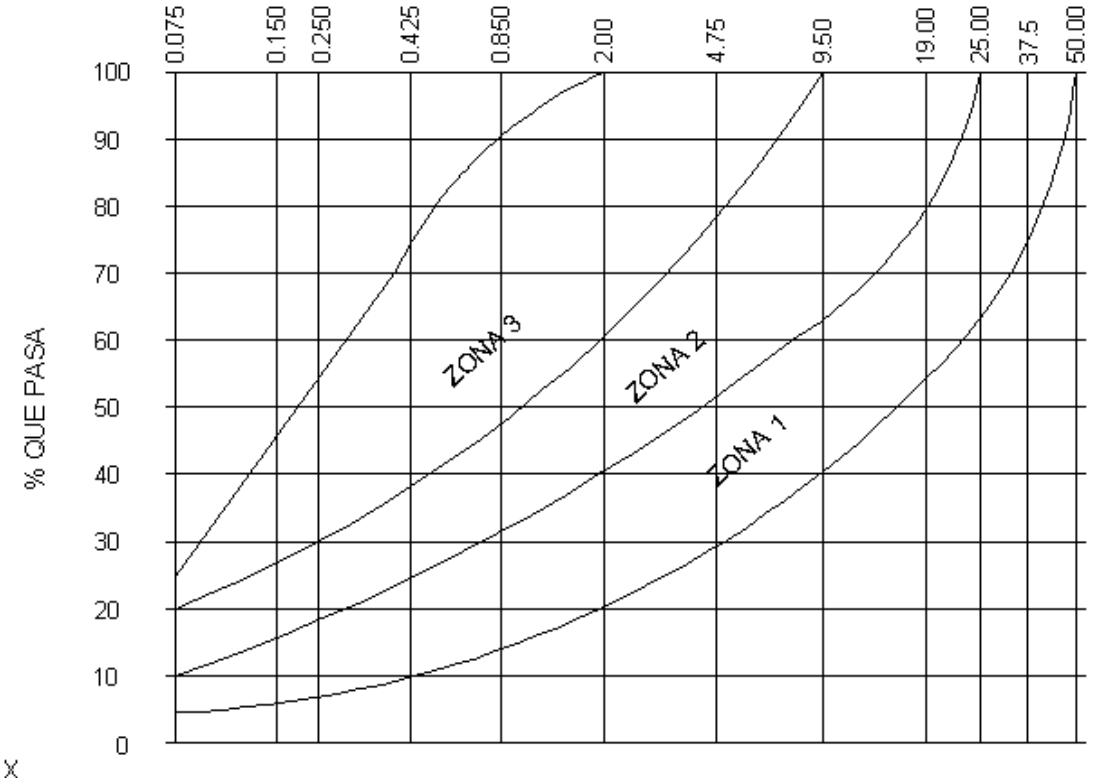


FIGURA 2 ZONAS DE ESPECIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA

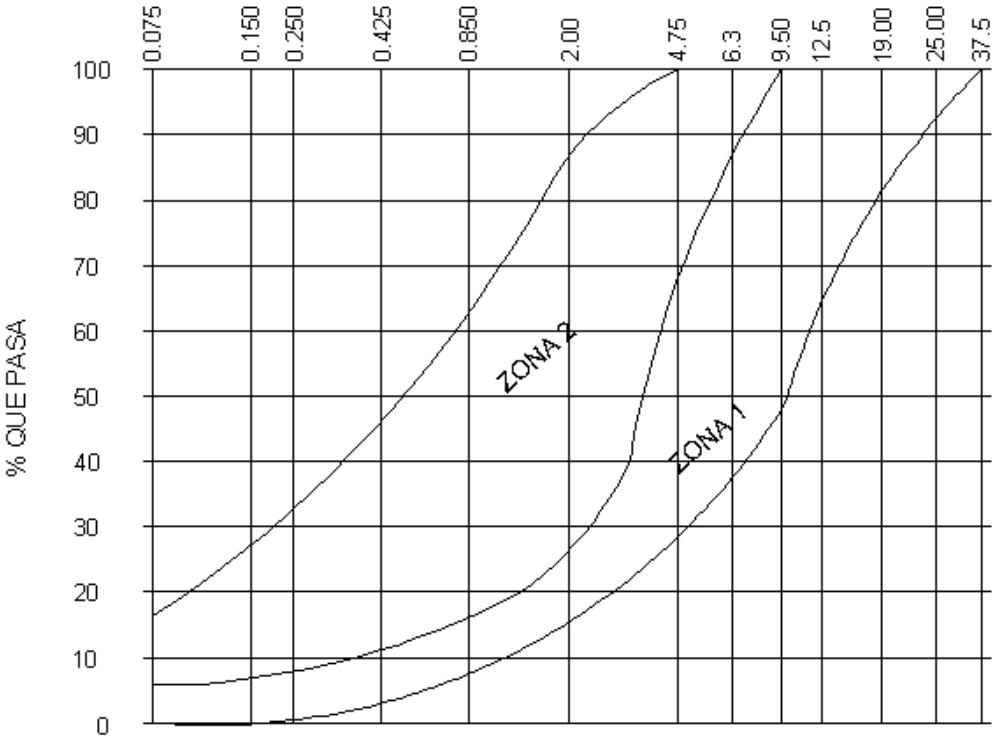


FIGURA 3 ZONAS DE ESPECIFICACIÓN GRANULOMÉTRICA

La relación de porcentaje entre el material que pasa la malla 0.425 (No. 40) no excederá de 0.65. El tamaño máximo de partículas no excederá a 50 mm.

c. Los materiales empleados para bases en pavimentos flexibles, procedentes de los grupos a, b y c citados en el inciso A.02., deben mostrar una granulometría comprendida entre el límite inferior de la zona 1 y el superior de la 3 de la Figura 2 y de preferencia entre las zonas 1 y 2, sin presentar cambios bruscos de pendiente. La relación de porcentaje entre el material que pasa la malla 0,075 (No. 200) y la que pasa la 0,425 (No. 40) no excederá de 0,65. El tamaño máximo de partículas de material no debe ser mayor que 50 mm (2”) para el material correspondiente al grupo a y de 38 mm ($1^1/_2$”) para el grupo b.

d. Material empleado para bases asfálticas, capas de renivelación y bacheo, procedentes del grupo d señalado en el inciso A.02, deberán mostrar una granulometría comprendida entre el límite inferior de la zona 1 y el superior de la zona 2 de la Figura 3 y preferentemente en la zona 1, sin presentar cambios bruscos de pendiente. El tamaño máximo de partículas no excederá de 38 mm ni de 2/3 del espesor compacto de la base.

e. Materiales del grupo d según lo indicado en el inciso A.02, que contengan partículas que pasan la malla 4,75 (No. 4) en más del 70%, podrán emplearse en bases de pavimentos flexibles con tránsito vehicular mayor a 1000 vehículos pesados por día y en sub-bases de pavimentos rígidos, cuando cumplan con lo siguiente:

1. Tener un valor para la contracción lineal no mayor a 4,5%, 3,5% y 2,0% para los materiales clasificados en las zonas 1, 2 y 3 respectivamente de las gráficas granulométricas.

2. Si tratados con asfalto satisfacen los valores de estabilidad de 180 kg mínimo, expansión 2% máximo y absorción 5% máximo, según la prueba Hubbard Field modificada.

3. Los materiales no plásticos como las arenas, podrán usarse como bases de pavimentos, si estabilizados con asfalto tienen un valor de soporte Florida modificado de 65 kg mínimo en la época de calor.

f. Los materiales del grupo e señalados en el inciso A.02, que se empleen para formar sub-bases y bases en pavimentos flexibles o sub-bases en pavimentos rígidos, en que se da una estabilización mediante la aplicación a éste con cemento Pórtland o de éste y puzolanas para disminuir la plasticidad, deben cumplir con lo siguiente:

1. No contener más del 3% de materia orgánica.

2. Compactarse en mezcla con los cementos a 95% del peso volumétrico seco máximo, a menos que el proyecto especifique grado distinto.

g. Los materiales del grupo f señalados en el inciso A.02, que pretenden emplearse en sub-base de pavimentos, deben cumplir con lo siguiente:

1. Materiales antes de estabilizarse

Índice plástico	45 máx.,	10 mín.
Límite líquido	45 máx.	
Contenido de materia orgánica		3% máx.

2. Material estabilizado
   Debe cumplir con lo especificado en proyecto

CIUDAD DE MÉXICO

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. Las muestras en este caso procederán de dos fuentes: del material de banco de donde se formarán los revestimientos, sub-bases o bases y del material conformado, por lo que habrá muestreo en:

a. Bancos.- Se harán sondeos en números y profundidades igual a los indicados en el párrafo D.01.a.2 del Capítulo 4.01.01.005 de Materiales para Terrecería y Terracerías.

b. Material conformado.- Se harán pruebas tradicionales en las condiciones establecidas en los párrafos D.01.b.1 y 2 del mismo capítulo 4.01.01.005. En el caso de usar equipo nuclear, se deberán hacer cuando menos 15 pruebas por cada 100 metros de revestimiento, sub-base o base longitudinal o de 50 por cada 10 000 m^2 planos o número proporcional para superficies menores.

D.02. La obtención de muestras y sus elementos en banco deberá hacerse de acuerdo con lo señalado en los incisos D.01.a y b del capitulo 4.01.001.005, dependiendo del procedimiento.

E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. El espesor de las capas conformadas medido en los sondeos de pruebas indicadas en el inciso D.02, deberá quedar dentro de las tolerancias que a continuación se señalan:

a. Para base de pavimento flexible

$$\sqrt{(e_1 - e)^2 + (e_2 - e)^2 + ... + (e_n - e)^2} \leq 0.14\bar{e}$$

b. Para sub-base de pavimentos rígidos o base de pavimentos flexibles

$$\sqrt{(e_1 - e)^2 + (e_2 - e)^2 + ... + (e_n - e)^2} \leq 0.12e$$

c. Para sub-base mas base de pavimentos flexibles

$$\sqrt{(e_1 - e)^2 + (e_2 - e)^2 + ... + (e_n - e)^2} \leq 0.9\bar{e}$$

d. Como mínimo el 85% de los casos para sub-bases de pavimentos flexibles:

$$|e_r - e| = 0.2e$$

CIUDAD DE MÉXICO

e. Como mínimo el 90% de los casos para sub-base de pavimentos rígidos o bases de pavimentos flexibles:

$$\left| e_r - e \right| \leq 0.2e$$

En donde:
e = Espesor de proyecto
e_r = Espesor real
e_1, e_2,…., e_n= Espesores reales encontrados al efectuar los sondeos y nivelaciones
e= Espesor real promedio
n = Número de puntos a los que se les determinó el espesor

E.02. Las características mecánicas de los materiales incluidos en este capítulo lo deberán satisfacer las tolerancias siguientes:

a. Materiales empleados en revestimientos.

1. Contracción lineal no mayor a 6, 4,5, y 3 para materiales en las zonas 1, 2 y 3 de las Figura 1, respectivamente

2. Valor cementante material anguloso no menor a 5,5, 4,5 y 3,5 $^{kg}/_{cm^2}$ para materiales en zonas 1, 2 y 3 de la Figura 1, respectivamente

3. Valor cementante material redondeado y liso no menor a 8,0, 6,5 y 5,0 $^{kg}/_{cm^2}$ para materiales en zonas 1, 2y 3 de la Figura 1, 2 y 3 de la Figura 1, respectivamente

4. Valor relativo de soporte saturado estándar no menor a 30% para material de zona 2 de la Figura 1.

5. Cuando la fracción que pase la malla 0,075 (No. 200) sea menor de 15%, se considerará la zona en que quede alojada la mayor longitud de toda la curva de la Figura 1.

b. Materiales empleados para sub-base procedentes de los grupos a, b y c del inciso A.02.

1. Contracción lineal no mayor de 6%, 4,5% y 3% para materiales comprendidos en zonas 1, 2 y 3 de la Figura 2, respectivamente.

2. Valor cementante material anguloso no menor a 3,5, 3,0 y 2,5 kg/cm2 para materiales de las zonas 1,2 y 3 de la Figura 2, respectivamente.

CIUDAD DE MÉXICO

3. Valor cementante material redondeado o liso no menor a 5,5, 4,5 y 3,5 kg/cm2 para materiales de las zonas 1, 2 y 3 de la Figura 2, respectivamente.

4. Valor relativo de soporte saturado estándar no menor a 50% para material de la zona 2 de la Figura 2.

5. Equivalente de arena no menor a 20% para materiales en la zona 1 de la Figura 2.

c. Los materiales empleados para sub-base de pavimentos flexibles del grupo d, deben satisfacer los requisitos señalados en el subinciso C.01.d.

d. Los materiales usados para bases de pavimento flexible o sub-base de pavimentos rígidos, procedentes de los grupos a, b y c del inciso A.02. deben cumplir con:

1. Límite líquido no mayor a 30% para materiales cualesquiera de las zonas de la Figura 3.

2. Contracción lineal no mayor a 4,5, 3,5 y 2,0% para materiales en las zonas 1, 2 y 3 de la Figura 3, respectivamente.

3. Valor cementante material anguloso no menor a 3,5, 3,0 y 2,5 kg/cm' para materiales en zonas 1, 2 y 3 de la Figura 3 respectivamente.

4. Valor cementante material redondeado y liso no menor a 5,5, 4,5 y 3,5 kg/cm2 para materiales de las zonas 1, 2 y 3 de la Figura 3, respectivamente.

5. Los valores relativos de soporte estándar (V.R.S.), los equivalentes de arena y los índices de durabilidad en ambos sentidos, respectivamente; son de 100, 50 y 40 para tránsito vehicular en ambos sentidos mayor a 1000 vehículos pesados diarios, respectivamente.

E.03. Cuando la curva granulométrica en los casos a, b y c de las figuras 1, 2 y 3 se aloje en dos o más zonas, en las fracciones comprendidas entre las mallas 0,425 (No. 40) y 0,075 (No. 200), la contracción lineal debe considerarse para la zona en la cual quede alojada la mayor longitud de dicha parte de la curva, excepto cuando la fracción que pase la malla 0,075 (No. 200) sea menor del 15%, en cuyo caso la zona considerada será aquella en la que se aloje la mayor longitud de la curva.

CIUDAD DE MEXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES BÁSICOS
CAPÍTULO 007 MATERIALES PÉTREOS PARA CARPETA, MEZCLA ASFÁLTICA Y RIEGO DE SELLO.

A. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Piedra fragmentada en forma natural o procesada, proveniente de banco, con o sin tratamiento específico de corrección, que se aglutina mediante un material bituminoso, para lograr una consistencia y dureza de conjunto.

A.02. El tratamiento correctivo del material pétreo, puede ser:

a. Disgregación.

b. Cribado.

c. Trituración

d. Lavado

e. Combinación de ellos.

A.03. En cuanto a su potencial hidrógeno (pH), los agregados pétreos para emplearse en mezclas asfálticas se clasifican en:

a. Ácidos como los silicatos, granitos y cuarzo.

b. Alcalinos como las calizas, carbonatos de calcio y mármoles.

A.04. El objeto del presente capítulo es el de establecer los parámetros mínimos de calidad de los agregados pétreos para que cumplan con las especificaciones de diseño de las carpetas, mezclas asfálticas y riegos de sello.

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Cribas para la clasificación de materiales granulares	NMX-B-231-1990	ONNCCE
Densidad relativa de materiales pétreos para mezclas asfálticas	M-MMP-4-04-003	S.C.T.
Agregados. Determinación de terrones de arcilla y partículas deleznables	NMX-C-071-ONNCCE-2004	ONNCCE
Agregados. Determinación partículas ligeras.	NMX-C-072-1997-ONNCCE	ONNCCE
Agregados. Determinación de la sanidad por medio del sulfato de sodio o del sulfato de magnesio	NMX-C-075-ONNCCE-2005	ONNCCE
Granulometría de materiales pétreos para mezclas asfálticas	M MMP 4 04 002	S.C.T.
Muestreo de materiales pétreos para mezclas asfálticas	M MMP 4 04 001	S.C.T.
Agregados. Determinación de impurezas orgánicas en el agregado fino	NMX-C-088-1997-ONNCCE	ONNCCE
Agregados. Determinación de la masa específica y absorción de agua del agregado grueso.	NMX-C-164-ONNCCE-2002	ONNCCE
Agregados. Determinación de la masa específica y absorción de agua del agregado fino. Método de prueba	NMX-C-165-ONNCCE-2004	ONNCCE
Agregados. Contenido de agua por secado. Método de prueba	NMX-C-166-ONNCCE-2006	ONNCCE
Desgaste de materiales pétreos, mediante la prueba de la máquina de Los Ángeles	M-MMP-4-04-006	S.C.T.
Agregados. Reducción de las muestras de agregados obtenidas en el campo, al tamaño requerido para las pruebas.	NMX-C-170-1997-ONNCCE	ONNCCE

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Materiales pétreos para mezclas asfálticas	N CMT 4 04/03	S.C.T.
Materiales para bases tratadas	N-CMT-4-02-003/04	S.C.T.
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Los agregados pétreos deben ser provenientes de roca limpia y resistente a la abrasión. Se desecharán aquellos que procedan de estratos arcillosos, rocas suaves, sucias u otros materiales, que no sean apropiados y que acompañan a la roca sana. El 75% del material que se utilice para elaborar la mezcla asfáltica, con diámetros entre 9,50 mm y 13 mm (3/8" y $^{1}/_{2}$"), debe tener cuando menos, dos caras producidas por fracturación. Además, el agregado pétreo debe cumplir con lo siguiente:

a. La densidad debe ser de 2,50 g/cm^3, mínimo.

b. Para el agregado pétreo limpio o con impurezas destinado a mezclas en frío, la humedad puede ser igual o mayor a la absorción.

Para mezclas en caliente, se puede aceptar una humedad superior a la de absorción, siempre y cuando pase por el proceso de secado.

c. El material pétreo no debe exceder en su absorción saturada de agua del 3% de su peso seco.

CIUDAD DE MÉXICO

C.02. Los materiales pétreos para capetas asfálticas elaboradas por los sistemas de mezcla en el lugar y en planta estacionaria deben satisfacer las siguientes especificaciones:

a. La granulometría de los agregados pétreos para mezcla que se va a emplear para base negra, debe ser como se muestra en la Gráfica 1; y además, debe cumplir con lo siguiente:

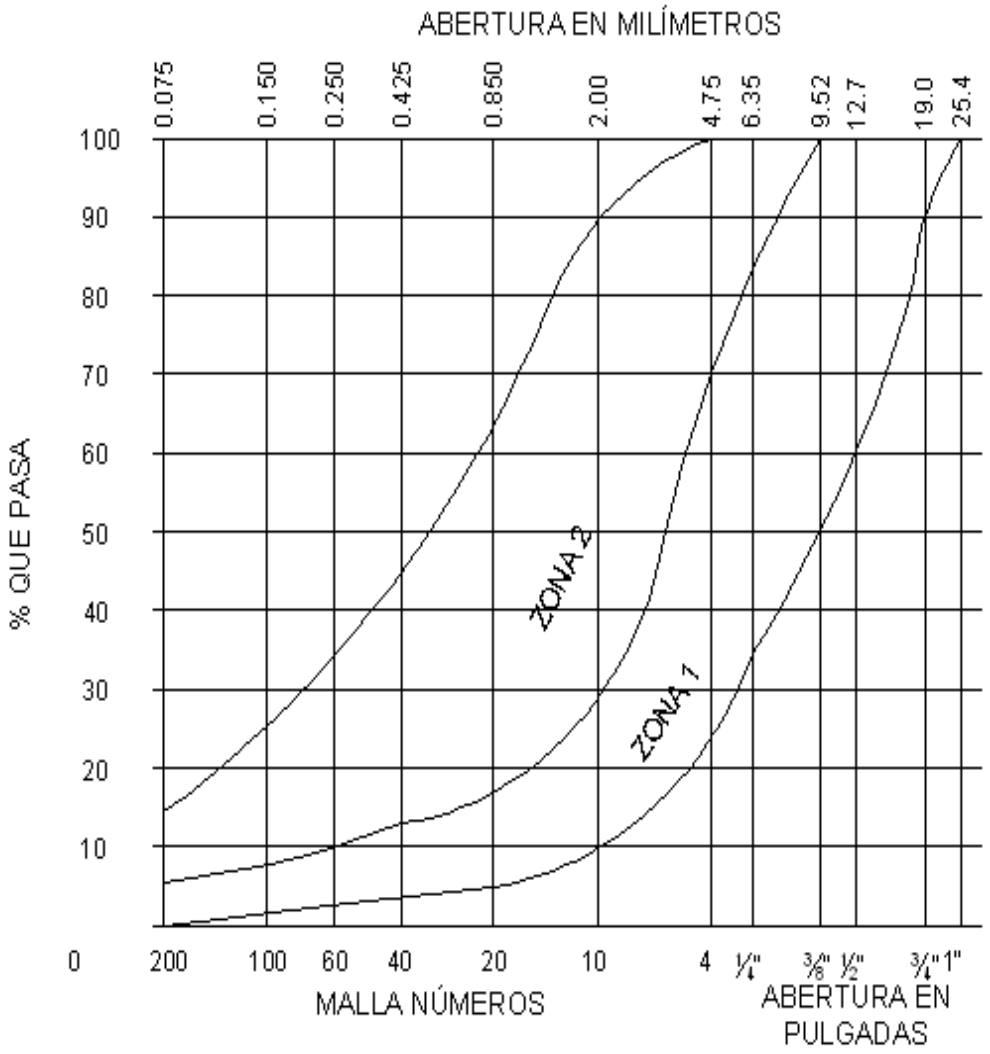
1. La curva granulométrica del material pétreo para mezcla en el lugar, en términos generales, debe quedar comprendida entre el límite inferior de la zona1 y el límite superior de la zona 2.

La zona 1 corresponde a materiales pétreos de granulometría gruesa, y la zona 2 a los materiales pétreos de granulometría fina.

2. La curva granulométrica del material debe afectar en forma semejante a la de las curvas que limitan las zonas por lo menos en las dos terceras partes de su longitud, sin presentar cambios bruscos de pendiente.

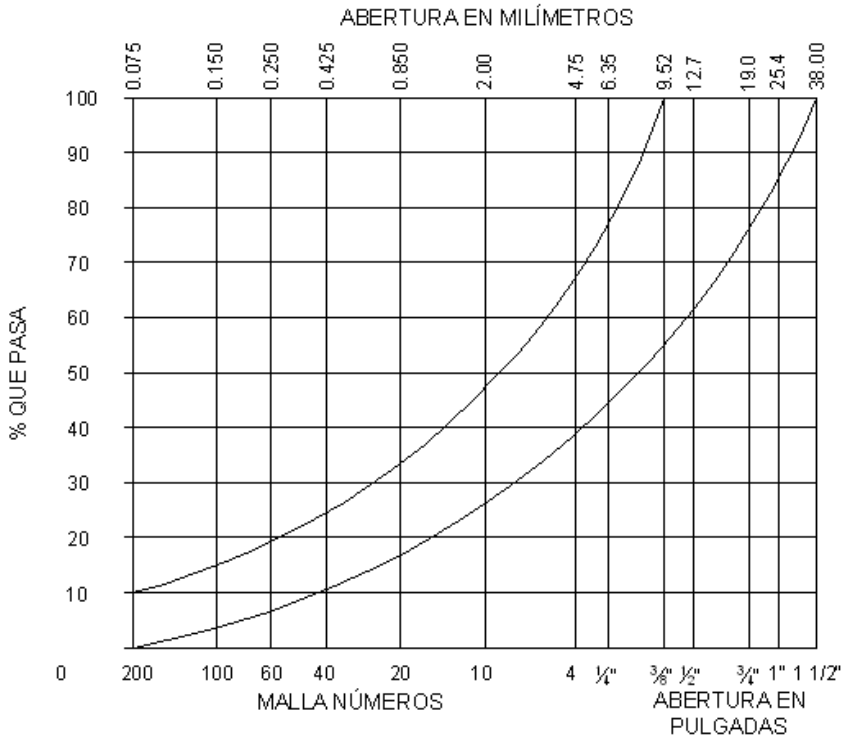
b. La granulometría para mezcla asfáltica en frío, en caliente o templada considerada como densa, en términos generales debe quedar comprendida en la zona limitada por las dos curvas de la Gráfica 2.

GRÁFICA 1.- Zona granulométrica apropiada para materiales pétreos que se empleen en la elaboración de mezclas asfálticas para base negra.



c El desgaste en la máquina de Los Ángeles para cualquier tipo de material pétreo debe ser del 35% máximo, de acuerdo con lo señalado en el método de procedimiento de prueba M MMP 4 04 006/02 “Desgaste mediante la prueba de la máquina de Los Ángeles de materiales pétreos para mezclas asfálticas” de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes

GRAFICA 2. Zona granulométrica apropiada para materiales pétreos que se empleen en la elaboración de la mezcla asfáltica densa en frío, caliente o templada



d. La forma de la partícula alargada o en forma de laja, determinada por el método de procedimiento de prueba M.MMP.4.04.005,"Partículas alargadas y lajeadas de materiales pétreos para mezclas asfálticas" de granulometría abierta, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, debe ser del 25% máximo

e. La afinidad del asfalto con el agregado pétreo, determinado por el método de procedimiento de prueba M.MMP.4.04.009 "Desprendimiento por fricción en materiales pétreos para mezclas asfálticas" de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, debe cumplir con lo establecido en la Tabla 2.

f. El equivalente de arena, determinado por el método de procedimiento de prueba M.MMP.4.04.004 "Equivalente de arena de materiales pétreos para mezclas asfálticas" de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, debe ser de 65% mínimo

CIUDAD DE MÉXICO

C.03. Los materiales pétreos para carpeta asfáltica por el sistema de riegos (tratamientos superficiales) y para riego de sello, deben satisfacer los siguientes requisitos:

a. Granulometría determinada de acuerdo con la Tabla 1.

b. Desgaste. De acuerdo con el método de prueba en la máquina de Los Ángeles, debe ser del 30% máximo.

c. Intemperismo acelerado, determinado por el método de procedimiento de prueba M.MMP.4.04.008 “Intemperismo acelerado de materiales pétreos para mezclas asfálticas” de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, debe ser del 12% máximo.

d. Forma de las partículas alargadas y/o en forma de laja, debe ser del 35% máximo.

e. Afinidad con el asfalto, para carpetas determinado por el método de procedimiento de prueba M.MMP.4.04.010 “Cubrimiento con asfalto mediante el método inglés de materiales pétreos para mezclas asfálticas” de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, debe ser del 90% mínimo.

C.04. Los materiales pétreos empleados en la construcción de carpetas de morteros asfálticos, deben cumplir los siguientes requisitos:

a. Granulometría, en términos generales las curvas granulométricas deben quedar comprendidas dentro de las zonas limitadas por las dos curvas de las gráficas 3 y 4.

b. Equivalente de arena, debe ser del 65% mínimo.

c. Desgaste en la máquina de Los Ángeles, debe ser del 10% máximo.

d. Afinidad con el asfalto, debe cumplir con la Tabla 2.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1. Requisitos granulométricos de los agregados pétreos empleados en carpeta asfáltica, por el sistema de riego, o para riego de sello.

Porciento que pasa la malla										
Denominación del material pétreo	32.0mm (1¼”)	25.4 mm (1”)	19.0mm (¾”)	15.82mm (3/8”)	12.7mm (½”)	9.51mm (3/8”)	6.35mm (¼”)	4.76mm (No. 4)	2.00mm (No.10)	0.420mm (No. 40)
1	100	95mín			5 máx		0		0	
2			100		95 mín		5 max		0	
3-A					100	95 mín			5 max	0
3-B						100	95 mín		5 max	0
3-C					100	95 mín		5 max	0	

E. MUESTREO Y PRUEBAS.

E.01. El muestreo para control de calidad de los agregados pétreos, debe realizarse de la forma siguiente:

a. Durante su producción. Debe obtenerse una muestra de 25 kg por cada 400 m^3.

b. Cuando se encuentre almacenado. Debe obtenerse una muestra de 5 kg por cada 250 m^3

TABLA 2 Requisitos de afinidad de los agregados pétreos

Prueba / Capa de pavimento	Desprendimiento por fricción %	Cubrimiento con asfalto Método inglés * %	Desprendimiento de película %
Sub-base de pavimento rígido, estabilizada con materiales asfálticos	25 Máx.		25 Máx.
Base de pavimento flexible estabilizada con materiales asfálticos	25 Máx.		25 Máx.
Carpeta y base asfáltica (mezcla en el lugar y en la planta estacionaria)	25 Máx.	.	----
Carpeta asfáltica por el sistema de riego	25 Máx.	90 Mín.	----

* Sólo aplica para carpeta asfáltica por el sistema de riegos

E.02. En ambos casos, las pruebas que deben realizarse son:

a. Granulometría.
b. Equivalente de arena
c. Forma de la partícula.
d. Densidad
e. Absorción
f. Desgaste en la máquina de Los Ángeles

CIUDAD DE MÉXICO

GRÁFICA 3. Zona de especificaciones granulométricas para materiales pétreos que se empleen en morteros asfálticos.

LECHADA DE MORTERO ASFÁLTICO (SLURRY SEAL)

MUESTRA No._____ **FECHA:** _____
CIA.: _____ **OBRA:** _____
PROCEDENCIA: _____
ENSAYO: _____ **MUESTREO:** _____

1.- ESPECIFICACIONES

SUPERFICIE	**GENERAL**	**CEMENTO ASFÁLTICO (%)**	**7,5 a 13,5**	**GRANULOMETRÍA**	
TIPO DE EMULSIÓN	**- - -**	**EMULSIÓN TEÓRICA (%)**	**- - - - -**		
ESPESOR	**6,4 mm**	**AGREGADO POR m²**	**- - - - -**	**3/8”**	**100**
				4	**90 -100**
				8	**65 - 90**
				16	**45 - 70**
				30	**30 - 50**
				50	**18 - 30**
				100	**10 - 21**
				200	**5 - 15**

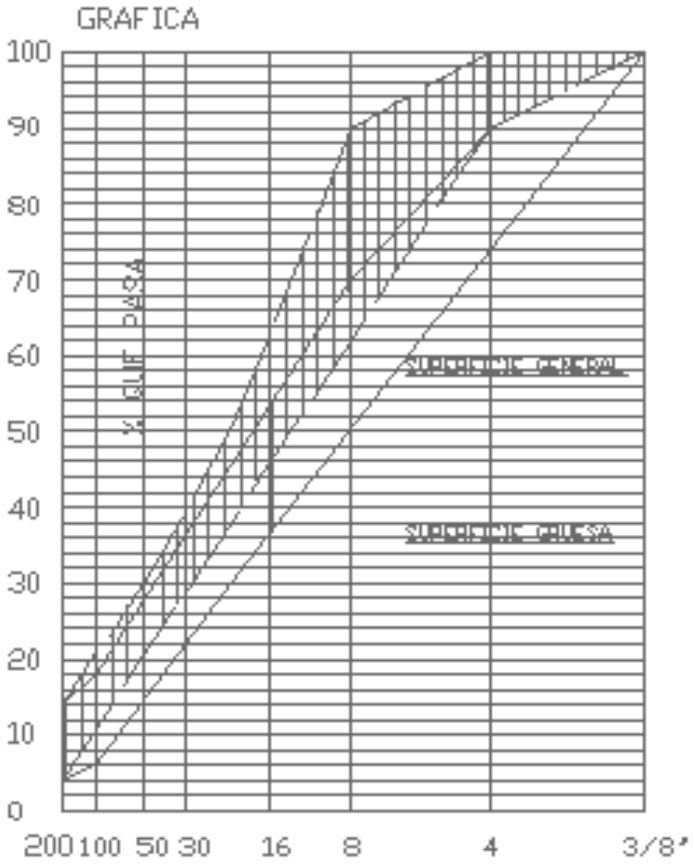
2.- % DE CEMENTO ASFALTICO

PESO MUESTRA	**g**	
PESO MUESTRA LAVADA	**g**	
ASFALTO	**g**	
CEMENTO ASFÁLTICO	**%**	

3.- GRANULOMETRÍA

MALLA	**RETENIDO**			**% PASA**
	g	**%**	**% ACUM.**	
3/8”				
No. 4				
8				
16				
30				
50				
100				
200				
CHAROLA				
SUMA				

OBSERVACIONES:



GRÁFICA 4. Zona de especificaciones granulométricas para materiales pétreos que se empleen en morteros asfálticos.

LECHADA DE MORTERO ASFÁLTICO (SLURRY SEAL)

MUESTRA No **FECHA:** _____
CIA.: _____ **OBRA:** _____
PROCEDENCIA: _____
ENSAYO: _____ **MUESTREO:** _____

1.- ESPECIFICACIONES

SUPERFICIE	**GRUESA**	**CEMENTO ASFÁLTICO (%)**	**6,5 a 12,0**
TIPO DE EMULSION	**- - -**	**EMULSIÓN TEÓRICA (%)**	**- - - - -**
ESPESOR	**9 mm**	**AGREGADO POR m²**	**- - - - -**

2.- % DE CEMENTO ASFÁLTICO

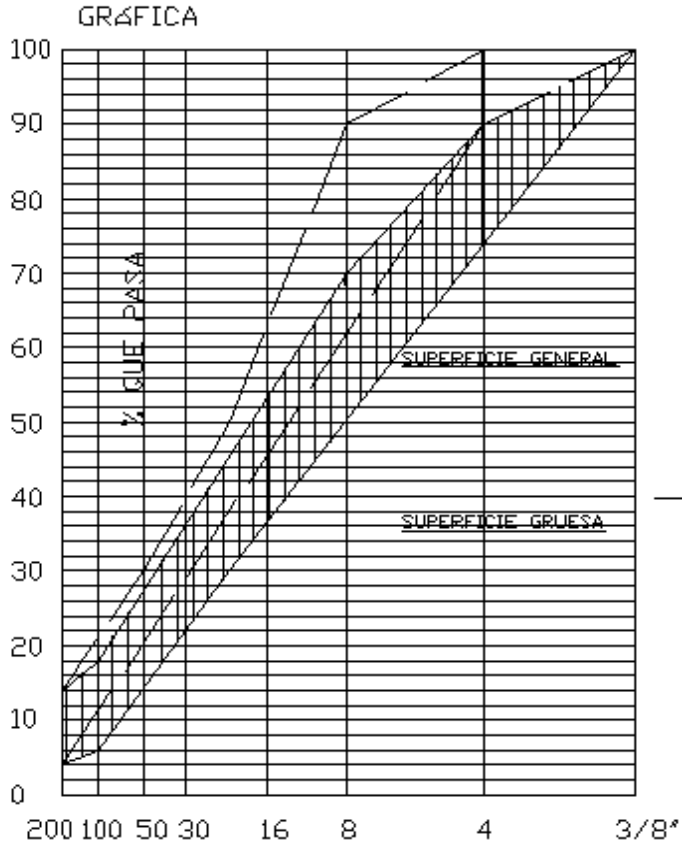
PESO MUESTRA	**g**	
PESO MUESTRA LAVADA	**g**	
ASFALTO	**g**	
CEMENTO ASFÁLTICO	**%**	

3.- GRANULOMETRÍA

MALLA	**RETENIDO**			**% PASA**
	g	**%**	**% ACUM.**	
3/8”				
No. 4				
8				
16				
30				
50				
100				
200				
CHAROLA				
SUMA				

OBSERVACIONES:

GRANULOMETRÍA	
3/8”	**100**
4	**70 - 90**
8	**45 - 70**
16	**28 - 50**
30	**19 - 34**
50	**12 - 25**
100	**7 - 18**
200	**5 - 15**



F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. El Gobierno del Distrito Federal aceptará los agregados pétreos, una vez que hayan sido probados de acuerdo a los métodos de prueba descritos en la cláusula B de Referencias y lo señalado en el presente capítulo.

F.02. La aceptación o rechazo del material pétreo por parte del representante del Gobierno del Distrito Federal debe hacerse considerando cuando menos lo siguiente:

a. El material pétreo debe cumplir las características y requisitos de calidad indicados en esta norma, según el tipo de material pétreo establecido en el proyecto, mediante muestras obtenidas y preparadas como se establece en el Manual M MMP 4 04 001 “Muestreo de materiales pétreos para mezclas asfálticas” y sometidas a las pruebas que se señalan en la normatividad de la cláusula B de Referencias.

b. Para el caso de que el contratista de obra o proveedor seleccione el banco, éste es el responsable de demostrar que el material pétreo cumple con las características y requisitos de calidad señalados en este capítulo de norma, por lo que el contratista o proveedor debe entregar al representante del Gobierno del Distrito Federal un certificado de calidad que garantice el cumplimiento de todos los requisitos establecidos en esta norma, expedido por su propio laboratorio o por un laboratorio externo, aprobado por el representante del Gobierno del Distrito Federal.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES BÁSICOS
CAPÍTULO 008 MATERIALES ASFÁLTICOS

A. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Material bituminoso, sólido o semisólido con propiedades cementantes, que se licua gradualmente al calentarse, constituido principalmente por asfáltenos, resinas y aceites, componentes que le dan características de consistencia, poder de aglutinación y manejabilidad. El bitumen es un componente del asfalto hidrocarbonado de origen natural o pirogénico, frecuentemente acompañado de sus derivados no metálicos, que pueden ser gaseosos, líquidos, semisólidos, sólidos; totalmente solubles en bisulfuro de carbono.

A.02. Estos materiales se clasifican en:

a. Cemento asfáltico.

Obtenido por un proceso de destilación del petróleo para eliminar sus solventes volátiles y parte de sus aceites, clasificándose a su vez en AC-5, AC-10, AC-20 y AC-30, dependiendo de su viscosidad.

b. Emulsión asfáltica.

Material asfáltico líquido estable formado por 2 fases no miscibles, en el cual la fase continua de la emulsión está formada por agua y la fase discontinua por pequeños glóbulos de asfalto, pudiendo ser según el agente emulsificante:

1. Emulsión aniónica: Con glóbulos de asfalto cargados electro negativamente.
2. Emulsión catiónica: Con glóbulos de asfalto cargados electro positivamente.
3. Según la estabilidad de las emulsiones, éstas pueden ser:

3.1. De rompimiento rápido. Para riegos de liga y carpetas por el sistema de riegos (con excepción de la emulsión conocida como ECR-60).

3.2. De rompimiento medio. Para carpetas de mezcla en frío elaboradas en planta, especialmente cuando el contenido de finos

CIUDAD DE MÉXICO

es menor o igual al 2%, así como en trabajos de conservación como bacheo, renivelaciones, sobrecarpetas, etc.

3.3. De rompimiento lento. Para carpetas de mezcla en frío, elaboradas en planta y para estabilizaciones asfálticas.

3.4. Para impregnación. Para impregnaciones de sub-bases y/o bases hidráulicas

3.5. Súper estables. Para estabilización de materiales y recuperación de pavimentos.

3.6. La clasificación de las emulsiones asfálticas esta dada en la tabla siguiente:

Clasificación	Contenido de asfalto	Tipo de rompimiento	Polaridad
EAR-55	55	Rápido	Aniónica
EAR-60	60	Rápido	Aniónica
EAM-60	60	Medio	Aniónica
EAM-65	65	Medio	Aniónica
EAL-55	55	Lento	Aniónica
EAL-60	60	Lento	Aniónica
EAI-60	60	Para impregnación	Aniónica
ECR-60	60	Rápido	Catiónica
ECR-65	65	Rápido	Catiónica
ECR-70	70	Rápido	Catiónica
ECM-65	65	Medio	Catiónica
ECL-65	65	Lento	Catiónica
ECI-60	60	Para impregnación	Catiónica
ECS-60	60	Sobre-estabilizada	Catiónica

c. Producto químico asfáltico con aplicación en alguna de las etapas de construcción, mantenimiento o rehabilitación de un pavimento, pudiéndose tener mejores resultados que usando únicamente alguno de los productos mencionados anteriormente y cuya aplicación puede ser para:

1. Riego de impregnación.
2. Riego de liga.
3. Riego de sello.
4. Estabilización

CIUDAD DE MÉXICO

A.03.- El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de calidad que deben tener los materiales asfálticos que serán empleados en las obras e instalaciones a cargo de la Administración Pública del Distrito Federal.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Determinación del contenido de bitumen en materiales bituminosos	NMX-C-026-1974	ONNCCE
Viscosidad Saybolt Furol en materiales asfálticos	M-MMP-4-05-004	S.C.T.
Determinación de la pérdida por calentamiento en película delgada y la penetración retenida en cementos asfálticos.	NMX-C-093-1975	ONNCCE
Determinación del contenido de agua, por destilación de emulsiones asfálticas.	NMX-C-099-1975	ONNCCE
Determinación del residuo por evaporación en emulsiones asfálticas	NMX-C-103-1976	ONNCCE
Materiales asfálticos. Determinación del tiempo de flotación	NMX-C-100--2002	ONNCCE
Determinación del residuo por destilación en emulsiones asfálticas	NMX-C-104-1975	ONNCCE
Determinación de la estabilidad al asentamiento de las emulsiones asfálticas	NMX-C-113-1977	ONNCCE
Ductilidad de cementos y residuos asfálticos	M-MMP-4-05-011/00	S.C.T.
Determinación de la temperatura de ablandamiento de materiales bituminosos	NMX-C-183-1974	ONNCCE
Carga eléctrica de las partículas de emulsiones asfálticas	M-MMP-4-05-017/00	S.C.T.

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Cementos asfálticos	NMX-C-197-1978	ONNCCE
Viscosidad rotacional Brookfield de cementos asfálticos	M-MMP-4-05-005	S.C.T.
Viscosidad dinámica de cementos y residuos asfálticos	M-MMP-4-05-002	S.C.T.
Viscosidad cinemática de cementos asfálticos	M-MMP-4-05-003	S.C.T.
Cubrimiento del agregado en emulsiones asfálticas	M-MMP-4-05-015	S.C.T.
Métodos de muestreo de materiales bituminosos utilizados en la construcción	NMX-C-203-1973	ONNCCE
Emulsiones asfálticas. Determinación de pH	NMX-C-276-1979	ONNCCE
Demulsibilidad de emulsiones asfálticas	M-MMP-4-05-018	S.C.T.
Emulsión asfáltica aniónica de fraguado lento, determinación de la miscibilidad con cemento Pórtland	NMX-C-287-1979	ONNCCE
Emulsiones asfálticas. Determinación del retenido en la criba DGN 6,5.	NMX-C-288-1979	ONNCCE
Emulsiones aniónicas. Especificaciones	NMX-C-295-1980	ONNCCE
Calidad de materiales asfálticos	N.CMT.4.05.001	S.C.T.
Método de procedimiento de prueba. Muestreo de materiales asfálticos	M-MMP-4-05-001	S.C.T.
Materiales pétreos para carpeta, mezcla asfáltica y riego de sello	4.01.01.007	G.D.F.
Generalidades	4.01.01.001	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Físicos:

a. Los cementos asfálticos deben cumplir con los requisitos indicados en la Tabla 1:

TABLA 1 Requisitos de calidad de los cementos asfálticos

Características del asfalto original	Clasificación			
	AC-5	AC-10	AC-20	AC-30
Viscosidad dinámica a 333 K (60 ºC), Poises (P).	500 ± 100	1000 ± 200	2000 ± 400	3000 ± 600
Viscosidad cinemática a 408 K (135ºC), centiStokes (cSt); mínimo	175	250	300	350
Penetración de 100g en 5 s a 298 K (25ºC); 10^{-1} mm; mínimo	140	80	60	50
Temperatura de inflamación CAC, K (ºC); mínimo	450 K (177 ºC)	492 K (219 ºC)	505 K (232 ºC)	505 K (232 ºC)
Solubilidad en Percloroetileno, %; mínimo	99	99	99	99
Temperatura de reblandecimiento, K (ºC)	310 – 316 K (37 - 43 ºC)	318 – 325 K (45 - 52 ºC)	321 – 329 K (48 - 56 ºC)	323–331 K (50 – 58 ºC)
Características del residuo de la película delgada.	Clasificación			
	AC- 5	AC-10	AC-20	AC-30
Pérdida por calentamiento, % peso; máximo	1	0,5	0,5	0,5
Características del asfalto original	Clasificación			
	AC-5	AC 10	AC-20	AC 30
Viscosidad dinámica a 333 K (60 ºC), Poise (P); máximo	2 000	4 000	8 000	12 000
Penetración retenida a 298 K (25 ºC), %; mínimo	46	50	54	58
Ductilidad a 298 K (25 ºC) a 5 cm/min., cm; mínimo	100	75	50	40

CIUDAD DE MÉXICO

C.02. Las emulsiones asfálticas aniónicas, deben cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 2

TABLA 2 Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas aniónicas

Características	Tipo de emulsión						
	EAR-55	EAR-60	EAM-60	EAM-65	EAL-55	EAL-60	EAI-60
Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo	55	60	60	65	55	60	60
Viscosidad Saybolt-Furol a 298 K (25 ºC); s, mínimo	5	--	--	--	20	20	5
Viscosidad Saybolt-Furol a 323 K (50 ºC); s, mínimo	--	40	50	25	--	--	--
Asentamiento en 5 días; diferencia en %, máximo	5	5	5	5	5	5	5
Retenido en malla 20 en la prueba de tamiz; %, máximo	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pasa malla No 20 y se retiene en malla No 60 en la prueba de tamiz; %, máximo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25
Cubrimiento del agregado seco; %, mínimo	--	--	90	90	90	90	--
Cubrimiento del agregado húmedo; %, mínimo	--	--	75	75	75	75	--
Características	Tipo de emulsión						
	EAR-55	EAR-60	EAM-60	EAM-65	EAL-55	EAL-60	EAI-60
Miscibilidad con cemento pórtland; % máximo	--	--	--	--	2	2	--
Carga eléctrica de las partículas	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)	(-)
Demulsibilidad; %	60 min.	50 min.	30 máx.	30 máx.	--	--	--

CIUDAD DE MÉXICO

C.03. Las emulsiones asfálticas catiónicas, deben cumplir con los requisitos establecidos en la Tabla 3

TABLA 3 Requisitos de calidad para emulsiones asfálticas catiónicas

Características	Tipo de emulsión						
	ECR-60	ECR-65	ECR-70	ECM-65	ECL-65	ECI-60	ECS-60
Contenido de cemento asfáltico en masa; %, mínimo	60	65	68	65	65	60	60
Viscosidad Saybolt-Furol a 298 K (25 ºC); s, mínimo	--	--	--	--	25	5	25
Viscosidad Saybolt-Furol a 323 K (50 ºC); s, mínimo	5	40	50	25	--	--	--
Asentamiento en 5 días; diferencia en %, máximo	5	5	5	5	5	10	5
Retenido en malla No 20 en la prueba de tamiz; %, máximo	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Pasa malla No 20 y se retiene en malla No 60 en la prueba del tamiz; %, máximo	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25	0,25

CIUDAD DE MÉXICO

Características	Tipo de emulsión						
	ECR-60	ECR-65	ECR-70	ECM-65	ECL-65	ECI-60	ECS-60
Cubrimiento del agregado seco; %, mínimo	--	--	--	90	90	--	90
Cubrimiento del agregado húmedo; %, mínimo	--	--	--	75	75	--	75
Carga eléctrica de las partículas	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)	(+)
Disolvente en volumen; %, máximo	--	3	3	5	--	15	--
Índice de ruptura; %	<100	<100	<100	80-140	>120	--	>120

C.04.- Los requisitos de calidad del residuo de la destilación de las emulsiones asfálticas aniónicas, se señalan en la Tabla 4:

TABLA 4 Requisitos de calidad del residuo de la destilación de emulsiones aniónicas

Características	EAR-55	EAR-60	EAM-60	EAM-65	EAL-55	EAL-60	EAI-60
Viscosidad dinámica a 333K (60 ºC); Pa(s)(P) en Poises	50±10 (500±100)	100±20 (1000-200)	50±10 (500±100)	100±20 (1000-200)	50±10 (500±100)	100±20 (1000-200)	50±10 (500±100)
Penetración a 298 K, (25 ºC),en 100g y 5s; 10^{-1} mm	100-200	50-90	100-200	50-90	100-200	50-90	100-200
Solubilidad; %, mínimo	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5
Ductilidad a 298 K (25 ºC); cm, mínimo	40	40	40	40	40	40	40

CIUDAD DE MÉXICO

C.05.- Los requisitos de calidad del residuo de la destilación de las emulsiones asfálticas catiónicas, se señalan en la Tabla 5

TABLA 5 Requisitos de calidad del residuo de la destilación de emulsiones catiónicas

Características	ECR-60	ECR-65	ECR-70	ECM-65	ECL-65	ECI-60	ECS-60
Viscosidad dinámica a 333 K (60 ºC); Pa(s)(P) en Poises	50±10 (500±100)	50±10 (500±100)	50±10 (500±100)	50±10 (500±100)	50±10 (500±100)	50±10 (500±100)	50±10 (500±100)
Penetración (2) a 298 K, (25 ºC),en 100g y 5s; 10^{-1} mm	110-250	110-250	110-250	100-250	100-250	100-400	100-250
Solubilidad; %, mínimo	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	----
Ductilidad a 298 K (25 ºC); cm, mínimo	40	40	40	40	40	40	----

(2) En climas que alcancen temperaturas iguales o mayores que 313 K (40 ºC), la penetración en el residuo de la destilación de las emulsiones ECR-65, ECR-70, ECM-65, ECL-65 y ECS-60, en el proyecto se puede considerar de 50 a 90×10^{-1} mm.

CIUDAD DE MÉXICO

C.06. Los productos químicos asfálticos deben cumplir con las especificaciones del proyecto o lo que indique el representante del Gobierno del Distrito Federal; pero además, con lo siguiente:

a. Para riego de impregnación de bases en pavimentos flexibles y rígidos, el producto debe proporcionar impermeabilidad de la superficie de la base, adherencia entre la base y el riego de liga, penetrar sin dificultad en texturas cerradas, su densidad puede variar de 0,85 a 1,10 g/cm^3 y la carga de la partícula debe ser positiva.

b. Para riego de liga en pavimentos flexibles, el producto debe proporcionar buena liga entre la carpeta y la base, la carga de la partícula debe ser positiva y realizar la misma función que una emulsión de rompimiento rápido.

c. Para estabilizar y mejorar la calidad de la infraestructura y superestructura del pavimento; este producto debe reunir características tales que pueda sustituir a las emulsiones asfálticas, incrementar el valor relativo de soporte y

la resistencia a la compresión simple del material tratado; además, reducir la permeabilidad de la capa tratada, no rigidizar la capa mejorada y debe permitir la reutilización del material recuperado en carpetas y bases, su densidad puede variar de 0,85 a 1,10 g/cm^3 y la carga de la partícula debe ser positiva, la prueba de penetración a 288 K (15 °C) debe ser 50 décimos de mm mínimo, la ductilidad a 288 K (15 °C) debe ser 30 cm mínimo y el residuo de la destilación 42 % mínimo.

d. El producto químico-asfáltico con características de sellador de grietas en pavimentos, debe reunir las siguientes características:

1. Proporcionar una impermeabilización de la superficie del pavimento.
2. Penetrar con facilidad en grietas muy cerradas.
3. Disminuir la formación de nuevas grietas.
4. Evitar la pérdida de finos y agregados gruesos.
5. Incrementar la vida útil del pavimento.
6. Reducir los efectos del intemperismo sobre la carpeta asfáltica.
7. La densidad puede variar de 0,85 a 1,10 g/cm^3
8. La carga de la partícula debe ser positiva.
9. Debe permitir la adherencia entre la superficie de rodamiento y los neumáticos del tránsito vehicular.

CIUDAD DE MEXICO

C.07. Almacenamiento:

a. Los depósitos que se utilicen deben reunir los requisitos necesarios para evitar la contaminación de los productos que se almacenan en ellos.

b. Deben estar protegidos contra incendios, fugas y pérdidas excesivas de disolventes.

c. Deben disponerse de instalaciones adecuadas para calentamiento del producto.

d. Cuando sea necesario, debe disponerse de los utensilios, herramientas o equipo apropiados para carga, descarga y limpieza en su caso.

e. En el almacenamiento de emulsiones asfálticas se debe tener especial cuidado de que éstas no se asienten o se le formen grumos, en tal caso, se debe desechar la emulsión.

C.08. Transporte:

Los tanques y el equipo para transporte, deben contar con instalaciones para calentamiento del producto cuando así se requiera, deben ser herméticos y deben tener tapas y dispositivos apropiados para evitar fugas.

Durante el transporte de las emulsiones asfálticas se debe tener cuidado de que éstas no se asienten o se formen grumos; de presentarse estos grumos, la emulsión debe desecharse.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. El número y la elección de muestras y sus elementos se determinarán de acuerdo con lo establecido en la norma NMX-C-203-1973 “Métodos de muestreo de materiales bituminosos utilizados en la construcción”.

E.02. Las pruebas y métodos de prueba serán de acuerdo con lo establecido en las normas de referencia citadas en la cláusula B.

F. BASES DE ACEPTACIÓN

CIUDAD DE MÉXICO

F.01. El material que no cumpla con lo establecido en esta norma será motivo de rechazo, mismo que debe marcarse y retirarse de la obra si ha sido llevado a ésta. El transporte por concepto del retiro en este último caso, debe ser por cuenta y responsabilidad del contratista.

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPITULO 009 TEZONTLE

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Material de apariencia esponjosa y origen ígneo que tiene un bajo peso volumétrico, siendo sus colores dominantes el rojo, el rojo amoratado y el negro.

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Tezontle y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse a lo indicado en la cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Concreto	IX-2a.Cap.II	S.C.T.
Agregados para concreto	4.137.02	PEMEX
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.
Piedras para recubrimientos	4.01.01.003	D.D.F.
Agregados pétreos	4.01.01.004	D.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. El tezontle deberá satisfacer los siguientes requisitos físicos:

a. Cumplir los requisitos de granulometría que se indican en la tabla 1 y en las gráficas 1 a 9.

b. El peso volumétrico deberá estar dentro de los valores de la siguiente tabla:

TAMAÑO NOMINAL	PESO VOLUMÉTRICO SECO SUELTO MÁXIMO (kg/m3)
Fino	1120
Grueso	880
Fino y grueso combinados	1040

c. El módulo de finura debe tener una variación máxima de 7% del valor empleado en la proporción calculada para proyecto.

d. El tezontle no debe tener impurezas orgánicas en cantidad tal que produzcan una coloración más oscura que la estándar.

e. En la prueba de manchado, si resulta en la clasificación de "mancha intensa" o con grado mayor mediante la prueba visual, el tezontle debe probarse por el procedimiento químico y si el resultado es mayor de 1,5 miligramos de óxido férrico (Fe_2-O_3,) se rechazará.

f. La cantidad de partículas deleznables no debe ser mayor que 2% del peso seco del tezontle.

g. La pérdida por calcinación no debe ser mayor que 5% en peso.

C.02. En el manejo y almacenamiento se debe tomar en cuenta lo siguiente:

a. Construir una plantilla de material económico que sirva de base para el almacenamiento y evite la mezcla del tezontle con el suelo.

b. Evitar la caída libre del material desde grandes alturas, bien sea por medio de una escala para agregados o de tubos en forma de cono truncado.

c. Evitar la formación de almacenamiento de gran altura en forma de pilas cónicas, desde cuyo vértice se vierta el tezontle.

d. Limitar al mínimo posible el tiempo que debe permanecer almacenado el tezontle, antes de emplearlo. En todo caso muestrearlo antes de su uso si el tiempo de almacenaje fue largo.

e. Impedir el tránsito de cualquier equipo sobre los almacenamientos.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. Los diferentes tipos de pruebas, métodos de prueba, procedimientos y equipo para muestreo, aplicados al tezontle, aparecen en las Normas respectivas de la cláusula B.

D.02. La determinación del tamaño de muestras y el número de éstas, debe ser de acuerdo a lo establecido en la Normas 4.137.02 de PEMEX.

CIUDAD DE MÉXICO

E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. Además de considerar como base de aceptación el cumplimiento de los requisitos y su verificación conforme a la cláusula C, se deben cumplir las siguientes bases de aceptación en el caso de ser empleado el tezontle como agregado ligero:

a. Si el módulo de finura varía en más del 7% del valor de la proporción calculada para proyecto, se deben hacer los ajustes necesarios en dichas proporciones, para compensar las variaciones de composición granulométrica.

b. El peso volumétrico de los diferentes lotes de tezontle, no debe diferir en más del 10% del valor fijado en el proyecto

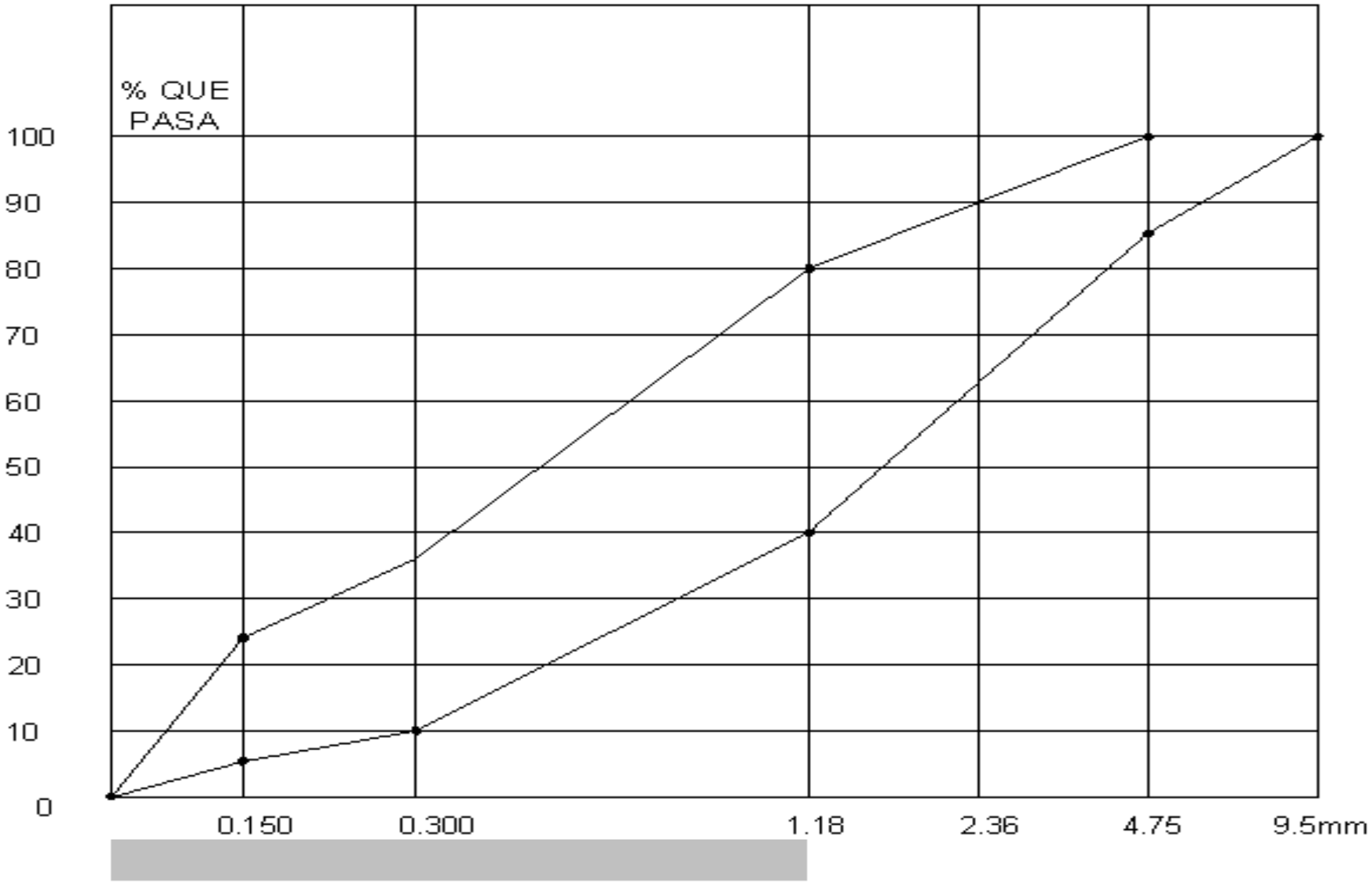
E.02. Salvo que el representante del Gobierno del Distrito Federal autorice cambios a los requisitos y bases que se señalan en este capítulo, el material puede ser rechazado a juicio del propio representante, si al efectuares las pruebas indicadas en la cláusula B no cumple con los citados requisitos

TABLA 1Material que pasa por las siguientes mallas de aberturas cuadradas (% en peso)

DENOMINACIÓN	25	19	12,5	9,5	4,75	2,38	1,18	0,300	0,150
4,75 a 0 mm	-	-	-	100	85-100	-	40-80	10-35	5-25
25,0 a 12,5 mm	95-100	-	0-10	-	-	-	-	-	-
25,0 a 4,75 mm	95-100	-	25-60	-	0-10	-	-	-	-
19,0 a 4,75 mm	100	90-100	-	20-60	0-10	-	-	-	-
12,5 a 4,75 mm	-	100	90-100	40-80	0-20	0-10	-	-	-
9,5 a 2,36 mm	-	-	100	80-100	5-40	0-20	-	-	-
12,5 a 0 mm	-	100	95-100	-	50-80	-	-	5-20	2-15
9,5 a 0 mm	-	-	100	90-100	65-90	35-65	-	10-25	5-15

CIUDAD DE MÉXICO

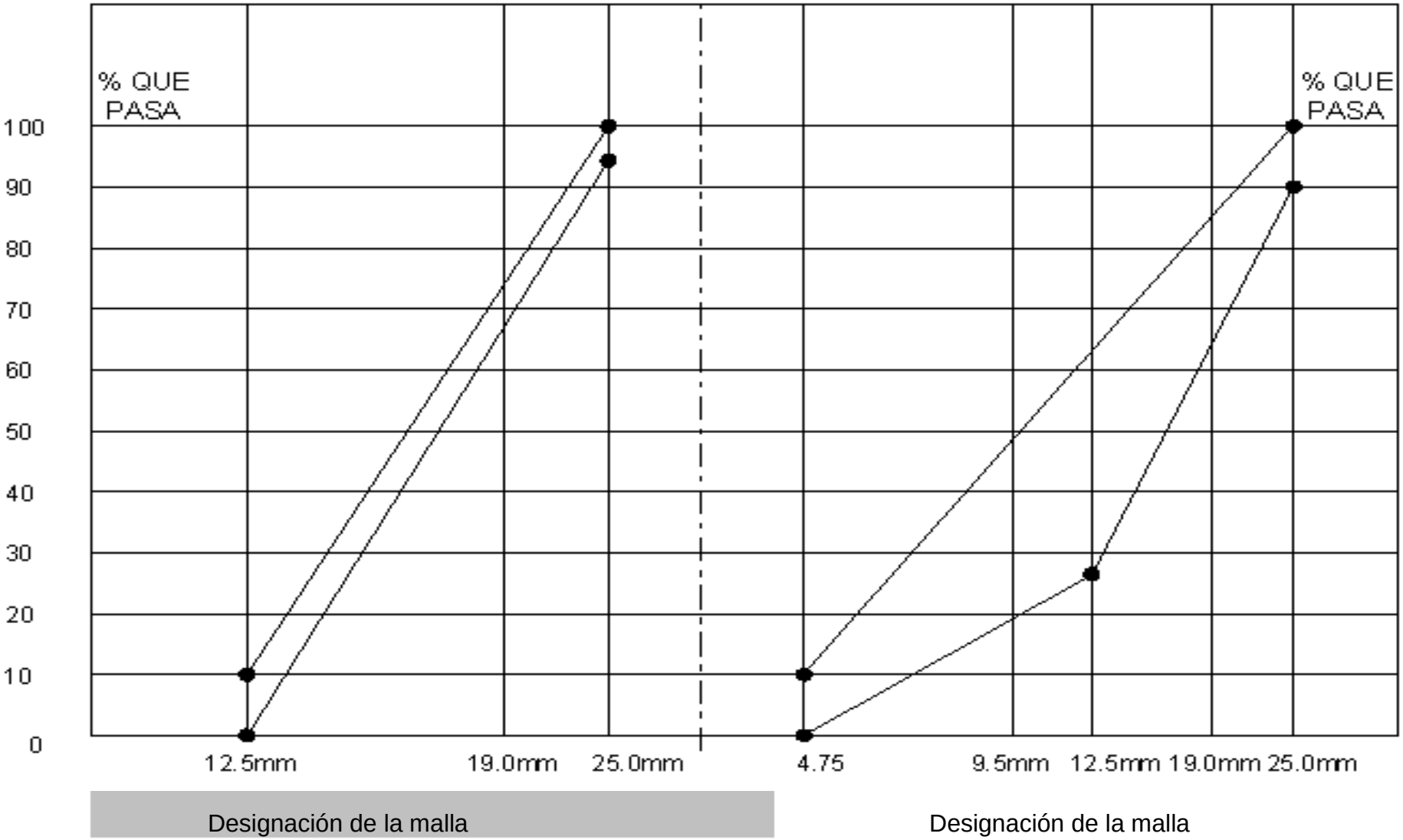
GRÁFICA. 1 AGREGADO FINO (4,75 a 0,00mm)



009-004

GRÁFICA.2 AGREGADO GRUESO (25,0 a 12,5 mm)

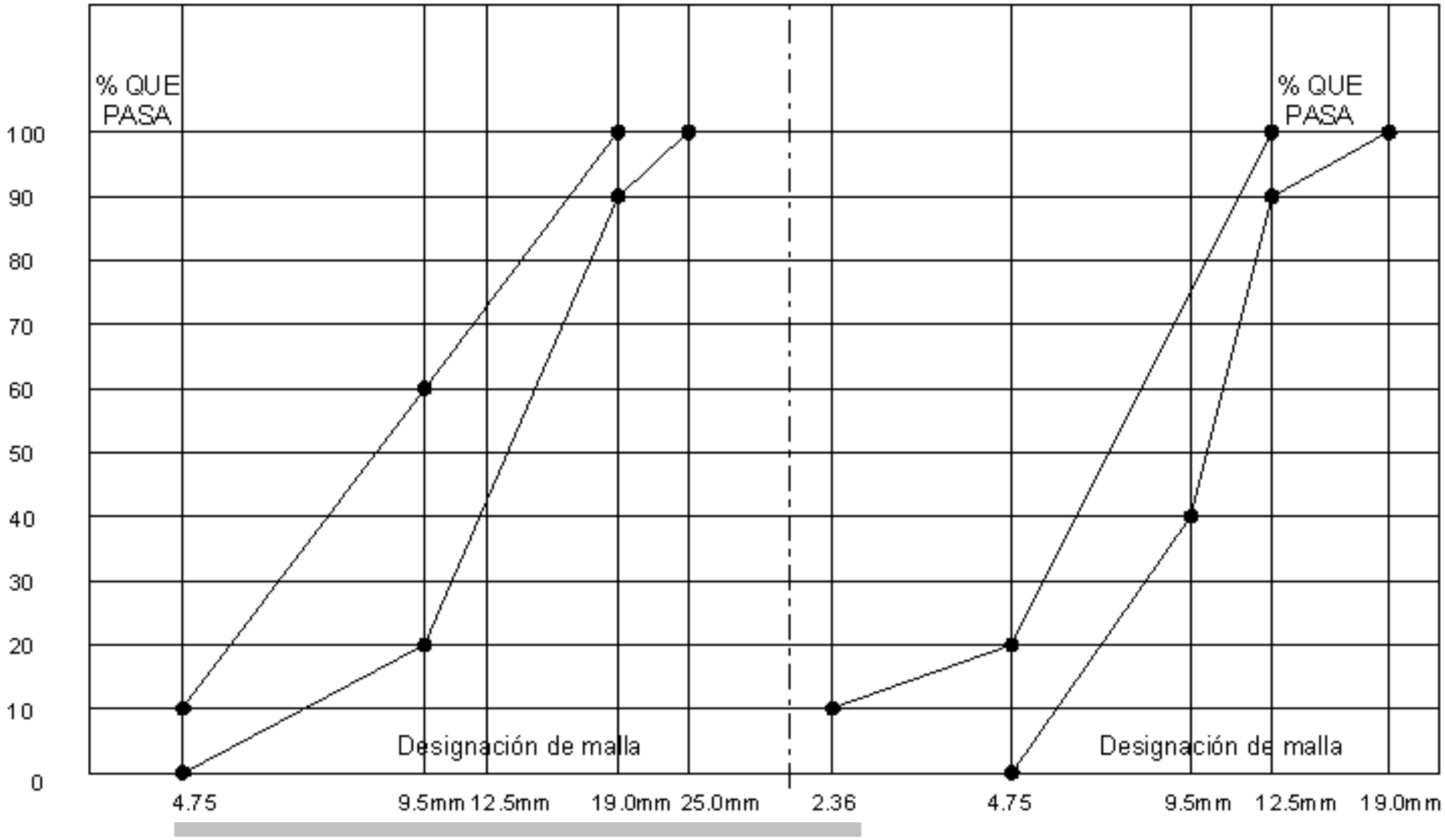
GRÁFICA. 3 AGREGADO GRUESO 25,0 a 4,75mm



009-005

GRÁFICA. 4 AGREGADO GRUESO (19,1 a 4,76 mm)

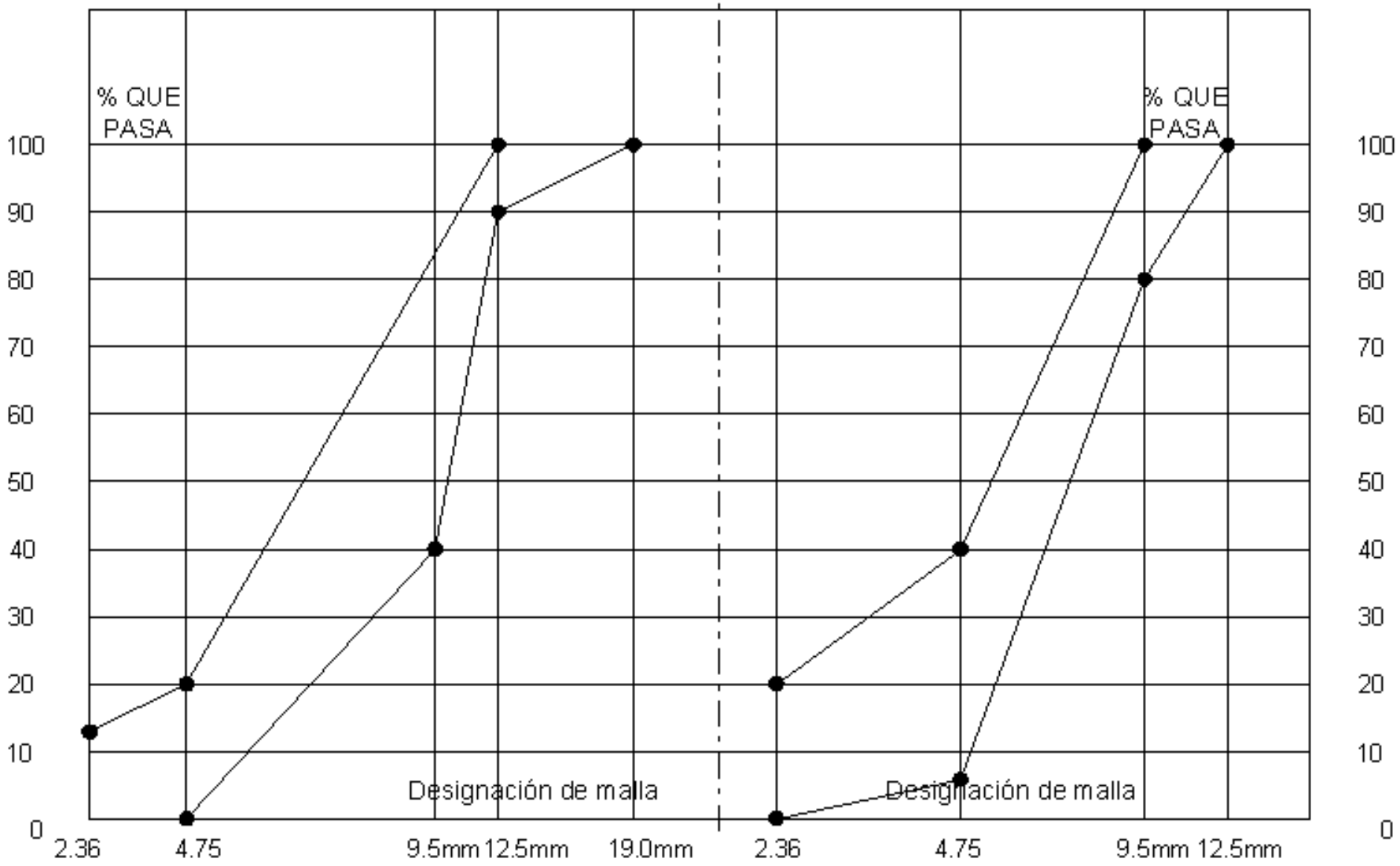
GRÁFICA 5 AGREGADO GRUESO (12,7 a 4,76 mm)



009-006

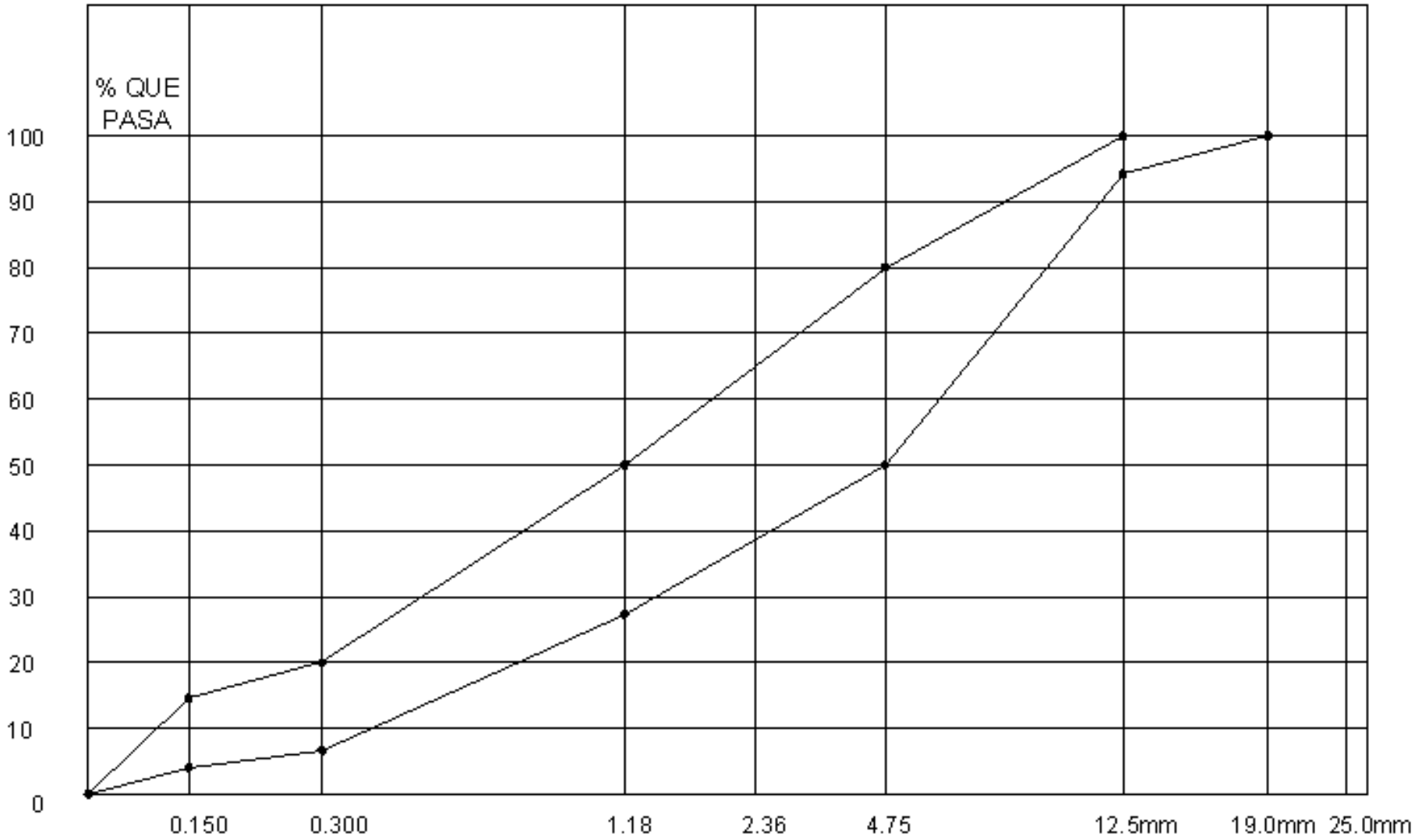
GRÁFICA 6 AGREGADO GRUESO (12,7 a 4,76mm)

GRÁFICA 7 AGREGADO GRUESO (9,51 a 2,38)



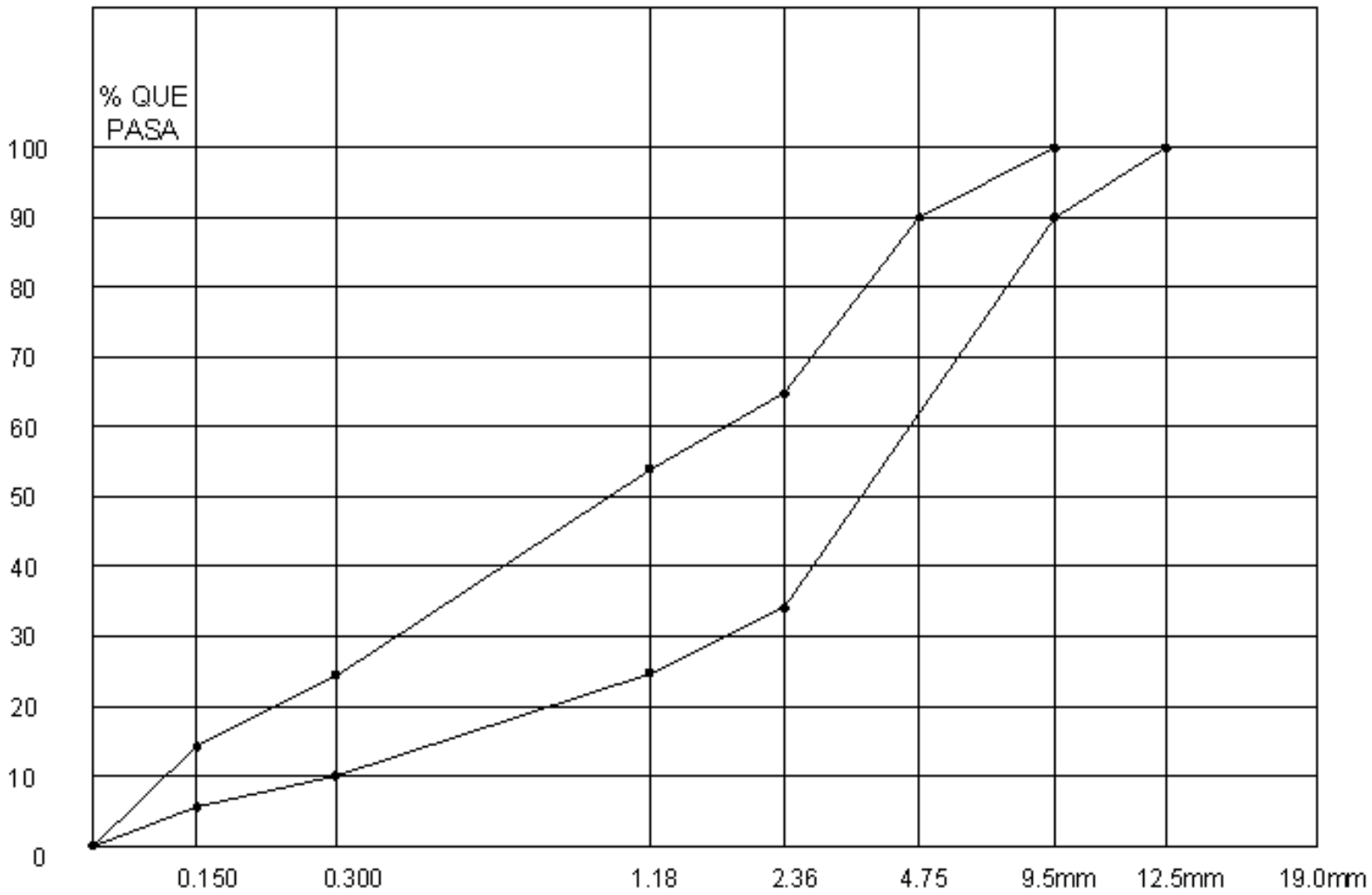
009-007

GRÁFICA 8 AGREGADOS FINOS Y GRUESO JUNTOS (19,1 a 0,00 mm)



GRÁFICA 9 AGREGADOS GRUESO Y FINO JUNTAS DE 19,5 a 0,00 mm

009-008


% QUE PASA
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
0.150
0.300
1.18
2.36
4.75
9.5mm
12.5mm
19.0mm

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPÍTULO 010 BENTONITA Y ADITIVOS PARA PERFORACIÓN

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Conjuntos de arcillas donde la mayor proporción de ellas pertenece al tipo de montmorillonita sódica, que habiendo sido beneficiadas satisfacen las especificaciones de estas Normas.

Esta arcilla se empleará para crear una suspensión coloidal que sirva para extraer los cortes de la barrena, enfriar la broca, suspender materiales provenientes de la perforación y formar un enjarre tal que dé consistencia a las paredes del pozo, disminuyendo con ello la pérdida de fluidos hacia las formaciones inmediatas del agujero. También es usada como suspensión coloidal para formar ademes en lugares donde sea muy inestable el terreno y que por razones prácticas no se pueda usar otro tipo de ademe.

A.02. Las bentonitas se clasifican según su estado líquido (forma de lodo), en:

a. Lodos de agua dulce

b. Lodos de agua salada

c. Lodos de emulsiones aceite-agua

d. Lodos de aceite

CIUDAD DE MÉXICO

A.03. En perforaciones donde haya agua salada se usan aditivos, que se agregan a los lodos como agentes dispersantes y defloculantes que se separan las partículas y evitan que se floculen, manteniendo e incluso incrementando su gelatinosidad, pudiendo ser:

a. Polisulfatos. Incrementan notablemente la gelatinosidad pero deducen densidad a los lodos.

b. Taninos.

c. Lignitos. Los taninos y los lignitos son los aditivos más usuales y sólo se requieren pequeñas cantidades, (en general es suficiente 200 gr/m^3 de lodo).

d. Lignosulfatos (se aplican cuando, los lodos se contaminan con cemento o mortero).

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en la fabricación de Bentonita y Aditivos para Perforación, que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse a lo indicado en la cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Barita para fluidos de perforación	NOM-R-63	SECOFIN
Métodos de prueba para la determinación de granulometría de la barita por vía húmeda	NOM-R-65	SECOFIN
Método de prueba para la detección de viscosidad plástica y punto de cedencia de bentonitas	NOM-R-66	SECOFIN
Métodos de prueba para la detección del filtrado	NOM-R-67	SECOFIN
Bentonitas para fluidos de perforación y terminación de pozos petrolíferos	NOM-R-69	SECOFIN
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Físicos y químicos.- Las bentonitas utilizadas en estabilización de suelos, deben cumplir con las especificaciones siguientes:

a. Los lodos con agua dulce pueden hacerse con arcillas plásticas locales, bentonita natural o bentonita tratada (en el mercado existen con los nombres comerciales de Zeogel, Aguagel, Baroco, etc.). En la figura 1 se presentan las viscosidades y densidades que se pueden obtener con diferentes proporcionamientos.

b. Las densidades de los lodos deben estar comprendidas entre los valores máximos de 1.25 kg/l y mínimos de 1.045 kg/l, determinada con una balanza de navaja:

Para aumentar la densidad conservando viscosidad, se puede usar barita en polvo hasta 1.35 kg/l.

La densidad se debe elegir en función del peso volumétrico y de la granulometría de los suelos, la densidad mínima de lodo, para arenas gruesas de cuarzo con pocos finos será de 1.25 kg/l y para arcillas sin arena será de 1.05 kg/l.

c. En las tablas 1 y 2 se indican las propiedades que deben cumplir la bentonita y el lodo bentonítico respectivamente.

TABLA 1

Propiedad de la bentonita	Rango	
	Mínimo	Máximo
Viscosidad dinámica Pa. s (centipoises)	0.008 (8.0)	- - - - - - -
Filtrado en cm^3	- - - - - - - - -	14.0
% que pasa la malla 0.075 (No. 200)	97	- - - - - -
% de humedad	- - - - - - - -	10

C.02. Almacenamiento:

a. La bentonita debe ser envasada en sacos de 50 kg netos de producto con una tolerancia de ± 5%; deben cerrar herméticamente y constituidos de manera de impedir que la humedad penetre al interior y altere las características del producto.

Los sacos deben ser almacenados en bodegas sin humedad y con ventilación adecuada. Todos los bultos que sean abiertos deberán utilizarse lo antes posible, no permitiéndose residuos de más de 48 horas de abiertos.

b. El lodo ya preparado se almacenará en tres tanques: uno que contendrá el lodo que ha cumplido con el reposo necesario y esté en condiciones de ser usado; otro que contenga el lodo que esté en reposo y un tercero que es el que se esté usando.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 2

PROPIEDAD LODO BENTONITA	Rango	
	Mínimo	Máximo
Viscosidad dinámica en Pa. s (centipoises)	0.010 (10)	0.015 (15)
Gelatinosidad (determinada con Sherómetro) en kgf/100m^2 (1 Lib./100 pies^2)		
a los 10 seg.	5 (1)	48 (10)
a los 10 min.	15 (3)	122 (25)
Viscosidad cinemática (determinada en el cono de Marsh) en segundos	30	90
Contenido de arena en %		3.5
Volumen de agua filtrada en m^3		2.5
Densidad en g/cm^3	1.030	1.070
Potencial hidrógeno pH	7	10
Espesor de la costra (cake) en mm	1	2

CIUDAD DE MÉXICO

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. El número de bultos a tomar del lote para conformar la muestra y el número de éstas, se determinará conforme a lo estipulado en la normas NOM-R-69, pero no menos de 1 por cada 100 o fracción que se vayan a emplear.

D.02. Las pruebas se efectuarán conforme a lo indicado en las NOM-R-65 y R-67 de SECOFIN; sin embargo, la preparación del lodo debe ser tal que permita la completa hidratación de la bentonita, evitando que se formen grumos, ayudándose para ello con el tubo venturi.

D.03. Las muestras del lodo en el tanque de almacenamiento se llevará a cabo con un recipiente capaz de tomar muestras a diferentes profundidades, por lo menos tres. Las muestras analizadas a cada profundidad del tanque deben presentar resultados similares entre si y además satisfacer los requisitos de calidad.

D.04. Para determinar la densidad deberá usarse una balanza de navaja: la viscosidad y la gelatinosidad se medirán con el cono de Marsh y con Shearómetro, respectivamente.

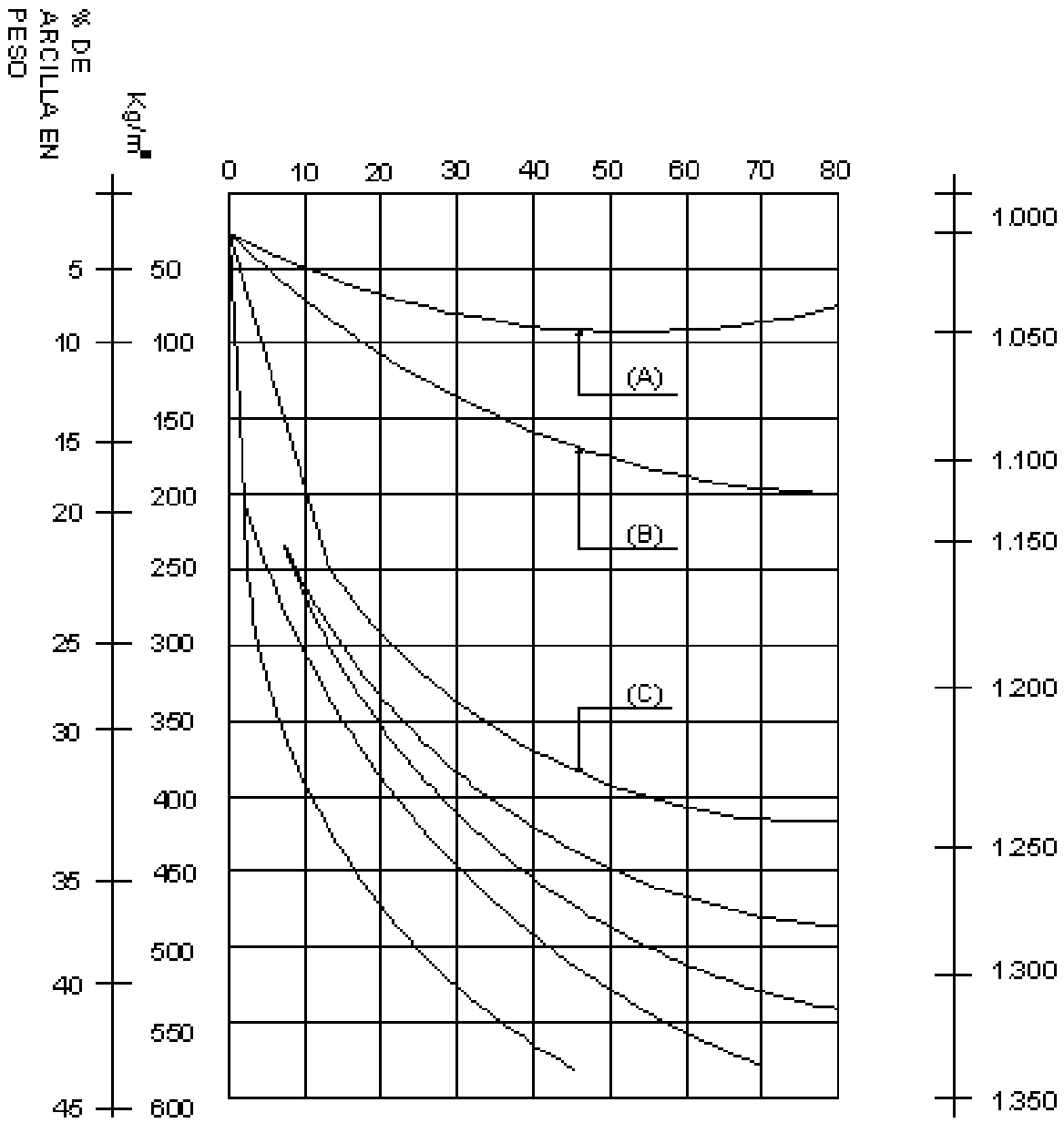
E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. El lote del cual se extrajeron las muestras se aceptará si todos los elementos de éstas cumplieron satisfactoriamente con lo aquí expuesto y se rechazará cuando uno o más de estos elementos resulten insatisfactorios.

En el caso de esto último, el destino de la bentonita o aditivos será responsabilidad del contratista, debiendo marcar el lote a cuyas muestras corresponden, en el caso de quedarse almacenados en la obra.

FIGURA 1

CIUDAD DE MÉXICO



A.- ZOEGEL O AQUAGEL
B.- BAROCO
C-. RANGO DE ARCILLA TÍPICA

010-006

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPITULO 011 YESO CALCINADO

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Producto que se obtiene de la deshidratación parcial por calentamiento y la molienda del yeso natural, constituido principalmente por sulfato calcico hidratado ($CaSO.-H_2O$); se encuentra en la naturaleza formando cristales monoclínicos en maclas o en láminas.

A.02. El yeso calcinado para la construcción, objeto de esta norma, se clasifica en los siguientes tipos y subtipos con un solo grado de calidad.

a. Tipo	1	Premezclado:
1.Subtipo	1.1	Para base panel de yeso:
	1.1.1	con vermiculita
	1.1.2	con perlita
	1.1.3	con arena
2. Subtipo	1.2	Para base de mampostería porosa:
	1.2.1	con arena o perlita
	1.2.2	con vermiculita
b. Tipo	2	Sin agregados
c. Tipo	3	Sin agregados "R" (para mezclas con arena solamente)
d. Tipo	4	Con fibra de madera
e. Tipo	5	Bond (para base de cemento tipo Pórtland).
f. Tipo	6	Para capa de acabado

CIUDAD DE MÉXICO

A.03. Por el tipo de algez y piedra de yeso, que dan origen al empleado para la construcción, se tiene la siguiente clasificación:

a. Yeso fibroso.- Formado por sulfato cálcico hidratado, puro cristalizado en fibras sedosas. Con él se obtiene un buen yeso para mezclas.

b. Yeso espejuelo.- Cristaliza en voluminosos cristales que se emplean fácilmente en láminas delgadas y brillantes. Proporciona un buen yeso para estucos y moldes.

c. Yeso en flecha.- Cristaliza en forma de punta de lanza formando mezcla. Con él se obtiene un yeso excelente para vaciado de objetos delicados.

d. Yeso bacarino o de estructura compacta.- Cuando es de grano muy fino recibe el nombre de alabastro y es usado para decoración de estructuras.

Este alabastro se diferencia del calizo por no producir efervescencia con los ácidos.

e. Yeso calizo.- Piedra ordinaria de yeso, contiene hasta un 12% de carbonato de calcio. Da un buen yeso endureciéndose mucho después del fraguado. Su densidad es de 2.28 a 2.32 y tiene una dureza igual a 2 de la escala Mohs.

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Yeso Calcinado y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse a lo indicado en la cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará mas referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F
Yeso calcinado para la construcción	NOM-C-11	SECOFIN
Terminología de la industria del yeso y productos derivados	NOM-C-74	SECOFIN
Método de prueba química para yeso y sus productos	NOM-C-187	SECOFIN
Determinación de las propiedades físicas del yeso y productos derivados	NOM-C-188	SECOFIN
Método de muestreo y tablas para la inspección por atributos	NOM-Z-12	SECOFIN
Yeso para la construcción	VIII-10	S.C.T.
Muestreo del yeso para la construcción	IX-1a-10	S.C.T.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Físicos.- El yeso calcinado empleado en la industria de la construcción deberá cumplir con los siguientes requisitos físicos que a continuación se expresan:

a. Resistencia a la compresión.- El yeso calcinado empleado en la construcción en sus diferentes tipos y subtipos, deberá tener una resistencia a la compresión, conforme a lo indicado en la tabla 1, determinada según los métodos señalados en a NOM-C-188.

b. Tiempo de fraguado.- El yeso calcinado empleado en la construcción en sus diferentes tipos y subtipos, deberá cumplir con los tiempos de fraguado que se indican en la tabla 1.

c. Composición.- La composición en decímetros cúbicos por cada 100 kg de yeso calcinado, deberá corresponder a los valores indicados en la tabla 1.

d. Finura.- El yeso calcinado empleado en la construcción en sus diferentes tipos, deberá pasar el 100% por la malla 1.40 (No. 14) y el 60% por la malla 0.150 (No. 100), empleando los métodos de prueba señalados por la NOM-C-188.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. El muestreo y los métodos de prueba empleados para la verificación de los requisitos por cumplir del yeso, se llevará a cabo conforme a los procedimientos indicados en el capítulo 4.01.01.001.

D.02. Se tomaran muestras de cinco kilogramos como mínimo por cada 25 toneladas o fracción, salvo que el proyecto y/o el Departamento ordene variar este tamaño de muestra.

CIUDAD DE MÉXICO

E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. El yeso calcinado empleado en la construcción, para ser aceptado, deberá cumplir con los requisitos que de indican en esta cláusula, salvo que el proyecto y/o el Departamento señalen otras tolerancias.

E.02. Yeso premezclado.- Yeso calcinado mezclado en el molino con un agregado mineral que le imparte propiedades para servir de base a varias capas de acabado: deberá tener un tiempo de fraguado no menos de 1.50 horas, ni mayor de 8 horas.

TABLA 1.-ESPECIFICACIONES DEL YESO CALCINADO PARA LA CONSTRUCCIÓN

Tipo	Composición: en litros de aditivo por 100 kg yeso calcinado.	Resistencia a la compresión (kg/cm)	Tiempo de fraguado horas	
1.Premezclado para base de panel de yeso:			Min.	Máx.
1.1. Con vermiculita	68	30	1 a 1.50	8
1.2. con perlita	68	40	1 a 1.50	8
1.3. Con arena	85	47	1 a 1.50	8
2. Premezclado para base de mampostería porosa:				
2.1. Con arena perlita	-	27	1 a 1.50	8
2.2. Con vermiculita	101	22	1 a 1.50	8
3. Sin agregados	66.0% de CaSO .1/2H O	50	2	16
4. Sin agregados "R"	66.0% de CaSO .1/2H 0	120		3
5. Con fibra de madera	66.0% de CaSO .1/2H O	80	1.50	8
6. "Bond"	93% de yeso calcinado y de 2 a 5% de cal hidratada		2	8
6. Para capa de acabado	66.0% de CaSO .1/2H O	80	0.333	0.666

Puede contener otros materiales deseables de trabajabilidad, como los casos siguientes:

a. El yeso premezclado con vermiculita o perlita, para usarse sobre metal desplegado, deberá contener no más de 125 decímetros cúbicos de agregados por 100 de yeso y tener una resistencia a la compresión no menor de 30 kg/cm^2 cuando esté mezclado con vermiculita y ni menor de 40 kg/cm^2 cuando se mezcla con perlita.

b. El yeso premezclado con arena, para usarse sobre metal desplegado, deberá contener no más de 157 decímetros cúbicos de agregados por 100 kg de yeso y tener una resistencia a la compresión, no menor de 50 kg/cm^2.

E.05. Yeso con fibra de madera.- El yeso con fibra de madera deberá contener no menos de 66% en peso de carbonato de calcio semihidratado (CaSO 1/2H2O) y fibra de madera que no produzca manchas. Este yeso deberá fraguar en no menos de 1.5 horas ni en más de 8 horas y tendrá una resistencia a la compresión no menor de 80 kg/cm^2.

E.06. Yeso para liga.- Yeso calcinado mezclado en el molino con otros ingredientes para controlar su trabajabilidad y el tiempo de fraguado. Deberá tener no menos de 2% ni más de 5% de cal hidratada. A este yeso solamente se le añadirá agua en la obra y se aplicará sobre concreto monolítico, rayándolo para constituir una capa de liga; deberá fraguar en no menos de 2 ni en más de 8 horas.

CIUDAD DE MÉXICO

E.07. Yeso para capa de acabado.- Este yeso deberá contener como mínimo el 66% en peso, de carbonato de calcio semihidratada ($CaSO\ 1/2H_2O$); puede contener materiales para controlar el tiempo de fraguado y su trabajabilidad se prepara mezclándolo con una masilla de cal y deberá cumplir con los siguientes requisitos:

a. Pasará en su totalidad por la malla 1.40 (No. 14) y no menos del 60% deberá pasar una malla 0.150 (No. 100).

b. Cuando no sea de tipo retardado, deberá fraguar en no menos de 20 ni en más de 40 minutos y cuando sea del tipo retardado, fraguará en no menos de 40 minutos.

c. Tendrá una resistencia mínima a la compresión de 80 kg/cm^2.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPÍTULO 012 CAL HIDRATADA

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Polvo seco que se obtiene al tratar la cal viva (óxido de calcio) con agua en cantidad suficiente para transformarla en hidróxido de calcio o de una mezcla de hidróxido de calcio, óxido de magnesio e hidróxido de magnesio.

A.02. Existen dos (2) tipos de cal hidratada, los cuales son apropiados para usarse en la elaboración de morteros, recubrimientos y como adicionantes para concreto de cemento Pórtland. Se designan como sigue:

Tipo N.- Cal hidratada normal
Tipo E.- Cal hidratada especial

El tipo E difiere del tipo N, principalmente por su capacidad para dar un alto valor de plasticidad en corto tiempo, así como por su mayor poder de retención de agua y por su limitación en contenido de óxido no hidratado.

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Cal Hidratada y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse a lo indicado en la cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y conceptos de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.
Cal hidratada para construcciones	NOM-C-3	SECOFIN
Cal viva, especificaciones de calidad	NOM-C-4	SECOFIN
Cal hidráulica hidratada	NOM-C-5	SECOFIN
Cribas de laboratorio	NOM-B-231	SECOFIN
Muestreo de materiales en polvo	NOM-K-368	SECOFIN

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Físicos.- Los requisitos físicos que debe cumplir la cal hidratada en un solo grado de calidad son los siguientes:

a.	Residuo retenido en la malla 0.600(No. 30) máximo	0.5%
b.	Residuo retenido en la malla 0.075 (No. 200) máximo	15 %
c.	Prueba de dilatación acelerada a presión atmosférica	satisfactoria
d.	Plasticidad mínima	200
e.	Tiempo de fraguado inicial	2 horas

C.02. Químicos.- La cal hidratada en sus dos tipos, deberá cumplir con los requisitos químicos que se señalan en la siguiente tabla:

COMPONENTES	TIPO N	TIPO E
a. Calculado con respecto a la porción no volátil:		
Óxidos de calcio y magnesio mínimo por ciento	95	95
b. Calculado con respecto a la muestra como se recibe:		
1. Bióxido de carbono, máximo por ciento.		
1.1. Si la muestra se toma en el lugar de elaboración	5	5
1.2. Si la muestra se toma en cualquier otro lugar	7	7
2. Óxidos no hidratados, máximo por ciento.	- - -	8

CIUDAD DE MÉXICO

C.03. Manejo y almacenamiento.- La cal que se utilice en las obras del Departamento podrá manejarse a granel o envasada en bolsa, según se defina en las especificaciones particulares de cada obra. Una vez establecida la forma como deba manejarse, solamente podrá cambiarse mediante gestión específica y aprobación escrita del Departamento.

a. Cal a granel.- Para que se autorice el suministro de cal a granel, será indispensable que se disponga de equipo adecuado para manejarla y almacenarla.

Los requisitos mínimos necesarios serán:

1. Equipo de conducción neumática para transportar la cal del sitio del fabricante al vehículo autorizado, sin que ocurran pérdidas, ni alteraciones de calidad o de uniformidad del mismo durante la operación de carga.

2. Vehículos acondicionados especialmente para el transporte de cal a granel, provistos de receptáculos herméticos e impermeables para alojar la cal, sin que ocurran pérdidas ni alteraciones de calidad o de uniformidad durante todo el período de transportación de la fábrica a la obra.

3. Equipo de conducción neumática o mecánica para transportar cal de vehículo autorizado al sitio de almacenamiento en obra, sin que ocurran pérdidas, ni alteraciones de calidad o de uniformidad del mismo durante la operación de descarga.

4. Silos de almacenamiento en obra, herméticos e impermeables, sin espacios "muertos", con capacidad suficiente para disponer continuamente de la cal requerida, de acuerdo con el programa de construcción, y que permita conservarla en las condiciones de recepción durante el período previo a su utilización. Dichos silos deben tener fácil acceso para la inspección y el muestreo.

   En caso de duda respecto a la calidad de la cal en el momento de su dosificación, el Departamento podrá obtener muestras de silo y enviarlas para análisis al laboratorio oficial autorizado, quedando pendiente su empleo hasta la obtención del dictamen correspondiente.

CIUDAD DE MÉXICO

b. Cal en sacos.- Cuando no se reúnan las condiciones necesarias para el suministro de cal a granel, o el consumo de cal requerido para la obra no lo justifique, el suministro de cal será envasado en bolsas de papel. El transporte de la fábrica a la obra deberá efectuarse en vehículos destinados para este tipo de carga, que ofrezcan seguridad en cuanto a que la cal no sufrirá daños ni alteraciones durante el período de transporte. Asimismo se deberá tener en la obra una o más bodegas de almacenamiento que permitan conservar la cal, sin que se altere su calidad durante el período previo a su utilización, y que tengan capacidad suficiente para disponer continuamente de las cantidades necesarias, conforme al programa de construcción. Otros requisitos para las bodegas de almacenamiento de cal, en sacos, deberán ser:

1. Contar con accesos adecuados para facilitar las operaciones de carga y descarga desde, por lo menos dos puntos diferentes, a fin de permitir el empleo de cal en el orden cronológico de recepción en obra.

2. Disponer de área suficiente para almacenar toda la cal necesaria sin tener que formar pilas de más de 20 sacos y sin que las pilas perimetrales queden a menos de 60 cm de distancia de las paredes.

3. Tener buena ventilación y piso de madera. Cuando el piso sea de otro metal, podrá aprovecharse su utilización si se coloca una tarima de madera que sirva de apoyo a los sacos.

Asimismo, deberá verificarse que los sacos cumplan con la tolerancia oficial ± 1.5%, respecto al peso nominal, tomando sacos al azar y pesándolos en una báscula de precisión comprobada, máxime cuando en la obra se autorice la dosificación de la cal por sacos.

En caso de duda respecto a la calidad que tenga la cal en el momento de su utilización, el Departamento podrá obtener muestras de cal almacenada en sacos y enviarlos para su verificación hasta que se emita el dictamen correspondiente.

La cal que resulte esparcida por rotura de sacos dentro de la bodega, no podrá ser usada; sin embargo, podrá autorizarse su empleo en obras secundarias, siempre y cuando se encuentre limpia y sin mostrar síntomas de hidratación.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. A menos que el Departamento ordene lo contrario, el tamaño de muestra y muestreo a que debe sujetarse la cal hidratada, deberá efectuarse de acuerdo a lo indicado en el cuadro de referencias de la cláusula B, pero como mínimo, se tomarán cinco kilogramos por cada 50 toneladas o fracción.

D.02. Salvo que el Departamento ordene métodos de prueba distintos, o elimine algunos de los indicados en la cláusula B de esta norma, las pruebas que se apliquen a la cal hidratada para verificar los requisitos establecidos serán las señaladas en el cuadro de referencias de dicha cláusula.

E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. Adicionalmente a los requisitos físicos y químicos indicados en este capítulo, la cal hidratada deberá cumplir con lo siguiente:

a. Cuando el residuo retenido en la malla 0.600 (No. 30) sea mayor del 0.5%, no deberá mostrar ampollas u agujeros al someter dicho residuo a la prueba de floreo y picado.

b. La humedad máxima sobre la muestra original debe ser de 3%.

CIUDAD DE MEXICO

c. La plasticidad en la pasta estándar elaborada con cal hidratada tipo E, no debe ser menor de doscientos.

d. La retención de agua en una pasta estándar elaborada con cal hidratada tipo N, después de haber sido sometida a una succión durante 60 segundos, no deberá ser menor de un 75%.

e. La pasta de cal hidratada tipo E al ser probada en el mortero que se haya elaborado con la cal hidratada en seco, debe tener un valor de retención de agua no menor de 85%.

f. Si el Departamento lo juzga necesario, la cal hidratada podrá ser sujeta a todas las pruebas asentadas en el cuadro de referencias para verificar la calidad óptima del producto.

g. De no cumplir con le establecido en esta Norma, el Departamento rechazará la cal y su destino será problema y responsabilidad del contratista.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPÍTULO 013 CEMENTO HIDRÁULICO

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Material inorgánico que resulta de la mezcla homogénea de clínker, materias primas de naturaleza calcárea y arcilla ferruginosa, previamente triturados y pulverizados, que al agregarle agua ya sea solo o mezclado con arena, grava, fibras u otros materiales similares, tiene la propiedad de fraguar y endurecer incluso bajo el agua, en virtud de reacciones químicas mediante la hidratación y que una vez endurecido, conserva su resistencia y estabilidad.

A.02. Para comprensión de este capítulo, a continuación se definen los siguientes términos:

a. Caliza.- Material inorgánico, compuesto principalmente por carbonato de calcio en forma de calcita, que molido conjuntamente con clínker de cemento Pórtland, afecta favorablemente las propiedades y el comportamiento de los conglomerados del cemento.

b. Ceniza volante.- Producto que se obtiene por precipitación electrostática o por captación mecánica de los polvos que acompañan a los gases de combustión de los quemadores de centrales termoeléctricas, alimentadas con carbones pulverizados. Se consideran como materiales puzolánicos.

c. Clínker Pórtland.- Es una mezcla fina, homogénea y, apropiadamente dosificada de materias primas que contienen cal (CaO), sílice (SiO_2), alúmina (Al_2O_3), óxido férrico (Fe_2O_3) y pequeñas cantidades de otros compuestos, que una vez calcinados y sintetizados a la temperatura y tiempo necesarios, obtienen la composición química y la constitución mineralógica requeridas.

d. Escoria granulada de alto horno.- Es un subproducto no metálico constituido esencialmente por silicatos y aluminosilicatos cálcicos, que se obtienen por el enfriamiento brusco con agua o vapor y aire, del residuo que se produce simultáneamente con la fusión de minerales de hierro en el alto horno.

e. Humo de sílice.- Material puzolánico muy fino compuesto principalmente por sílice amorfa, que es un subproducto de la fabricación de silicio o aleaciones de ferro-silicio, con arco eléctrico (también conocido como humo de sílice condensado o microsílice).

CIUDAD DE MÉXICO

f. Puzolana.- Sustancia natural, artificial y/o subproducto industrial, silícea o sílico- aluminosa o una combinación de ambas que no endurecen por sí mismas cuando se mezclan con agua, pero finamente molida, reacciona en presencia de agua a la temperatura ambiente con el hidróxido de calcio y forma un compuesto con propiedades cementantes.

g. Sulfato de calcio.- Compuesto químico cuya fórmula es $CaSO_4$ y que se presenta en estado natural o fabricado como sulfato de calcio anhidro ($CaSo_4$), yeso ($CaSO_4$ - $2H_2O$) y hemihidrato de sulfato de calcio ($CaSO_4$ - 0.5 H_2O).

A.03. Los cementos se clasifican:

a. Por su tipo:

1. Cemento pórtland ordinario (CPO). Producido a base de la molienda de clínker y mezclado con sulfato de calcio.

2. Cemento pórtland puzolánico (CPP). Conglomerado hidráulico que resulta de la molienda conjunta de clínker pórtland, materiales puzolánicos y sulfato de calcio.

3. Cemento pórtland con escoria granulada de alto horno (CPEC). Conglomerado hidráulico que resulta de la molienda conjunta del clínker pórtland, escoria granulada y sulfato de calcio.

4. Cemento pórtland compuesto (CPC). Conglomerado hidráulico que resulta de la molienda conjunta del clínker pórtland, que generalmente contiene sulfato de calcio y una mezcla de materiales puzolánicos, escoria de alto horno y caliza.

5. Cemento pórtland con humo de sílice (CPS). Conglomerado hidráulico que resulta de la molienda conjunta de clínker pórtland, humo de sílice y sulfato de calcio.

6. Cemento con escoria granulada de alto horno (CEG). Conglomerado hidráulico que resulta de la molienda conjunta de clínker pórtland y mayoritariamente escoria granulada de alto horno y sulfato de calcio.

b. Por características especiales:

1. Resistente a los sulfatos (RS). Es aquel que por su comportamiento cumple con el requisito de expansión limitada de acuerdo con el método de prueba establecido.

CIUDAD DE MÉXICO

2. Baja reactividad álcali-agregado (BRA). Aquel que cumple con el requisito de expansión limitada en la reacción álcali-agregado, de acuerdo con el método de prueba establecido.

3. Bajo calor de hidratación (BCH). Aquel que desarrolla un calor de hidratación igual o menor al especificado en esta norma.

4. Color blanco (B). Aquel cuyo índice de blancura sea igual o superior que el valor de referencia establecido en esta norma.

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Cemento Hidráulico y que son tratados en otros capítulos de estas u otras normas, conceptos que deberán sujetarse a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Cemento mortero pórtland	NMX-C-021	SECOFIN
Método de prueba para la determinación de la finura de cementantes hidráulicos, mediante el tamiz 0.045	NMX-C-049	SECOFIN
Método de prueba para determinar la finura de los cementantes hidráulicos, (método turbidimétrico)	NMX-C-055	SECOFIN
Determinación de la finura de los cementantes hidráulicos (método de permeabilidad al aire).	NMX-C-056	ONNCCE
Cementantes hidráulicos. Determinación de la consistencia normal.	NMX-C-057	ONNCCE
Determinación del tiempo de fraguado en cementantes hidráulicos (método Gillmore)	NMX-C-058	SECOFIN
Cementantes hidráulicos. Determinación del tiempo de fraguado.	NMX-C-059	ONNCCE

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Método de prueba para determinar la resistencia a la tensión de los cementantes hidráulicos	NMX-C-060	SECOFIN
Determinación de la resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos	NMX-C-061	ONNCCE
Determinación de la extensiones autoclave de cementantes hidráulicos	NMX-C-062	ONNCCE
Muestreo de cementantes hidráulicos	NMX-C-130	SECOFIN
Determinación de fraguado falso. Método de pasta del cementante hidráulico	NMX-C-132	ONNCCE
Determinación del calor de hidratación de cementantes hidráulicos	NMX-C-151	SECOFIN
Cementantes hidráulicos. Método de prueba para la determinación del peso específico	NMX-C-152	ONNCCE
Agregados. Determinación de la reactividad potencial de los agregados con los álcalis del cemento por medio de barras de mortero	NMX-C-180	SECOFIN
Morteros de cemento pórtland. Determinación de su expansión potencial, debido a la acción de los sulfatos	NMX-C-185	SECOFIN
Determinación de la acción puzolánica	NMX-C-273	SECOFIN
Cementos hidráulicos. Especificaciones y métodos de prueba	NMX-C-414	ONNCCE

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Productos preenvasados. Contenido neto, tolerancias y métodos de verificación.	NOM-002	SECOFIN
Información comercial. Declaración de cantidad en la etiqueta.	NOM-030	SECOFIN
Información comercial. Disposiciones generales para productos	NOM-050	PEMEX
Cementos hidráulicos	4.137.01	SECOFIN
Generalidades.	4.01.01.001	G.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Los componentes principales usados en los cementos deben cumplir con los requisitos enunciados en la tabla 1.

TABLA 1. Características de los componentes principales.

Componentes principales	Índice de actividad de las adiciones a 28 días con cemento CPO 30 (% mínimo)	Carbonato de calcio ($CaCO_3$) (% mínimo)
Escoria granulada de alto horno	75	0
Materiales puzolánicos	75	0
Humo de sílice	100	0
Caliza	0	75

C.02. La composición de los tipos de cemento queda definida de acuerdo con la tabla 2.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 2. Composición de los cementos (1)

Tipo	Denominación	Componentes principales					
		Clínker pórtland + yeso	Escoria granulada de alto horno	Materiales puzolánicos	Humo de sílice	Caliza	Minoritarios
CPO	Cemento portland ordinario	95-100	-	-	-	-	0-5
CPP	Cemento portland puzolánico	50-94	-	6-50	-	-	0-5
CPEG	Cemento portland con escoria granulada de alto horno	40-94	6-60	-	-	-	0-5
CPC	Cemento portland compuesto	50-94	6-35	6-35	1-10	6-35	0-5
CPS	Cemento portland con humo de sílice	90-99			1-10		0-5
CEG	Cemento con escoria granulada de alto horno	20-39	61 -80				0-5

Notas:

(1) Los valores de la tabla representan el % en masa

(2) Los componentes minoritarios deben ser uno o más de los componentes principales, a menos que estén incluidos ya como tales en el cemento.

(3) Los materiales puzolánicos incluyen: puzolanas naturales, artificiales y/o cenizas volantes.

(4) El cemento pórtland compuesto debe llevar como mínimo dos componentes principales, excepto cuando se adicione caliza, ya que ésta puede ser en forma individual o en conjunto con clínker + yeso.

C.03. La resistencia mecánica a la compresión a los 28 días, se indica por los números resistentes 20, 30 ó 40. Esta designación se coloca a continuación de las siglas del tipo de cemento, de acuerdo con el inciso A.03.a

C.04. La resistencia inicial de un cemento, es la resistencia mecánica a la compresión a los 3 días. Para indicar que un tipo de cemento debe cumplir con una resistencia inicial especificada, se le agregará la letra R después de la clase. Sólo se definen valores de resistencia inicial a 30R y 40R. (ver tabla 3). Además, el tiempo de fraguado y las relaciones de expansión y contracción, deben cumplirse para todos los cementos y todas las clases resistentes, como se especifica en la tabla 3.

CIUDAD DE MEXICO

TABLA 3. Especificaciones mecánicas y físicas.

Clase resistente	Resistencia a la compresión (N/mm2)			Tiempo de fraguado (minutos)		Estabilidad del volumen en autoclave (%)	
	3 días	28 días		Inicial	Final	Expansión	Contracción
	mínimo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	máximo	máximo
20	*	20	40	45	600	0.80	0.20
30	*	30	50	45	600	0.80	0.20
30 R	20	30	50	45	600	0.80	0.20
40	*	40	-	45	600	0.80	0.20
40 R	30	40	-	45	600	0.80	0.20

* Ver C.04 Resistencia inicial

C.05. La cantidad máxima permitida de trióxido de azufre (SO_3) en los cementos hidráulicos, debe ser aquella que no cause una expansión mayor a 0.20 % a los 14 días de inmersión en agua.

C.06. Cuando se requiera que un cemento tenga alguna característica especial, de acuerdo a lo indicado en el subinciso A.03.b de este capítulo, debe cumplir con las especificaciones indicadas en la tabla 4.

TABLA 4. Especificaciones de los cementos con características especiales.

Nomenclatura	Características especiales	Expansión por ataque de sulfatos (máx. %)		Expansión por la reacción álcali agregado (máx. %)		Calor de hidratación máx. Kj/Kg		Blancura (min. %)
		6 meses	1 Año	14 días	56 días	7 días	28 días	
RS	Resistencia a los sulfatos	0.05	0.10					
BRA	Baja reactividad álcali agregado			0.020	0.060			
BCH	Bajo calor de hidratación					250	290	
B	Blanco							70

CIUDAD DE MEXICO

C.07. Los cementos deben identificarse por el tipo (ver subinciso A.03.a de este capítulo) y la clase resistente (ver tabla 3). Si el cemento tiene especificada una resistencia inicial, debe añadirse la letra R (ver inciso C.04 de este capítulo). Para el caso de que un cemento tenga alguna de las características especiales señaladas en la tabla 4, su designación debe completarse de acuerdo con la nomenclatura indicada en dicha tabla; de presentar dos o más características especiales, la designación debe hacerse siguiendo el orden descendente de la tabla 4, separándolas con una diagonal.

Ejemplo 1: Un cemento pórtland ordinario de clase resistente 40, con alta resistencia inicial, debe identificarse como:

Cemento CPO40R

Ejemplo 2: Un cemento pórtland con la adición de escoria, de clase resistente 30, con una resistencia normal y resistente 40% a los sulfatos, se identifica como:

Cemento CPEC30RS

Ejemplo 3: Un cemento pórtland puzolánico de clase resistente 30, con una resistencia normal, de baja reactividad álcali-agregado y de bajo calor de hidratación, se identifica como:

Cemento CPP30BRA/BCH

C.08. Cuando el cemento sea entregado en sacos, además de lo señalado en la NOM-050-SCFI, mencionada en la cláusula "B" de Referencias, debe indicar en forma clara e indeleble los datos siguientes:

a. Nombre o denominación del producto (cemento hidráulico).
b. Marca registrada.
c. Nombre o símbolo del fabricante.
d. Nombre de la empresa.
e. Domicilio fiscal.
f. La leyenda Hecho en México.
g. Indicación de la cantidad conforme a la NOM-030-SCFI en kilogramos.
h. Tolerancia del contenido neto y métodos de verificación conforme a la NOM-
i. Nombre y/o ubicación de la planta productora,
j. Designación normalizada,
k. Fecha de fabricación.

CIUDAD DE MÉXICO

C.09. El movimiento y almacenamiento del cemento puede ser en bolsas de 50 kg o a granel, según se especifique en el proyecto o lo indique el Gobierno del Distrito Federal, pudiendo cambiarse la forma, sólo mediante autorización expresa de éste.

C.10. Cuando el cemento se entrega en un envase de cualquier naturaleza y cuyo contenido puede ser variable, se debe incorporar a la factura o remisión la información correspondiente al inciso C.08, indicando la cantidad en kilogramos o en toneladas.

C.11. Para que el Gobierno del Distrito Federal autorice el suministro a granel, será requisito indispensable que se disponga de equipo apropiado para manejarlo y almacenarlo; los requisitos mínimos necesarios son:

a. Equipos de conducción neumática para transportar el cemento del silo del fabricante al vehículo autorizado, sin que ocurran pérdidas, alteraciones de calidad o de uniformidad del mismo, durante la operación de carga, traslado o descarga.

b. Vehículos acondicionados especialmente para el transporte del cemento a granel, provistos de receptáculos herméticos e impermeables para alojarlo, sin que ocurran pérdidas ni alternaciones de volumen, calidad o uniformidad durante todo el periodo de transportación de la fábrica a la obra.

c. Equipo de conducción neumática para transportación del cemento desde el vehículo autorizado hasta el sitio de almacenamiento en la obra, sin que ocurran pérdidas ni alteraciones de volumen, calidad o uniformidad del mismo, durante el periodo previo a su utilización.

d. Silos de almacenamiento en obras, herméticos e impermeables, sin espacios muertos, con capacidad suficiente para disponer continuamente del cemento requerido, de acuerdo con el programa de construcción y que permitan conservarlo en las condiciones de recepción durante el periodo previsto a su utilización.

   En caso de duda respecto a la calidad del cemento en el momento de su dosificación, la residencia de supervisión debe obtener muestras del cemento en el silo y enviarlas para análisis, quedando pendiente su empleo hasta la obtención del dictamen correspondiente.

C.12. Cuando no se reúnan las condiciones necesarias para el suministro a granel o el consumo requerido para la obra no lo justifique, se podrá autorizar el suministro del cemento envasado en bolsas de 50 kg.

El transporte de la fábrica a la obra debe efectuarse en vehículos cuyos recintos destinados a la carga, ofrezcan seguridad en cuanto a que el cemento no sufra daños ni alteraciones durante su traslado; asimismo, se debe tener en la obra una o más bodegas de almacenamiento que permitan conservarlo, sin que se altere su calidad durante el periodo previo a su utilización, con capacidad suficiente para disponer continuamente de las cantidades necesarias conforme al programa de construcción. Otros requisitos que deben cubrirse para el almacenamiento del cemento en bodegas son los siguientes:

a. Contar con accesos adecuados para facilitar las operaciones de carga y descarga desde, por lo menos, dos puntos diferentes a fin de permitir su empleo en el orden cronológico de recepción de obra.

CIUDAD DE MÉXICO

b. Debe disponerse de la superficie suficiente para almacenar todo el cemento necesario, sin tener que formar pilas de más de 20 sacos y evitando en lo posible que las pilas perimetrales queden a menos de 60 centímetros de distancia de las paredes.

c. Las bodegas deben tener una ventilación apropiada y un piso de madera.

   Cuando el piso sea de concreto, podrá autorizarse su utilización, si se coloca una tarima de madera que presente una superficie superior lisa y.continua hasta sus bordes, que sirva de apoyo a los sacos y los separe del piso.

d. Cuando existan dudas respecto a la calidad del cemento en el momento de su dosificación, la residencia de supervisión podrá obtener muestras del cemento de acuerdo a la norma NMX-C-130 SCFI, Muestreo de Cementantes Hidráulicos, enviarlos al laboratorio autorizado para su verificación, quedando pendiente su aceptación hasta que se emita el dictamen correspondiente.

e. El cemento que resulte esparcido por rotura de sacos dentro de la bodega, no podrá ser usado para elaborar concreto donde los elementos estructurales requieran la calidad garantizada del concreto. Se podrá autorizar su empleo en obras secundarias tales como morteros para mampostería o aplanados, firmes para pisos; siempre y cuando, se encuentre limpio y sin mostrar hidratación.

C.13. Cada proyecto debe identificar el tipo de cemento y marca que sea aceptable y sólo se podrá cambiar mediante autorización expresa del Gobierno del Distrito Federal.

CIUDAD DE MÉXICO

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. El cemento podrá ser muestreado aplicando cualquiera de los métodos que se describen a continuación.

a. Para el cemento envasado se debe insertar diagonalmente en la bolsa el tubo muestrador, que consiste en dos tubos concéntricos de bronce con ranuras de registro que se abren o cierran por rotación del tubo interior, el tubo exterior tiene punta aguda para facilitar la penetración en el saco. Entonces se retira el muestrador y se toma una muestra cada 5 toneladas; no deben tomarse muestras de los sacos rotos.

b. Para muestrar cemento a granel en tolvas o camiones, la profundidad de la muestra extraída, no debe ser mayor de 2.10 m. Se deben obtener las muestras con un tubo muestreador formado por dos tubos concéntricos de bronce, con ranuras de registro que se abren o cierran por rotación del tubo interior; el tubo exterior tiene una punta aguda para facilitar la penetración; la longitud total puede variar de 1.50 a 1.80 m y 35 mm aproximadamente de diámetro. Se deben tomar las muestras de puntos bien distribuidos y a varias profundidades del cemento, de tal forma que las muestras tomadas sean representativas.

c. Si sólo se está llenando una tolva o un camión y la carga es continua y todo el cemento es de la misma fuente, se debe tomar una muestra de 5 kg. Si dicho embarque no es continuo, se deben mezclar 5 ó más porciones de diferentes puntos de la carga para formar la muestra de prueba.

d. Cuando el embarque sea de varias tolvas o camiones cargados de la misma fuente y el mismo día, se debe muestrear el embarque a razón de una muestra por cada 100 toneladas de cemento o fracción, pero no tomar menos de dos muestras las que deberán mezclarse para formar la muestra de prueba.

e. El Gobierno del Distrito Federal y el proveedor o fabricante podrán establecer de común acuerdo otro tipo de muestreo, para lo que deberá emplearse el uso de la NOM-Z-12-SCFI, en sus partes 1, 2 y 3.

D.02. Los cementos hidráulicos descritos en este capítulo, deben satisfacer las siguientes pruebas.

a. Para determinar las características mecánicas, correspondientes a la resistencia normal e inicial, se debe utilizar el método de prueba establecido en la norma NMX-C-061-SCFI.

b. Para determinar las características físicas consistentes en:

1. El tiempo de fraguado, se debe emplear el método de prueba de Vicat, descrito en la norma NMX-C-059-ONNCCE.

2. La estabilidad de volumen de los diferentes tipos de cementos hidráulicos, se debe utilizar el método de prueba descrito en la norma NMX-C-062-ONNCCE.

3. La actividad de las adiciones con los cementos hidráulicos, se debe emplear el método de prueba descrito en la norma NMX-C-273-SCFI.

CIUDAD DE MÉXICO

4. Para la determinación del contenido del carbonato de calcio ($CaCO_3$), se puede utilizar cualquier método de análisis convencional.

c. Para determinar las características químicas correspondientes a la cantidad máxima permitida de trióxido de azufre (SO_3), se debe utilizar el método de prueba estándar para la expansión de barras de mortero de cemento pórtland sumergidas en agua, descrito en la norma NMX-C-185-SCFI.

d. Para determinar las características especiales consistentes en:

1. La expansión del cemento debido al ataque de los sulfatos, debe emplearse el método de prueba para obtener el cambio de longitud de mortero con cemento hidráulico expuesto a una solución de sulfato de sodio descrito en la norma NMX-C-401-ONNCCE.

2. La expansión por la reactividad potencial de los agregados con los álcalis del cemento, se debe emplear el método de prueba descrito en la norma NMX-C-180-SCFI.

3. El calor de hidratación de los cementos hidráulicos, se debe emplear el método de prueba descrito en la norma NMX-C-151-SCFI.

4. La blancura de los cementos hidráulicos, se debe seguir el método de prueba descrito en la norma NMX-C-414-ONNCCE.

D.03. El fabricante o proveedor debe otorgar las facilidades necesarias al representante del Gobierno del Distrito Federal para que verifique en sus instalaciones las pruebas efectuadas a los diferentes tipos de cemento.

CIUDAD DE MÉXICO

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Los cementos hidráulicos serán rechazados si al efectuarse las pruebas correspondientes no cumplen con los requisitos especificados en este capítulo de norma.

E.02. El representante debe considerar en el pedido, la fecha de fabricación del cemento, ya que de acuerdo a su programa de utilización, éste deberá contemplar la vida útil del mismo, por lo que a continuación se establece el tiempo que debe permanecer almacenado sin disminuir sus propiedades, a partir de su fecha de fabricación.

Tipo de cemento		Tiempo máximo de almacenamiento
Cemento pórtland ordinario CPO	20	3 meses
	30 y 30R	2 meses
	40y40R	1 mes
Cemento pórtland puzolánico CPP	20	3 meses
	3O y 3OR 4O y 4OR	2 meses
Tipo de cemento		Tiempo máximo de almacenamiento
Cemento pórtland con escoria granulada de alto horno CPEG	20	3 meses
	30 y 30R 40 y 40R	2 meses
Cemento pórtland compuesto CPC	20	3 meses
	3O y 3OR 40 y 40R	2 meses
Cemento pórtland con humo de sílice CPS	20	3 meses
	30y30R 40y40R	2 meses
Cemento con escoria granulada de alto horno CEG	20	3 meses
	3O y 3OR	2 meses
Cemento resistente a los sulfatos. RS	-	2 meses
Cemento con baja reactividad álcali-agregado BRA	-	2 meses
Cemento con bajo calor de hidratación. BCH	-	2 meses
Cemento blanco B	20	3 meses
	30 y 30R	2 meses
	40 y 40R	1 mes

CIUDAD DE MÉXICO

E.03. El Gobierno del Distrito Federal, rechazará cualquier tipo de cemento envasado en sacos si no se cumple con lo especificado en este capítulo, pero además si presenta los siguientes deméritos de calidad:

a. Sacos rotos.

b. Empaques (bolsas) manchadas.

c. Húmedo.

d. Bolsas sin el etiquetado o que falte alguno de los datos señalados en C.08.

e. Seco el cemento, pero el envase con signos de haber estado en un ambiente húmedo.

f. Endurecido.

E.04. Cuando el cemento sea entregado a granel, debe tomarse en consideración lo indicado en C.11. Además deberán seguirse las indicaciones que para el caso proporcione el proveedor o fabricante.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPITULO 014 ACERO PARA REFORZAR CONCRETO

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Es el material ferroso en forma de varilla, alambre, u otras formas que se coloca dentro de los elementos que conforman una edificación para quedar ahogado en la masa de concreto, mezcla o mortero, ya sea colado en obra o pre colado, y que dentro de esos elementos tomará esfuerzos debidos a cargas, cambios volumétricos por fraguado y/o cambios de temperatura.

A.02. El acero usado para refuerzo se clasifica:

a. Según su procedencia inmediata:

1. Lingote
2. Palanquilla

b. Según su procedencia mediata:

1. Insumo principal extraído de banco
2. Insumo principal procedente de eje
3. Insumo principal procedente de riel
4. Insumo principal procedente de chatarra

c. Según el acabado:

1. Corrugado
2. Liso

d. Según su presentación:

1. Varillas sueltas o separadas
2. Malla electrosoldada (hoja o rollo) suelta
3. Varillas rectas en paquete con longitud pequeña
4. Varillas en rollo
5. Malla para panel o en panel

e. Según su uso:

1. Acero para refuerzo normal
2. Acero para pre esfuerzo

CIUDAD DE MÉXICO

f. Según su resistencia a la tensión

1. Por grado

1.1. Resistencia de fluencia de varilla corruga o lisa, medida en MPa o kgf/cm^2.

1.2. En otra designación, siempre y cuando se especifique por parte del productor

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Acero para Reforzar Concreto y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indico en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará mas referencia en el texto de este capitulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.
Métodos de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundiciones	NMX-B-001	SECOFIN
Varillas corrugadas y lisas de acero, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto	NMX-B-006	SECOFIN
Alambre corrugado de acero laminado en frio para refuerzo de concreto	NMX-B-072	SECOFIN
Métodos de prueba mecánicos para productos de acero	NMX-B-172	SECOFIN
Alambre de acero, liso corrugado, para refuerzo de concreto.	NMX-B-253	SECOFIN
Malla soldada de alambre liso o corrugado de acero, para refuerzo de concreto.	NMX-B-290	SECOFIN

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Torón de siete alambres sin recubrimiento, relevado de esfuerzos, para concreto presforzado	NMX-B-292	SECOFIN
Alambre sin recubrimiento, relevado de esfuerzos, para concreto presforzado	NMX-B-293	SECOFIN
Varillas corrugadas de acero torcidas en frio; procedentes de lingote o palanquilla para refuerzo de concreto	NMX-B-294	SECOFIN
Métodos de prueba a la tensión para productos de acero	NMX-B-310	SECOFIN
Varillas corrugadas de acero de baja aleación, procedentes de lingote o palanquilla, para refuerzo de concreto	NMX-B-457	SECOFIN
Procedimiento de soldadura estructural acero de refuerzo	NMX-B-121	SECOFIN

C. REQUISITOS DE CALIDAD

CIUDAD DE MÉXICO

C.01. Fabricación

El procedimiento de fabricación podrá ser mediante colada continua o discontinua, en cualquiera de sus formas, y será facultad en escogerla del fabricante pero así también su responsabilidad en cuanto a los resultados.

C.02. Insumos:

Los insumos deberán cumplir con lo que señale en cada caso la norma mexicana que le sea aplicable, teniendo el fabricante la opción de buscar la combinación, calidad y mezcla adecuadas para que el resultado sea el requerido.

C.03. Producto terminado:

a. Requisitos físicos

1. Dimensionales.- Se fabricarán en sección circular, debiendo cumplir con los diámetros nominales sugeridos por el fabricante o solicitados por el Departamento, pudiendo sujetarse si hay acuerdo entre los dos, a lo señalado en las tablas 1 y 2. Las longitudes serán las solicitadas expresamente por el Departamento, pudiendo estar en 6 ó 12 metros en varilla recta o hasta 600 metros, si es en rollo.

2. De comportamiento.

2.1 Resistencia a la tensión

Se deberá cumplir lo que se haya establecido en el pedido, pudiendo sujetarse a lo señalado en las Normas Mexicanas u Oficiales Mexicanas si así se ha estipulado, en cuyo caso podrán sujetarse a lo establecido en las tablas 3, 4 ó 5 dependiendo de si se trata de acero en varillas corrugadas procedentes de lingote o palanquilla, alambre de acero estirado en frío, liso o corrugado, utilizado aisladamente o en malla soldada o electro-soldada o alambre para pre esfuerzo.

En caso de cables o torones para pre esfuerzo, se debe cumplir para límite de fluencia con lo señalado en la tabla 6 y para resistencia a la ruptura con lo señalado en la tabla 7.

CIUDAD DE MÉXICO

2.2 Alargamiento

En el caso de varilla corrugada o alambre corrugado o liso, deberá cumplirse con lo señalado en las tablas 3 y 4 y para cables o torones para pre esfuerzo, con lo indicado en la tabla 5 y lo siguiente:

El alargamiento total del cable bajo carga, debe ser como mínimo de 3.5% y se medirá en una longitud mínima de calibración de 610 mm. El alargamiento se determinará por medio de un extensómetro que se coloca sobre el espécimen de prueba después de haberle aplicado una carga inicial del 10% de la resistencia a la ruptura como mínimo.

Al llegar a una deformación del 1%, puede retirarse el extensómetro y continuarse la carga hasta la ruptura final. En esta etapa la deformación se determinará por el movimiento relativo entre las mordazas que sujetan el espécimen.

Cuando el requisito de alargamiento mínimo se satisfaga antes de la ruptura, no será necesario determinar el valor del alargamiento final.

2.3. Doblado

Los especímenes para esta prueba deben soportar ser doblados a temperatura ambiente, 108º alrededor de un mandril, sin agrietarse en la parte exterior de la porción doblada, debiéndose cumplir lo que se establece en la tabla 9, si se trata de varilla corrugada y alambre de acero estirado en frío.

El alambre para pre esfuerzo debe resistir sin agrietarse ni romperse, dos pruebas de doblado, en planos perpendiculares entre sí. Cada prueba consiste en 5 dobleces alternados a 90º sobre mandriles cilíndricos cuyos diámetros se indican en la tabla 10.

Se considera como doblez, cada ocasión en que el alambre, inicialmente recto, forme un ángulo de 90° y se vuelva a su posición original.

3. La masa (peso) nominal de las varillas tipos 1 y 2, será la que se señala en la segunda columna de la tabla 11. La masa (peso) nominal del alambre de acero del tipo 3, será el señalado en la tabla 12.

CIUDAD DE MÉXICO

b. Acabado

1. Varillas lisas o corrugadas.- Deben estar libres de defectos visibles perjudiciales y tener un acabado compatible con una buena práctica de fabricación.

2. Mallas electro soldadas.- Deben presentar los alambres a simple vista, superficies sanas, acabado uniforme en diámetro; compatible con una buena práctica de fabricación y sus cuadrículas formar cuadros o rectángulos con costados formando ángulos rectos.

3. Alambre para pre esfuerzo.- Deben ser producidos, en longitud continua según los requerimientos del Departamento, no permitiéndose unir tramos ni mediante traslapes ni mediante soldadura. En el proceso de fabricación tampoco se permitirán juntas con las cuales se pretenda dar

continuidad al acero en el alambre. No deben presentar doblez en espiral (cocas), tampoco deben aceitarse o engrasarse para evitar la oxidación. La apariencia en cuanto a su acabado por la coloración que puedan adquirir los alambres por las operaciones de tratamiento térmico, debe considerarse normal.

4. Torones.- Deben presentar por lo que hace a los alambres individuales, condiciones iguales a las señaladas en el inciso anterior y en cuanto al conjunto, presentar diámetro uniforme a simple vista, así como tampoco deben aceitarse o engrasarse para evitar oxidación, aunque también debe cuidarse de que no tengan picaduras visibles a juicio del Departamento.

   El diámetro del alambre central de los cables debe ser mayor que el de cualquier alambre exterior, de acuerdo a la tabla 8.

5. Mallas electro soldadas empatadas en paneles.- Deben cumplir con lo establecido en el párrafo b.2 de este inciso y además no presentar efectos nocivos por la oxidación, a juicio del Departamento.

c. Corrugaciones

Las varillas de acero provenientes de lingote o palanquilla, o de cualquiera otra procedencia, deben cumplir por lo que hace a corrugaciones, con lo establecido en la norma mexicana u oficial mexicana correspondiente, debiéndose cuidar de que el espaciamiento promedio o la distancia entre corrugaciones sobre cada lado de la varilla no exceda de 7/10 del diámetro nominal de la misma.

En general las corrugaciones deben cumplir con el objetivo para el que se han diseñado, y en cualquier caso, verificar en la práctica que dichas corrugaciones lo cumplen. Puede a ese respecto tomarse como referencia lo establecido en la tabla 13.

CIUDAD DE MÉXICO

C.04. Requisitos químicos

1. En el proceso de fabricación, al momento de tener la colada en preparación, debe verificarse la composición química, la que debe cumplir con lo establecido en la norma mexicana u oficial mexicana correspondiente.

2. Si por alguna razón o por motivo de dudas en el producto terminado, el Departamento deseara verificar la composición química de la varilla o alambre para refuerzo, se atenderá como referencia a lo establecido para producto terminado en las normas mexicanas u oficiales mexicanas correspondientes y vigentes en el momento de su verificación

C.05. Manejo y almacenamiento

a. Las varillas corrugadas que se suministren al Departamento deben presentarse en atados que contengan barras de un solo diámetro y en peso conjunto, tal que puedan ser trasladados o movidos por dos hombres; además deben ser susceptibles de atarse en cantidades mayores para que sean movidos en el proceso de carga y descarga mediante grúa.

   En el caso de rollo, éstos estarán flejados para impedir la separación de anillos y deberán implementarse a modo de que los atados se puedan mover con grúa.

b. La malla de alambre, sea para paneles o para usarse en forma simple como refuerzo de concreto, si se suministra en hojas, se deben formar grupos de tamaño conveniente, tales que no contengan más de 150 hojas firmemente aseguradas.

   Si se ha de suministrar en rollos , cada uno de éstos debe asegurarse de manera de que no se desenrolle durante los embarques y desembarques o en los manejos internos; cada rollo o atado de hojas planas en su caso, debe llevar firmemente sujeta una etiqueta con el nombre del fabricante, descripción del material, así como la información que haya especificado el Departamento.

c. El alambre de acero para pre esfuerzo con diámetros de 4 mm o mayores, se debe proporcionar en rollos firmemente atados: el diámetro interior de los rollos deberá tener 120 cm como mínimo. Los alambres de 2 y 3 mm deben suministrarse en rollos firmemente atados, pero el diámetro mínimo será en el rollo, el normal del último paso del proceso de estirado (50 a 65 cm). A estos rollos se les etiquetará de la misma forma como se señaló en el inciso anterior.

d. El cable de siete alambres para pre esfuerzo debe entregarse en carretes o en rollos compactos que tengan un diámetro interior mínimo de 60 cm, pudiendo el Departamento especificar otra forma; las longitudes contenidas en los carretes o en los rollos, deben ser estipuladas en el pedido o en el contrato, su protección debe ser contra daños mecánicos que puedan sufrir durante el embarque, la transportación o el manejo interno. Este tipo de carretes o rollos deberán tener una etiqueta de identificación similar a la considerada en los incisos anteriores con los datos propios del tipo de acero y características.

CIUDAD DE MÉXICO

e. El material debe llegar a las obras, donde ha de utilizarse o a los almacenes que indique el Departamento, libre de oxidación, aceite, grasas u otras sustancias perjudiciales; no deberán tener quiebres, escamas, hojeaduras ni deformaciones de las secciones.

El acero en cualquiera de sus nominaciones y clasificación debe colocarse en una superficie donde no haya posibilidad de contaminación con tierra, lodo, aceite, grasa o cualquier sustancia nociva. Dado el caso, se colocarán polines o plataformas a fin de hacer descansar el material sobre ellos. Debe guardarse en almacén, de preferencia en áreas cubiertas, debidamente clasificado según el grado, diámetro, longitud y forma de presentación, en sitios donde no se contamine, se oxide, se maltrate por parte de transeúntes o equipos que transiten y en general que no se vean impactados por alteración química cualquiera.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. La obtención de muestras, la elaboración de especímenes y la práctica de pruebas para los distintos aceros para refuerzo se hará según las normas correspondientes citadas en la cláusula B de referencias.

TABLA.1.- Diámetro de varillas y designación

Diámetro (mm)	6.4	7.9	9.5	13.0	15.0	19.0	22.0	25.0	29.0	32.0	38
Designación	2	2.5	3	4	5	6	7	8	9	10	12

TABLA.2.- Dimensiones de alambres

Grado		Diámetro en mm (calibre) (designación)												
Corrugado o liso	50	78 (0)	72 (1)	67 (2)	62 (3)	57 (4)	53 (5)	49 (6)	45 (7)	41 (8)	38 (9)	34 (10)	31 (11)	27 (12)
	60	79 (25)		64 (2)				48 (15)		40 (125)				
Liso	132		70											
	140						50							
	176	152	127	111	95	79	64							20
	190	152	127	111	95									

O= 102,40 $^{P}/_{L1}$ en donde:

P= Peso en kilogramos de una muestra de varilla
L= Longitud de la varilla

El diámetro del alambre central de cualquier torón será mayor que el diámetro de cualquier alambre exterior, de acuerdo con lo señalado en la tabla 8.

TABLA 3.- Características físicas de varillas corrugadas de acero procedente de lingote o palanquilla.

Grado	Límite de fluencia kg/mm^2 (MPa)	Resistencia a la tensión kg/mm^2 (MPa)	Alargamiento % mín. en 200 mm de long. calibrada
30 NMX-B-006	mín. 30 (294)	50 (490)	13 (Var. No. 2, 2.5, 3) 12 (Var. No. 4, 5,6) 11 (Var. No. 7) 10 (Var. No. 8) 9 (Var. No. 9) 8 (Var. No. 10) 7 (Var. No. 11 y 12)
42 NMX-B-006	mín. 42(412) Máx. 55 (539) La relación entre resistencia a la tensión y el límite de fluencia reales debe ser 1.25 ó más	63(617)	9 (Var. No. 2 a 6) 8 (Var. No. 7 y 8) 7 (Var. No. 9 a 12)
42 NMX-B-457	mín. 42(412) Máx. 55 (539) La relación entre resistencia a la tensión y el límite de fluencia reales debe ser 1.25 ó más.	56 (550)	14 (Var. No. 3 a 6) 12 (Var. No. 7 a 12)

TABLA 4.- Características físicas de alambre de acero estirado en frío, liso o corrugado.

Grado	Límite de fluencia kg/mm^2 (MPa)	Resistencia a la tensión kgf/mm^2 (MPa)	Alargamiento mínimo (%)	Reducción Área mín. (%)
50 60	50 (490) 60(588)	57 (559) 70 (686)	6 4 (Var. 6.4 a 7.9 mm) 3 (Var. 4.0 a 4.8 mm)	30 25

TABLA 5.- Características físicas de alambre para pre esfuerzo.

Diámetro (mm)	Límite de fluencia kg/mm^2 (MPa)	Resistencia a la tensión kg/mm^2 (MPa)	Longitud calibre (mm)	Alargamiento (%)
2.00 5.00 7.00	176(1725) 140(1372) 132(1294)	220(2156) 175(1715) 165(1607)	20 180 250	4.0 3.5 3.5

TABLA 6.- Límite de fluencia de cables o torones de pre esfuerzo

Tamaño nominal	Diámetro nominal del torón (mm)	Resistencia de fluencia en kgf (Newton)	Carga mínima para alargamiento de 1% en kgf (Newton)
Grado 176			
1/4	6.35	410 (4000)	3470 (34000)
5/16	7.94	660 (6500)	5580 (54700)
3/8	9.53	910 (8 900)	7710 (75600)
7/16	11.11	1220 (12000)	10430 (102300)
1/2	12.70	1630 (16000)	13880 (136200)
0.600	15.24	2450 (24000)	20820 (204200)
Grado 190			
3/8	9.53	1024 (10200)	8870 (87000)
7/16	11.11	1410 (13800)	11950 (117200)
1/2	12.70	1870 (18400)	15920 (156100)
0.600	15.24	2660 (26100)	22590 (221500)

TABLA.-7 Resistencia a la ruptura de cables o torones de pre esfuerzo

Tamaño nominal	Diámetro nominal del torón (mm)	Resistencia a la ruptura del torón en kgf (Newton)	Área nominal del acero del torón (mm^2)	Masa nominal aprox. del torón (kg/1 000 m)
Grado 176				
1/4	6.35	4080 (40000)	23.23	182
5/16	7.94	6580 (64500)	37.42	294
3/8	9.53	9070 (89000)	51.61	405
7/16	11.11	12250 (120100)	69.68	548
1/2	12.70	16330 (160100)	92.90	730
0.600	15.24	24500 (240200)	139.35	1094
Grado 190				
3/8	9.53	10430 (102300)	54.84	432
7/16	11.11	14060 (137900)	79.14	582
1/2	12.70	18730 (183700)	98.71	775
0.600	15.24	26580 (260700)	140.00	1102

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 8.-Diferencia mínima entre el diámetro del alambre central y cualquier alambre exterior de un cable de pre esfuerzo.

Tamaño nominal	Diámetro nominal (mm)	Diferencia mínima entre el diámetro del alambre central y el de cualquier alambre exterior (mm)
Grado 176		
1/4	6.35	0.025
5/16	7.94	0.043
3/8	9.53	0.051
7/16	11.11	0.069
1/2	12.70	0.076
0.600	15.24	0.102
Grado 190		
3/8	9.53	0.051
7/16	11.11	0.069
1/2	12.70	0.076
0.600	15.24	0.102

TABLA 9.- Prueba de doblado en varillas corrugadas

Tipo de varilla		Designación	Diámetro del mandril	
			Grado 30	Grado 42
1		menores del 6	3.5 d	3.5 d
		6, 7 y 8	5.0 d	5.0 d
		9 y 10	5.0 d	7.0 d
		11 y 12	5.0 d	8.0 d
2		menores del 6		3.0 d
		6, 7 y 8		4.0 d
		9, 10. 11 y 12		6.0 d
3	liso	hasta 7.8 mm	igual al de la probeta	
	corrugado		igual al doble del de la probeta	
	liso	mayor de 7.8 mm	igual al doble del de la probeta	
	corrugado		igual al cuádruple del de la probeta	

Nota:

Tipo de varilla	Descripción
1	Corrugada procedente de lingote o palanquilla
2	Corrugada de acero de baja aleación
3	Alambre de acero estirado en frio

CIUDAD DE MEXICO

TABLA 10.- Prueba de doblado de alambre de acero estirado para pre esfuerzo

Diámetro (mm)	Número de dobleces que debe soportar por plano	Diámetro del mandril (mm)
2.0	5	10
3.0	5	20
4.0	5	25
5.0	5	30
6.0	5	40
7.0	5	40

TABLA 11.- Masa de varillas corrugadas tipos 1 y 2

Designación *	Masa (peso) nominal(kg/m) **	Diámetro nominal (mm) ***	Área (mm^2)	Perímetro (cm)
2	0.248	6.4	32	2
2.5	0.384	7.9	49	2.5
3	0.560	9.5	71	3
4	0.994	12.7	127	4
5	1,552	15.9	198	5
6	2,235	19.0	285	6
7	3,042	22.2	388	7
8	3,973	25.4	507	8
9	5,033	28.6	642	9
10	6,225	31.8	794	10
11	7,503	34.9	957	11
12	8,938	38.1	1140	12

CIUDAD DE MÉXICO

* El número de designación corresponde al número de octavos de pulgada de su diámetro nominal.

** El término masa ha sustituido al término peso, que se ha usado erróneamente para representar cantidad de materia que contienen los cuerpos.

*** El diámetro nominal de una varilla corrugada en equivalentes al diámetro de una varilla lisa que tenga la misma área nominal que la varilla corrugada.

TABLA 12.- Masa de alambre de acero tipo 3

Tipo de alambre	Diámetro en mm (calibre en Núm.)	Masa unitaria (kg/m)
Corrugado	1.25	0.384
	1.50	0.248
	2.00	0.140
	2.50	0.097
Liso o Corrugado	2.70 (12)	0.044
	3.10 (11)	0.057
	3.40 (10)	0.072
	3.80 (9)	0.087
	4.10 (8)	0.104
	4.50 (7)	0.124
	4.90 (6)	0.146
	5.30 (5)	0.170
	5.70 (4)	0.201
	6.20 (3)	0.236
	6.70 (2)	0.274
	7.20 (1)	0.318
	7.80 (0)	0.374

TABLA 13.-Características de las corrugaciones

Designación	Espaciamiento máximo promedio(mm)	Altura mínima promedio (mm)
2	4.5	0.2
2.5	5.6	0.3
3	6.7	0.4
4	8.9	0.5
5	11.1	0.7
6	13.3	1.0
7	15.5	1.1
8	17.8	1.3
9	20.0	1.4
10	22.3	1.6
11	24.4	1.7
12	26.7	1.9

CIUDAD DE MÉXICO

E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. Para la aceptación de cualquier lote requerido por el Departamento, se deberá cumplir con los siguientes requisitos:

a. Varillas corrugadas de acero procedente de lingote o palanquilla de baja o normal aleación.

1. Antes de su aceptación se examinará que las varillas no estén deformadas por golpes o dañadas por un largo período de almacenamiento.

   La superficie estará libre de lodo, aceite, pintura u otras materias que impidan o disminuyan la adherencia del concreto. Se permitirá la presencia del óxido y escamas ligeras; se considerarán como ligeras siempre que al limpiar la varilla con cepillo de alambre no se alteren las dimensiones ni el peso mínimo especificado. Si un espécimen al ser ensayado según los métodos indicados en este capítulo y las normas de referencia, cumple con todos los requisitos físicos se aceptará el lote que represente.

2. Las varillas se aceptarán con una masa de más o menos hasta de 3.5% por lote y en más o menos hasta 6% por varilla individual.

b. Alambre de acero estirado en frío.

1. Si un espécimen al ser ensayado según los métodos de prueba indicados en este capítulo y las normas de referencia, cumple con todos los requisitos físicos se aceptará el lote que representa.

2. No se permiten juntas en los torones o traslapes en cualquier posición del torón en su colocación final, a menos que el Departamento autorice por escrito cosa diferente.

3. Antes de fabricar el torón, se pueden hacer juntas soldadas en los alambres individuales, permitiéndose únicamente una de estas juntas en un tramo igual o menor a 45 cm del torón terminado.

c. Malla soldada de alambre de acero.

1. En caso de que un espécimen no cumpla con los requisitos de tensión o doblado, el material no será rechazado hasta que dos especímenes adicionales tomados de otros alambres del mismo tramo o rollo sean probados. Se considera que el material cumple con los requisitos de

CIUDAD DE MÉXICO

tensión cuando el promedio de prueba de los tres especímenes incluyendo el espécimen ensayado originalmente, sea mayor o igual que el mínimo requerido para la propiedad particular en cuestión, y además, que ninguno de los tres especímenes presente menos del 80% del mínimo requerido para esa propiedad. Se considera que el material cumple con los requisitos de doblado a condición de que los dos especímenes adicionales pasen satisfactoriamente la prueba de doblado. Se considera que el material representado por el espécimen cumple con los requisitos de resistencia de las soldaduras al cortante, si la resistencia promedio de las cuatro soldaduras corresponde a un esfuerzo en los alambres longitudinales igual o mayor que 24.5 kgf/mm2. Si no cumple dicha condición, deben probarse todas las soldaduras del espécimen, y en tal caso, se aceptará el material si el promedio de las resistencias de todas las soldaduras del espécimen cumple con el valor mínimo especificado. En caso de que el rechazo esté justificado al esfuerzo cortante de la soldadura, se deben rentes hojas o rollos y se deben probar.

2. En caso de que el rechazo se justifique debido a la falta de cumplimiento de requisitos dimensionales, la cantidad de material rechazado se debe limitar a aquellas hojas o rollos que no cumplan con la especificación. Sin embargo, si el número total de hojas o de rollos así rechazados excede el 25 % del total de piezas contenidas en la remesa, la remesa completa se rechazará.

3. Las unidades soldadas deben soportar el trato y manejo normales de carga y descarga sin desprenderse, pero la presencia de soldaduras desprendidas sin importar la causa, no debe ser motivo de rechazo, a menos que el número de uniones desprendidas por hoja exceda del uno por ciento del número total de uniones de la misma, o si el material se suministra en rollos, del uno por ciento del número total de uniones en 14 m de malla. También se rechazará si más de la mitad del número máximo permitido de soldaduras desprendidas están localizadas en un mismo alambre.

4. A menos de que se especifique otra cosa, los alambres transversales no deben sobresalir más de 25 mm de los ejes de los alambres longitudinales de la orilla.

5. Diámetro del alambre.- Las variaciones permisibles en los diámetros de los alambres en la malla terminada, no debe ser mayor al 5%.

6. Espaciamientos.- El espaciamiento promedio de los alambres en la malla debe ser tal que el número total de alambres contenidos en una hoja o rollo sea igual o mayor que el determinado en el espaciamiento especificado; pero la distancia centro a centro entre los miembros

CIUDAD DE MÉXICO

individuales no debe variar en más de 6.5 mm del espaciamiento especificado. Se sobreentiende que las hojas de malla de la misma longitud especificada no pueden tener siempre el mismo numero de alambres longitudinales que sobresalen, por lo que se reitera que pueden tener diferentes longitudes.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPITULO 015 ACERO ESTRUCTURAL

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Es un tipo de acero propio para construcción de elementos estructurales, y consiste fundamentalmente en la combinación de hierro común y una reducida cantidad de carbono, pudiendo combinárseles algún otro elemento para modificar sus propiedades.

A.02. El acero estructural se puede clasificar de la manera siguiente:

a. Según sus componentes:

1. Acero al carbón.- En éste las propiedades del mismo se deben principalmente a las características que le imprime el contenido de carbono.

2. Acero aleado.- En éste las propiedades del acero en sus componentes hierro-carbón se modifican mediante la adición de otros materiales aleantes como el magnesio, vanadio, colombiom niobiom azufre, silicio, y fósforo.

b. Según su resistencia a la tensión: *

1. Acero al carbono para uso estructural con resistencia baja e intermedia.

2. Acero estructural al carbono (A-36).

3. Acero al carbono, para uso estructural.

4. Acero estructural de alta resistencia y baja aleación.

5. Acero estructural de alta resistencia y baja aleación al manganeso y vanadio.

6. Acero de alta resistencia y bajo aleación al niobio- vanadio para uso estructural (AR-35, AR-39 y AR-42).

c. Según su forma:

1. Perfiles.- Son piezas de acero laminado cuya sección transversal tiene forma de I, H, C, L, T, Z.

CIUDAD DE MÉXICO

2. Placas.- Productos planos de acero laminado con anchos y espesores que varían de 450 a 3,675 mm y de 5 a 203 mm, respectivamente, usados como elementos de unión en construcciones de acero, bases, columnas y perfiles compuestos, pudiendo ser:

   2.1. De acero al bajo carbono con resistencia baja e intermedia (para placas de asiento de vías férreas).

   2.2. De acero al carbono estructural (para columnas y trabes).

   2.3. De acero de alta resistencia (aleado) y prolongada zona de fluencia (apropiada para soldar).

3. Soleras.- Productos planos de acero laminado con sección transversal rectangular con anchos y espesores varios (450 mm y menores y 203 mm y menores, respectivamente).

4. Barras.- Productos macizos de sección circular, cuadrada o hexagonal en todos los diámetros y dimensiones en sus secciones.

5. Tablestacas.- Piezas de acero laminado cuya forma les permite interceptarse entre si para formar una pared continua, cuando cada pieza se hinca junto a la anterior

6. Tubular.- Producto de secciones hueca cerrada, de forma cuadrada, rectangular o circular, en diferentes dimensiones.

d. Según el proceso de fabricación:

1. Clase A: Obtenido mediante el proceso de sistema Martín u hormo eléctrico.

2. Clase B: Obtenido mediante proceso de Bessemer ácido.

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en la fabricación de Acero Estructural y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse a lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales no se hará mas referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Método de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundición	NOM-B-001	SECOFIN
Métodos de prueba de doblado semi guiado para ductilidad de materiales metálicos	NOM-B-051	SECOFIN
Acero estructural con límite de fluencia mínimo de 290 MPa (29 kg/cm^2	NOM-B-099	SECOFIN
Pruebas de doblado para productividad de acero	NOM-B-113	SECOFIN
Tubos de acero, soldados y sin costura para pilotes	NOM-B-198	SECOFIN
Tubos de acero de carbono, sin costura o soldados conformados en frío para uso estructural	NOM-B-199	SECOFIN
Tubos con o sin costura, de acero al carbono, conformados en caliente, para uso estructural	NOM-B-200	SECOFIN
Requisitos generales para planchas, perfiles, tabla estacas y barras de acero laminado en caliente para uso estructural	NOM-B-252	SECOFIN
Acero estructural	NOM-B-254	SECOFIN
Requisitos generales para lámina, laminada en caliente y en frío, de acero al carbón y de acero de baja aleación y alta resistencia	NOM-B-266	SECOFIN
Lámina de acero de baja aleación y alta resistencia, laminada en caliente y laminada en frío, resistente a la corrosión	NOM-B-277	SECOFIN

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Planchas, perfiles y barras de acero al carbono para uso estructural, con baja e intermedia resistencia a la tensión	NOM-B-281	SECOFIN
Acero estructural de baja resistencia y baja aleación al magnesio-vanadio	NOM-B-282	SECOFIN
Acero estructural de alta resistencia y baja aleación al magnesio-vanadio	NOM-B-284	SECOFIN
Perfiles I y H de tres planchas soldadas en acero	NOM-B-286	SECOFIN
Métodos de prueba a la tensión para productos de acero	NOM-B-310	SECOFIN
Composición química de aceros al carbono	NOM-B-324	SECOFIN
Composición química para aceros aleados	NOM-B-325	SECOFIN
Lámina laminada en caliente de acero al carbono para uso estructural	NOM-B-347	SECOFIN
Perfiles y planchas de acero de alta resistencia y baja aleación al niobio-vanadio para uso estructural	NOM-B-483	SECOFIN
Acero y productos de acero	Lib. VIII, Cap. 11	S.C.T.
Generalidades	4.01.01.001	D.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Físicos

a. Dimensión y peso

Los diferentes perfiles, placas, soldaduras, barras y tabla estacas deberán cumplir con los requisitos de peso, dimensiones y tolerancias establecidas en la NOM-B-252 citada en la cláusula B de Referencias.

b. Tensión

1. El acero al carbono para uso estructural con resistencia baja e intermedia se fabrica en grados A, B, C y D y deberán cumplir con los requisitos establecidos en la NOM-B-281 y además con las siguientes características

Grado	Lím. fluencia	Resist. máxima	Alargamiento (%) 200mm
A	1680 kg/cm^2	3165 kg/cm^2	27
B	1900 kg/cm^2	3516 kg/cm^2	25
C	2100 kg/cm^2	3867 kg/cm^2	22
D	2320 kg/cm^2	4220 kg/cm^2	20

2. El acero estructural al carbono (A-36) deberá cumplir con lo establecido en la NOM-B-254 y los requisitos de tensión para barras, planchas y perfiles que se indican a continuación.

2.1. Resistencia a la tensión en kgf/mm (MPa): 41-56 (400-550).

2.2. Límite de fluencia en kgf/mm2 (MPa): 25 (250).

2.3. Alargamiento en 200 mm de longitud. calibrada mínimo en % 20.

Notas:

Para planchas con anchos mayores a 610 mm la probeta se toma en dirección transversal, conforme a la NOM-B-252.

El límite superior de fluencia mínima en planchas de espesor mayor a 200 mm, debe ser de 22 kgf/mm (220 MPa).

Para material con espesor o diámetro menor a 8mm, debe hacerse por cada 0.8 mm de disminución de dicha medida, una deducción de 1.25% del porcentaje de alargamiento y para anchos mayores de 310 mm, el alargamiento debe reducirse en dos puntos del porciento.

CIUDAD DE MÉXICO

3. La lámina formada en caliente de acero al carbono para uso estructural deberá cumplir con la NOM-B-347 y con los requisitos de tensión, para los especímenes de prueba siguientes, según las clases A, B, C, D y E en que se fabrica:

Requisitos	Clases				
	A	B	C	D	E
Resistencia a la tensión mínima kgf/mm^2 (MPa)	32 (313)	34 (323)	36 (353)	39 (382)	41 (402)
Límite de fluencia mínimo en kgf/mm^2 (MPa)	18 (176)	21 (205)	23 (225)	28 (274)	30 (294)
Alargamiento en 200 mm mínimo en % para espesores entre 1.2 a 3.4 mm	18	17	16	14	12

4. Los requisitos que deben cumplir los aceros de baja aleación y alta resistencia respecto a la prueba de tensión están indicados en la NOM-B-282 y en la siguiente tabla:

Requisitos	Espesores de planchas y barras			Grupos de perfiles estructurales		
	Hasta 20 mm	Entre 20 y 40 mm	Entre 40 y 100 mm	1y2	3	4y5
Resistencia a la tensión mínima en : kgf/mm^2 (MPa)	49(480)	47(461)	44(432)	49(480)	47(461)	44(432)
Límite de fluencia mínima en kgf/mm^2 (MPa)	35(343)	32(314)	29(284)	35(343)	32(314)	29(284)
Alargamiento en 200mm de longitud calibrada en % mínimo	18	18	18	18	18	18

Notas:

En planchas con anchos mayores de 610 mm se observará lo siguiente:

La probeta de toma en dirección transversal, de acuerdo a la NOM-B-252.

El porciento de alargamiento debe reducirse en dos puntos.

CIUDAD DE MÉXICO

Para material con espesor o diámetro menor de 8 mm debe hacerse por cada 0.8 mm de disminución de dicha medida, una deducción de 1.25% del porcentaje de alargamiento.

En plancha para piso no se requiere determinar alargamiento.

5. Los requisitos de tensión en los especímenes de prueba para el acero estructural de alta resistencia y baja aleación al manganeso-vanadio serán conforme a la NOM-B-284 y la siguiente tabla:

	Ranchas y barras				Perfiles estructurales		
	Para espesores hasta 20 mm	Para espesores mayores de 20 hasta 40 mm	Para espesores mayores de 40 hasta 100 mm	Para espesores mayores de 100 hasta 200 mm	Grupos 1 y 2	Grupos 3	Grupos 4 y 5
Resistencia a la tensión mínima en: kgf/m^2 (MPa)	49(481)	47(461)	44(432)	42(412)	49(481)	47(461)	44(432)
Límite de fluencia mínima en kgf/mm^2 (MPa)	35(543)	32(316)	29(288)	28(275)	35(343)	32(316)	29(288)
Alargamiento en 200mm de longitud calibrada en % mínimo	18	18	18	18	18	18	18

Notas:

Para planchas con anchos mayores de 610 mm, la probeta debe tomarse en la dirección transversal.

Cuando el material esté normalizado*, el límite de fluencia y la resistencia a la tensión, mínimo debe reducirse en 3.5 kgf/mm (35MPa).

Para el material con espesor o diámetro menor de 8 mm, debe hacerse por cada 0.8 mm de disminución de dicha medida una deducción de 1.25 % del porcentaje de alargamiento indicado. Para planchas con anchos mayores de 610 mm, el porciento de alargamiento debe reducirse en dos puntos.

* Probetas tratadas térmicamente, conforme a las indicaciones de la Norma del producto respectivo o bajo las condiciones que acuerden el Departamento y el fabricante.

CIUDAD DE MÉXICO

c. Doblado.- Según esta Norma, todo acero deberá soportar sin manifestar agrietamiento exterior en las probetas preparadas al efecto, un doblez en frío hasta de 180° sobre un mandril cuyo diámetro depende del espesor del acero o el diámetro de la barra y que se especifica en la tabla 1.

d. Acabado.- Todos los productos de acero estructural deberán estar libres de defectos perjudiciales y tener un buen acabado.

1. Los defectos de la superficie de las planchas pueden eliminarse mediante esmerilado; se procurará que el área tratada quede limpia, sin cambios bruscos en su contorno y sin que se disminuya el espesor de la plancha en:

1.1. Más del 7% del espesor nominal cuando las planchas se ordenen por peso. La disminución del espesor no debe exceder de 3 mm, para espesores igual o mayores de 43 mm.

1.2. El espesor mínimo permitido.

Además, el área esmerilada no debe exceder del 2% del área que se está acondicionando.

2. Las imperfecciones de los perfiles, barra y tabla estacas podrán eliminarse mediante esmerilado o cincelado y esmerilado, debiendo quedar el área tratada, limpia, sin cambios bruscos en su contorno y que las depresiones abajo de la superficie de laminación no sean mayores a:

2.1. Un milímetro, para materiales con espesor menor de 10 mm.

2.2. Dos milímetros, para materiales con espesor de 10 hasta 50 mm.

2.3. Tres milímetros, para materiales con espesor mayor de 50 mm.

La superficie cincelada o esmerilada no debe exceder del 2% del área total de la superficie de la pieza.

C.02. Los requisitos químicos que deben cumplir los aceros serán los indicados en las Normas Mexicanas, oficiales, que se citan en la cláusula B de Referencias.

C.03. El acero empleado en la fabricación de los productos cubiertos por esta Norma, debe obtenerse por uno de los siguientes procesos:

CIUDAD DE MÉXICO

a. Horno de hogar abierto.

b. Básico al oxígeno.

c. Horno eléctrico.

D. MUESTREO Y PRUEBAS.

D.01. Para la determinación de la composición deberá realizarse un análisis de cuchara para cada colada de acero y un análisis de producto en una muestra tomada del material terminado procedente de la colada.

a. En la determinación de tensión, deberán llevarse a cabo 2 pruebas de cada colada.

b. En la determinación de capacidad de doblado deberán llevarse a cabo 2 pruebas en cada colada.

D.02. Las muestras a obtenerse para análisis de cuchara se tomarán durante el vaciado de la misma, en tiempos diferentes a partir del inicio del vaciado entre colada y colada.

a. Para el análisis de producto, la muestra se tomará al azar de una pieza del producto terminado de la colada.

b. Para la prueba de tensión, se elegirá al azar la pieza durante el producto de la colada, de la cual se extraerá la probeta para tensión.

c. De la misma pieza seleccionada para probeta de tensión, se extraerá la probeta para prueba de doblado.

D.03. Se podrán repetir muestreo y pruebas en los siguientes casos:

a. Si cualquier espécimen de prueba muestra defectos de maquinado o revela imperfecciones, debe descartarse y sustituirse por otro, obtenido de pieza diferente.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA No. 1

Espesores o diámetros en mm	Relación del diámetro del mandril al espesor de la probeta														
	Acero al carbono									Alta resistencia					
	Resistencias baja e intermedia				NOM- B-347						Baja aleación	Baja aleación Mg-Va	Baja aleación Nb-Va		
	A	B	C	D	A	B	C	D	E	AR-36			AR-35	AR-39	AR-42
Hasta 19	Plana	Plana	Plana	0.5	0	1	1.5	2	2.5	0.5	1	1	1	1.5	2
Entre 19 y 25	Plana	Plana	0.5	1	0	1	1.5	2	2.5	1	1.5	1.5	1.5	2	2.5
Entre 25 y 32	0.5	0.75	1	1.5	0	1	1.5	2	2.5	1.5	2	2	2.5	2.5	3
Entre 32 y 38	0.5	0.75	1	1.5	0	1	1.5	2	2.5	1.5	2	2	2.5	2.5	-
Entre 38 y 51	1	1.5	2	2.5	1	1	1.5	2	2.5	2.5	2.5	2.5	3	3	-
Entre 51 y 76	1.5	2	2.5	3	-	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-
Entre 76 y 100	2.0	2.5	3	3.5	-	-	-	-	-	3	3	3	-	-	-
Más de 100	2.5	3	3.5	4	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-

Notas:

Estas relaciones se aplican a probetas que se hayan extraído en la dirección longitudinal y con preparación de las aristas.

Cuando las planchas se doblen en una operación de fábrica, se pueden usar radios mayores, particularmente si el eje de este doblado es en la dirección desfavorable (longitudinal).

CIUDAD DE MÉXICO

b.

Si en cualquier espécimen probado a la tensión el porcentaje de alargamiento es menor que el especificado y/o la fractura se localiza a más de 19 mm del centro de la longitud calibrada en un espécimen de 50 mm ó más de 50 mm en un espécimen de 200 mm, debe repetirse la prueba en especímenes obtenidos de la misma pieza.

c. Si los resultados en un espécimen probado a la tensión se encuentra cuando más en 1.4 kg/cm^2 debajo de la resistencia mínima, 0.70 kg/cm^2 abajo del límite de fluencia y 2% de alargamiento mínimo especificado, se permitirá realizar otra prueba con especímenes de otra pieza.

d. Si un espécimen no cumple los requisitos, habiendo sido éste cortado con gas y se sospechan deficiencias por esto, se permitirá realizar una nueva prueba de espécimen laminado obtenido de la misma pieza.

D.04. Para verificar la composición química tanto en el análisis de cuchara como en el del producto, se deben seguir los métodos indicados en la NOM-B-001 debiendo cumplir las composiciones del acero estructural, las cantidades señaladas en las Normas Oficiales respectivas.

Para verificación de las características de doblado, deberá cumplirse con lo indicado en las NOM-B-051 y 113.

D.05. La preparación de los especímenes deberán cumplir con lo establecido en las NOM-B-252 y con lo siguiente:

a. Las probetas deben tomarse del material en su condición de entrega, excepto en el caso de materiales tratados térmicamente en que pueden ser piezas aisladas del espesor total o con su sección completa y que procedan de la misma colada con tratamiento térmico similar.

b. Las probetas deben tomarse longitudinalmente, deben ser del espesor total o de la sección completa del material tal como se entrega.

c. Las probetas deben tomarse de las almas de las vigas, canales, zetas y secciones T laminadas y de las alas de los ángulos.

CIUDAD DE MÉXICO

d. Las probetas para tensión y doblado de barras que vayan a usarse como pasadores o rodillos menores de setenta y seis (76) milímetros de diámetro, deben tomarse de modo de que su eje quede a la mitad entre el centro de la barra y su superficie. Las probetas para tensión y doblado en pasadores, deben tomarse de manera que su eje quede a veinticinco (25) milímetros de la superficie de la barra.

e. Las probetas de las planchas deben tomarse de las esquinas de la misma.

f. Para las pruebas de tensión de perfiles, soleras y planchas, con excepción de las planchas de acero aleado que tengan un espesor mayor de treinta y ocho (38) milímetros, las probetas pueden fabricarse de acuerdo con la forma y dimensiones indicadas en la figura de la referencia NOM-B-310, asentada en la cláusula B de este capítulo, o con ambos cantos paralelos.

E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. Cuando la composición química sea requisito de verificación y no resulte satisfactoria de acuerdo al análisis del producto, no se aceptará el acero del que son representativas las pruebas y el rechazo deberá comunicarse al fabricante dentro de los 10 días siguientes al conocimiento de los resultados.

E.02. Las muestras que representen material rechazado, deben conservarse dos semanas contadas de la fecha del reporte, tiempo en el que el fabricante puede solicitar nueva revisión.

E.03. El contratista y el proveedor de acero deben dar al Departamento todas las facilidades para comprobar que el material cumple con las disposiciones de la presente Norma.

E.04. Cuando las dimensiones, planura, rectitud y otras características para perfiles y planchas sean requisitos de verificación, las tolerancias serán las señaladas en la NOM-B-252 citada en la cláusula B de Referencias.

E.05. Las tolerancias en masa (peso) para planchas rectangulares, cortadas con cizalla, cuando se ordene por peso, serán las indicadas en la tabla 2 y en la citada NOM-B-252.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 2.- Tolerancias en masa (peso) para planchas rectangulares, en anchos de laminación y cortadas con cizalla, hasta 2991 kg/cm^2, cuando se ordenan por masa (peso).

Masa (peso) especificada en kg/m^2		Tolerancias en el promedio de la masa (peso) del lote (A), expresadas en % de las masas (pesos) especificadas por m^2 para los anchos en mm																					
		Hasta 1219		Más de 1219 hasta 1524		Más de 1524 hasta 1829		Más de 1829 hasta 2134		Más de 2134 hasta 2438		Más de 2438 hasta 2743		Más de 2743 hasta 3048		Más de 3048 hasta 3353		Más de 3353 hasta 3658		Más de 3658 hasta 4267		Más de 4267	
Más de	Hasta	Más	Menos	Más	Menos	Más	Menos	Más	Menos	Más	Menos	Más	Menos	Más	Menos	Más	Menos	Más	Menos	Más	Menos	Más	Menos
--------	49	4,0	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	5,5	3,0	6,0	3,0	7,5	3,0	9,0	3,0	------	------	-------	------	-----	------	----	-------
49	61	4,0	3,0	4,5	3,0	4 5	3 0	5 0	3.0	5.5	3.0	6 5	3,0	7,0	3,0	8,0	3,0	9,0	3.0	-----	------	----	-------
61	73	4,0	3,0	4.0	3,0	4.5	3,0	4,5	3,0	5,0	3.0	5,5	3,0	6,0	3.0	7.5	3,0	8,0	3,0	11,0	3.0	----	-------
73	85	3.5	3,0	3.5	3.0	4.0	3.0	4,5	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	5.5	3,0	6.0	3,0	7,0	3,0	9,0	3.0	10,0	3,0
85	98	3,5	2,5	3,5	2.5	3.5	3.0	4,0	3,0	4,5	3,0	4,5	3,0	5,0	3,0	5.5	3,0	6,0	3,0	8,0	3,0	9,0	3,0
98	122	3,5	2.5	3.5	2.5	3,5	3.0	3,5	3,0	4,0	3.0	4,0	3.0	4,5	3,0	5,0	3,0	5.5	3,0	7,0	3,0	8,0	3.0
122	146	3,0	2.5	3.5	2.5	3,5	2,5	2.5	3,0	3.5	3.0	3.5	3.0	4.0	3,0	4,5	3,0	5.0	3,0	6.5	3,0	7.0	3,0
146	195	3,0	2.0	3,0	2,0	3.0	2.0	3.0	2,0	3,5	2,0	3.5	2.5	3,5	2,5	4,0	3,0	4,5	3,0	6,0	3,0	6,5	3,0
195	398	2,5	1,5	3.0	2.0	3.0	2,0	3.0	2,0	3,5	2,0	3,5	2.0	3,5	2,5	3,5	3.0	4,0	3,0	5,5	3,0	6.0	3,0
398	598	2 5	1 0	3,0	2,0	3.0	2.0	3,0	2,0	3,5	2,0	3,5	2,0	3 5	2,5	3,5	3,0	3,5	3,0	4 0	3,0	4,5	3 0
598	797	2.5	1.0	2,5	1,5	2.5	1,5	2,5	1.5	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	2,5	2,0	3,0	2,0	3,5	2,0
797	1196	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1.0	2,5	1,0	2,5	1.0	2,5	1.0	2,5	1,0	2,5	1,0	3,0	1,0	3,5	1,0
1196	1996	2,5	1.0	2,5	1,0	2,5	1.0	2.5	1,0	2,5	1,0	2,5	1.0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	3.0	1,0
1996	2391	2,0	1.0	2,0	1.0	2,5	1.0	2,5	1.0	2,5	1.0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0
2391	2991	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1,0	2,0	1.0	2,5	1,0	2,5	1.0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0	2,5	1,0

Notas:

1) La tolerancia en sobrepeso para lotes de planchas circulares y de plantilla, debe ser 1.25 veces las cantidades de esta tabla.
2) La tolerancia en sobrepeso para una sola plancha debe ser como máximo 1.33 veces las cantidades de esta tabla.
3) La tolerancia en sobrepeso para una sola plancha circular y de plantilla, debe ser 1.66 veces las cantidades de esta tabla.
4) La densidad del acero laminado es 7844.9 kg/cm3.

A) El término lote se aplica a todas las planchas de cada grupo, del mismo ancho y espesor, representadas en cada embarque.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPÍTULO 016 MALLA DE ALAMBRE DE ACERO PARA CERCAS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Conjunto de alambres de acero galvanizado con un entretejido al que forma una malla a base de cuadrículas de diferentes aberturas de acuerdo al calibre o grueso del alambre que las constituyen, usadas principalmente para delimitar y proteger espacios. Como elementos complementarios se utilizan tensores, coples, abrazaderas, capuchas esquineras y de ochavos, postes esquineros, de línea, de base o punta y alambre de púas.

A.02. Las mallas para cerca se clasifican dependiendo de su abertura y calibre del alambre, del ancho de la malla y del uso, en los siguientes tipos:

a. Según abertura y calibre

Abertura de la cuadrícula (mm)	Calibre alambre
1. De 44 x 44	12 ó 14
2. De 51 x 51	9 ú 11
3. De 57 x 57	9 ú 11

b. Según ancho

1. De 1.00 m
2. De 1.25 m
3. De 1.50 m
4. De 1.75 m
5. De 2.00 m
6. De 2.20 m

c. Según uso

1. Residencial
2. Industrial
3. Comercial

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen en Mallas de Alambre de Acero para Cerca y que son tratados en otros capítulos de estas Normas conceptos que deberán sujetarse a lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de .los cuales no se hará mas referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Métodos de análisis químico para determinar la composición de aceros y fundición.	NOM-B-001	SECOFIN
Alambre de acero para uso general	NOM-B-013	SECOFIN
Alambre de púas de fierro acero galvanizado	NOM-B-022	SECOFIN
Alambre de acero estirado en frío	NOM-B-253	SECOFIN
Recubrimiento de zinc por el proceso de inmersión en caliente para sujetadores y herrajes de hierro y acero	NOM-H-004	SECOFIN
Método de prueba para localizar la porción más delgada del recubrimiento de zinc, en artículos de acero galvanizado (Pruebas de Preece)	NOM-H-013	SECOFIN
Alambre de púas de hierro o acero galvanizado	VIII, Cap. 11.26	S.C.T.
Tela de alambre de hierro o acero galvanizado para cercas o límites de derecho de vías	VIII, Cap. 11.27	S.C.T.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. El revestimiento de zinc de los diferentes calibres de alambre usados para mallas, tendrán los pesos mínimos, que se indican a continuación, según la clase de galvanizado especificado:

Nombre del calibre del alambre de acero	Diámetro nominal del alambre galvanizado en mm	Peso mínimo del recubrimiento de la superficie original del alambre en gr/dm2.		
		Clase 1	Clase 2	Clase 3
7	4.50	1.21	1.82	2.43
9	3.80	1.21	1.82	2.43
10	3.40	0.91	1.52	2.43
11	3.00	0.91	1.52	2.43
12	2.70	0.91	1.52	2.43
12 $^{1}/_{2}$	2.50	0.91	1.52	2.43

C.02. El número de inmersiones para dar uniformidad del revestimiento está dado en la siguiente tabla.

Número de calibre del alambre de acero	Número mínimo de inmersiones		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
7y9	2 $^{1/2}$	3	4
10 a 12	1 $^{1/2}$	2	4
12 $^{1}/_{2}$	1 $^{1}/_{2}$	2	3

C.03. La composición química de los aceros utilizados en el alambre para las cercas se indican en las Normas Oficiales Mexicanas, citadas en la cláusula B de Referencias.

C.04. El alambre debe resistir el doblez en frío a 180° después del cual no deberá mostrar alguna falla (agrietamiento exterior). El doblez se hará sobre un perno de diámetro igual al del alambre por probar.

C.05. La superficie del alambre debe ser tensa, sin estrías o ralladuras ni huellas de corrosión. La abertura de la cuadrícula de la malla deberá ser de dimensiones uniformes.

C.06. Deberá empacarse en rollos compactos; en cada rollo, se indicarán el nombre del material, cantidad (peso del rollo o metros cuadrados) calibre del alambre, clase de recubrimiento, espaciamiento de la malla y datos del fabricante.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. El número de elementos por muestra para determinar la composición el acero deberá fijarse de acuerdo a lo indicado en la NOM-B-001.

D.02. La elección de los elementos del lote de mallas para las pruebas indicadas en la NOM-B-001 será de uno por cada 2500 m^2 de malla o fracción.

D.03. Las pruebas se efectuarán de acuerdo con los métodos indicados en las NOM-B-001, NOM-H-004 y NOM-H-013.

D.04. La verificación de dimensiones se hará a cada uno de los rollos que constituyen al lote.

E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. Todo alambre de malla para cerca deberá cumplir con lo expresado en este capítulo, pudiéndose aceptar dentro de las siguientes tolerancias:

a. La diferencia entre los diámetros máximo y mínimo del alambre medidos en cualquier sección transversal no deberá ser mayor a 5%.

b. El diámetro del alambre estirado en frío tendrá una tolerancia en más o menos de 3% con relación al diámetro nominal, medido con respecto al promedio entre el máximo y el mínimo en la longitud de aquél.

CIUDAD DE MÉXICO

-LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPITULO 017 METALES DE APORTE PARA UNIONES SOLDADAS

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Metal de aporte es aquél que tiene una temperatura de líquidus superior a 723 K (450 °C), e inferior a la temperatura de sólidus del metal base y que fundido se utiliza para unir piezas metálicas. La fusión se obtiene mediante arco eléctrico, combustión de gases y polvo de ignición.

A.02. El metal de aporte se clasifica de acuerdo con:

a. La presentación, en:
   1. Varillas, desnudas o recubiertas.
   2. Alambres lisos o revestidos, en rollos o carretes.
   3. Lingotes.
   4. Pulverizado.

b. Las aleaciones de los metales con que están fabricados:
   1. De aluminio o sus aleaciones (para soldadura con arco eléctrico).
   2. De acero al cromo o al cromo-níquel (para soldadura resistente a la corrosión).0
   3. De hierro y acero, pudiendo ser según su composición y revestimiento:
      3.1. Electrodos de acero dulce con revestimiento para soldadura con arco eléctrico (ver Tabla 1).
      3.2. Electrodos de acero baja aleación con revestimiento, para soldadura con arco eléctrico (ver Tabla 2).

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 1 Clasificación de electrodos de acero dulce

Clasificación	Tipo de revestimiento	Capacidad de producir soldaduras satisfactorias en las posiciones indicadas *	Tipo de corriente **
Series E60-Resistencia de tensión mínima del metal depositado en condición de soldado 411 MPa (4 200 kg_f/cm^2)			
E6010	Celulosa al alto sodio	F, V, OH, H	C.D. Polaridad invertida
E6011	Celulosa al alto potasio	F, V, OH, H	C.A. o C.D. Polaridad invertida
E6012	Titanio al alto sodio	F, V, OH, H	C.A. o C.D. Polaridad directa
E6013	Titanio al alto potasio	F, V, OH, H	C.A. o C.D. Cualquier polaridad
E6020	Hierro al alto óxido	Filetes H	C.A. o C.D. Polaridad directa
		F	C.A. o C.D. Cualquier polaridad
E6027	Polvo de hierro, óxido de hierro	F Filetes H	C.A. o C.D. Polaridad directa
		F	C.A. o C.D. Cualquier polaridad
Series E70-Resistencia de tensión mínima del metal depositado en condición de soldado 480 MPa (4 900 kg_f/cm^2)			
E7014	Polvo de hierro, titanio	F, V, OH, H	C.A. o C.D. Cualquier polaridad
E7015	Hidrógeno al bajo sodio	F, V, OH, H	C.D. Polaridad invertida
E7016	Hidrógeno al bajo potasio	F, V, OH, H	C.A. o C.D. Polaridad invertida
E7018	Polvo de hierro, bajo hidrógeno	F, V, OH, H	C.A. o C.D. Polaridad invertida
E7024	Polvo de hierro, titanio	Filetes H, F	C.A. o C.D. Cualquier polaridad
E7028	Polvo de hierro, bajo hidrógeno	Filetes H, F	C.A. o C.D. Polaridad invertida

* Las abreviaciones F, H. Filetes H, B, OH, indican posiciones de soldadura como sigue:

F = Plana
H = Horizontal
Filetes H = Filetes Horizontales
V = Vertical
OH = Sobre Cabeza

Para electrodos de 5/16 pulgadas y menores, excepto 5/32 pulgadas y menores para las clasificaciones E7014, E7015, E7016 y E7018.

** La polaridad invertida significa que el electrodo es positivo; y la polaridad directa significa que el electrodo es negativo.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 2. Clasificación de electrodos de acero de baja aleación

Clasificación AWS	Tipo de recubrimiento	Posiciones capaces de producir soldaduras satisfactorias. *	Tipo de corriente ***
Serie E70.- Resistencia de tensión mínima del metal depositado en condición de esfuerzo relevado 480 MPa 4 900 (kg_f /cm^2)			
E7010-X**	Celulosa al alto sodio	F. V, OH, H	C.D. Polaridad invertida
E7011-X	Celulosa al alto potasio	F. V, OH, H	C.A. o C.D. Polaridad invertida
E7015-X	Sodio al bajo hidrógeno	F. V, OH. H	C.D. Polaridad invertida
E7016-X	Potasio al bajo hidrógeno	F, V, OH, H	CA o C.D. Polaridad invertida
E7018-X	Polvo de hierro, bajo hidrógeno	F. V. OH. H	C.A. o C.D. Polaridad invertida
E7020-X	Alto óxido de hierro	H- Filete	CA. o C.D. Polaridad directa
		F	C.A. o C.D. Ambas polaridades
E7027-X	Polvo de hierro, óxido de hierro	H- Filete	CA. o C.D. Polaridad directa
		F	CA. o C.D. Ambas polaridades
Serie E8O.- Resistencia de tensión mínima del metal depositado, 551 MPa (5 630 kg_f /cm^2).			
E-8010-X	Celulosa al alto sodio	F, V, OH, H	C.D. Polaridad invertida
E-8011-X	Celulosa al alto potasio	F, V, OH, H	CA. o C.D. Polaridad invertida
E-8013-X	Potasio al alto titanio	F, V. OH, H	CA o C.D. Ambas polaridades
E-8015-X	Sodio al bajo hidrógeno	F, V, OH, H	CD. Polaridad invertida
E-8016-X	Potasio al bajo hidrógeno	F, V, OH, H	CA. o C.D. Polaridad invertida
E-8018-X	Polvo de hierro, bajo hidrógeno	F, V, OH, H	CA o CD. Polaridad invertida
Serie E90.- Resistencia de tensión mínima del metal depositado, 620 MPa (6 330 kg_f /cm^2)			
E9010-X	Celulosa al alto sodio	F, V, OH, H	CD. Polaridad invertida
E9011-X	Celulosa al alto potasio	F, V, OH, H	CA. o CD. Polaridad invertida
E9013-X	Potasio al alto titanio	F, V. OH, H	C A o CD. Ambas polaridades
E9015-X	Sodio al bajo hidrógeno	F, V, OH, H	CD. Polaridad invertida
E9016-X	Potasio al bajo hidrógeno	F, V, OH, H	CA. o C.D. Polaridad invertida
E9018-X	Polvo de hierro bajo hidrógeno	F, V, OH. H	C A o C.D. Polaridad invertida
Serie E100.- Resistencia de tensión mínima del metal depositado 686 MPa (7 000 kg_f /cm^2)			
E10010-X**	Celulosa al alto sodio	F, V, OH, H	C.D. Polaridad invertida
E10011-X	Celulosa al alto potasio	F, V, OH, H	C.A. o C.D. Polaridad invertida
E10013-X	Potasio al alto titanio	F, V, OH, H	C.A. o C.D. Ambas polaridades
E10015-X	Sodio al bajo hidrógeno	F, V, OH, H	C.D. Polaridad invertida
E10016-X	Potasio al bajo hidrógeno	F, V, OH, H	C.A. o C.D. Polaridad invertida
E10018-X	Polvo de hierro, bajo hidrógeno	F, V, OH, H	C.A. o C.D. Polaridad directa
Serie E110.- Resistencia de tensión mínima del metal depositado 754 MPa (7 700 kg_f /cm^2)			
E11015-X	Sodio al bajo hidrógeno	F, V, OH, H	C.D. Polaridad invertida
E11016-X	Potasio al bajo hidrógeno	F, V, OH, H	C.A. o C.D. Polaridad invertida
E11018-X	Polvo de hierro, bajo hidrógeno	F. V. OH H	C.A. o C.D. Polaridad invertida
Serie E120.- Resistencia de tensión mínima del metal depositado 823 MPa (8 400 kg_f /cm^2)			
E12015-X	Sodio al bajo hidrógeno	F, V, OH, H	C.D. Polaridad invertida
E12016-X	Potasio al bajo hidrógeno	F, V, OH, H	C.A. o C.D. Polaridad invertida
E-12018-X	Polvo de hierro bajo hidrógeno	F, V, OH, H	C.A. o C.D. Polaridad invertida

* Las abreviaturas F, V, OH, H, y H Filete, indican la posición de soldar como sigue:

F = Plana
H = Horizontal
H Filete = Filete Horizontal
V = Vertical
OH = Sobre Cabeza

Para electrodos de 3/16 pulgadas y menores, excepto 5/32 pulgadas y menores para clasificaciones EXX15-X, EXX16-X y EXX18-X.

**. La letra "X" está en lugar de A1, B1, B2, etc. y designa la composición química del metal de soldadura depositada.

***. Polaridad inversa significa que el electrodo es positivo. Polaridad directa significa que el electrodo es negativo

3.3. Electrodo desnudo de acero dulce y fundente para soldadura de arco eléctrico sumergido, se clasifica en base a su composición química.

3.4. Electrodo de acero dulce para soldadura de arco eléctrico, protegido con gas, se clasifican según su presentación, su composición química y las propiedades mecánicas del metal depositado.

3.5. Electrodos de acero dulce con núcleo de fundente para soldadura por arco, se clasifican en base a usar o no gas de protección, el tipo de corriente a usar, composición química y propiedades mecánicas del metal y su aplicación de pasos simples o múltiples.

4. Electrodos y varillas para metalizar superficies (recubrimientos), se clasifican en: desnudos y recubrimientos, ambos según la composición química del metal y los recubrimientos, además por la composición química y granulometría del carburo de tungsteno (ver tablas 1 y 2).

5. Electrodos y varillas de cobre y aleación a cobre, a su vez se clasifican en base a su composición química y las propiedades mecánicas.

6. Metal de aporte de bronce, (soldadura fuerte), se clasifica asimismo en función de su composición química y de las propiedades mecánicas.

7. Varillas y electrodos desnudos de aluminio y aleaciones.

8. Varillas y electrodos revestidos para soldar hierro fundido. Se clasifican de acuerdo a su composición química.

9. Metal de aporte pulverizado para soldadura aluminotérmica.

9.1. Óxido de fierro mezclado con aluminio y otros componentes

9.2. Óxido de cobre mezclado con aluminio y otros componentes

CIUDAD DE MÉXICO

A.03. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de calidad de los materiales de aporte para uniones soldadas que se emplean en los elementos estructurales de las instalaciones a cargo del Gobierno del Distrito Federal.

B. REFERENCIAS

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Electrodos de acero al carbono, para soldadura de arco metálico protegido. Especificaciones	NMX-H-077	CANACERO
Electrodos de acero de baja aleación recubiertos, para soldadura por arco eléctrico	NMX-H-086	CANACERO
Varillas, alambre y electrodos de acero al cromo y cromo níquel, resistentes a la corrosión, para usarse con metales de aporte en soldadura	NMX-H-090	CANACERO
Electrodos recubiertos, de acero inoxidable para soldadura por arco metálico con electrodo recubierto.	NMX-H-091	CANACERO
Términos y definiciones empleados en soldadura	NMX-H-093	CANACERO
Metales de aporte de acero al carbono para soldadura por arco protegido con gas	NMX-H-097	CANACERO
Metales de aporte de acero de baja aleación para soldadura por arco protegido con gas	NMX-H-098	CANACERO
Electrodos de acero al carbono para el proceso de soldadura de arco con electrodo tubular continuo	NMX-H-099	CANACERO
Varillas y electrodos recubiertas para soldar piezas coladas en hierro	NMX-H-104	CANACERO
Electrodos fundentes para soldar aceros al carbono por soldadura de arco sumergido	NMX-H-108	CANACERO
Electrodos y fundentes para soldar aceros de baja aleación por soldadura de acero sumergido	NMX-H-109	CANACERO

CIUDAD DE MÉXICO

Soldadura metálica suave	NMX-W-011	CANACERO
Latón. Soldadura	NMX-W-021	CANACERO
Electrodos de aluminio o de aleaciones de aluminio para soldar aluminio	NMX-W-055	CANACERO
Clasificación AWS de metales	4.311.00	PEMEX
Electrodos de acero dulce con revestimiento para soldadura de acero	4.311.01	PEMEX
Varillas de hierro y acero para soldadura con gas	4.311.02	PEMEX
Electrodos de aluminio y aleaciones de aluminio para soldaduras de arco	4.311.03	PEMEX
Electrodos de acero al cromo y cromo níquel resistente a la corrosión	4.311.04	PEMEX
Electrodos de acero baja aleación con revestimiento	4.311.05	PEMEX
Varillas de cobre y aleación de cobre	4.311.07	PEMEX
Metal de aporte de bronce (soldadura fuerte)	4.311.08	PEMEX
Electrodos desnudos y varillas de acero	4.311.09	PEMEX
Varillas y electrodos desnudos de aluminio y sus aleaciones	4.311.10	PEMEX
Electrodos y varillas para metalizar superficies	4.311.13	PEMEX
Varillas y electrodos revestidos para soldar fierro fundido	4.311.15	PEMEX
Electrodos desnudos de acero dulce y fundentes para soldadura de acero sumergido	4.311.17	PEMEX
Electrodo de acero dulce con núcleo fundente para soldadura de arco	4.311.20	PEMEX

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISISTOS DE CALIDAD

C.01. Físicos.- Los metales de aporte deben cumplir con las dimensiones y características mecánicas siguientes:

a. Electrodos de aluminio o sus aleaciones.

1. Resistencia a la tensión mínima de 147 MPa (1 500 kg_f /cm^2).

2. Las dimensiones deben ser las indicadas por el fabricante, con una tolerancia en diámetro de ±0,1% y en longitud en ±1,0 %.

b. Electrodos de acero al cromo o al cromo níquel.

1. Las resistencias mínimas a la tensión de acuerdo a la clasificación de los electrodos son las mostradas en la Tabla 3

TABLA 3 Resistencias mínimas a la tensión de electrodos al cromo o al cromo níquel

Clasificación AWS	Resistencia a la tensión MPa (kg_f/cm^2)	Limite de fluencia MPa (kg_f/cm^2)	Elongación en 50 mm %
2 014	186 a 482 (1 900 a 4920)	96 a 413 (985 a 4 220)	18 a 13
2 024	186 a 496 (1 900 a 5063)	76 a 392 (773 a 4 008)	20 a 13
4 556	310 a 351 (3 165 a 3586)	158 a 255 (1 617 a 2 600)	24 a 16
6 061	134 a 310 (1 265 a 3165)	55 a 275 (562 a 2 812)	25 a 12
7 075	227 a 572 (2 320 a 5836)	103 a 503 (1 054 a 5 133)	17 a 11
7 075 R	220 a 523 (2 250 a 5344)	96 a 461 (984 a 4 711)	17 a 11

2. Las dimensiones deben ser las indicadas por el fabricante con una tolerancia en diámetro hasta de -0,1% y en longitud hasta -1%.

c. Electrodos de acero dulce con revestimiento para soldadura con arco

CIUDAD DE MÉXICO

1. Las resistencias mínimas a la tensión de acuerdo a la clasificación de los electrodos son las mostradas en la Tabla 4:

TABLA 4. Resistencia mínima a la tensión de electrodos de acero dulce con revestimiento

Clasificación AWS	Resistencia a la tensión MPa (kg_f/cm^2)	Límite de fluencia MPa (kg_f/cm^2)	Elongación en 4 diámetros de longitud calibrada(%) mínima en 50 mm
E-6010	427 (4 360)	344 (3 516)	22
E-6011	427 (4 360)	344 (3 516)	22
E-6012	461 (4 710)	379 (3 867)	17
E-6013	461 (4 710)	379 (3 867)	17
E-6020	427 (4 360)	344 (3 516)	25
E-6027	427 (4 360)	344 (3 516)	25
E-7014	496 (5 063)	413 (4 219)	17
E-7015	496 (5 063)	413 (4 219)	22
E-7016	496 (5 063)	413 (4 219)	22
E-7018	496 (5 063)	413 (4 219)	22
E-7024	496 (5 063)	413 (4 219)	17
E-7028	496 (5 063)	413 (4 219)	22

En los electrodos serie E-60 excepto E-6012 y E-6013, para cada aumento del 1 % sobre el alargamiento indicado (mínimo), el límite de fluencia, la resistencia a tensión o ambas, pueden disminuir 6,86 MPa (70 kg_f/cm^2), hasta un mínimo de 413 MPa (4 220 kg_f/cm^2) en resistencia y 331 MPa (3 376 kg_f/cm^2) de fluencia para los electrodos E-6012 y E-6013 la resistencia y la fluencia pueden disminuir hasta un mínimo de 448 MPa (4 571 kg_f/cm^2) y 365 MPa (3 727 kg_f/cm^2), respectivamente.

Para los electrodos de la serie E70, por cada aumento de un punto de porcentaje en alargamiento sobre el mínimo, el límite de fluencia y la resistencia por tensión o ambas, pueden disminuir 6,86 MPa (70 kg_f/cm^2) para el mínimo de 482 MPa (4 923 kg_f/cm^2) en tensión y 400 MPa (4 079 kg_f/cm^2) en el esfuerzo de fluencia.

2. La porosidad de los electrodos debe cumplir con lo indicado en la Tabla 5, según las radiografías completas que se obtengan.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 5. Grado de porosidad de los electrodos

E 6010 E 6011 E 6013 E 6027 E 7014 E 7024 E 7028	GRADO II
E 7015 E 7016 E 7018 E 7020	GRADO I
E 6012	No sujeto a requisito

Los grados y su equivalencia en radiografía se muestran en las figuras 1 y 2.

3. Los requisitos mínimos de impacto son los mostrados en la Tabla 6

TABLA 6. Requisitos mínimos de impacto de los electrodos de acero dulce con recubrimiento

TIPO	RANURA EN V
E 6010, E 6011, E 6027	0,28 N-m (0,028 kg-m) a 266 K (-7 ºC)
E 7015, E 7016, E 7018	
E 7028	0,28 N-m (0,028 kg-m) a 255 K (-18 ºC)
E 6012, E 6013, E 6020	
E 7014, E 7024	No sujeto a requisitos

*El valor mínimo obtenido junto con el máximo, deben ser descartados. Dos de los tres valores restantes deben ser mayores que el valor especificado de 0,28 N/m (2,80 kg/m) para el nivel de energía; uno de los tres puede ser menor, pero el mínimo debe ser de 0,20 N-m (0,020 kg-m). El valor promedio calculado de los 3 valores restantes, debe ser igual o mayor que 0,28 N-m (0,028 kg-m) para el nivel de energía.

d. Electrodos de acero de baja aleación con revestimiento, para soldadura con arco.

2. De acuerdo a su clasificación, los electrodos deben tener las resistencias mínimas a la tensión, mostradas en la Tabla 7.

TABLA 7. Resistencias mínimas a la tensión de electrodos de acero de baja aleación con revestimiento

Clasificación AWS	Resistencia a la tensión MPa (kg_f/cm^2)	Límite de fluencia MPa (kg_f/cm^2)	Elongación en 50 mm de longitud calibrada mínima (%)
E 7010 X			22
E 7011 X			22
E 7015 X	483 (4 930)	393 (4 015)	25
E 7016 X			25
E 7018 X			25
E 7020 X			25
E 7027 X			25
E 8010 X			19
E 8011 X			19
E 8013 X	551 (5 630)	462 (4 720)	16
E 8015 X			19
E 8016 X			19
E 8018 X			19
E 8016 C3	551 (5 630)	468 (4 780)	
E 8018 C3		551 (5 630)	24
E 9010 X			16
E 9011 X			17
E 9013 X	621 (6 340)	531 (5 420)	14
E 9015 X			17
E 9016 X			17
E 9018 X			17
E 9018 M		538 (5 490)	
		600 (6 134)	24
E 10010 X			16
E 10011 X			16
E 10013 X	690 (7 040)	600 (6 125)	13
E 10015 X			16
E 10016 X			16
E 10018 X			16
E 10018 M		61 (6 20)	
		690 (7 040)	20
E 11015 X	759 (7 746)	600 (6 125)	
E 11016 X			15
E 11018 X			
E 11018 M		672 (6 860)	20
		759 (7 745)	
E 12015 X	828 (8 450)	738 (7 535)	
E 12016 X			14
E 12018 X			
E 12018 M		745 (7 605)	18
		828 (8 450)	

CIUDAD DE MÉXICO

NOTA:
Para los electrodos E 8018-C3, E 9018-C3, E 1018-M, E 11018-M y E 12018, los valores mostrados son requisitos para obtenerse de probetas que deben probarse en condición de soldadura, sin relevado de esfuerzos.

Las probetas probadas para los demás electrodos deben ser en condición de soldadura con relevado de esfuerzos.

La letra X sustituye a los sufijos A, A2, B1, B2, excepto los sufijos M y C3, que se indican

2. La porosidad de los electrodos deben cumplir con lo indicado en la Tabla 8, según las radiografías completas que se obtengan.

TABLA 8. Porosidad de los electrodos según radiografías

Tipo	Estándar radio-gráfico
E XX15 X E XX16 X E XX18 X E 7020 X	GRADO I
E XX10 X E XX11 X E XX13 X E XX27 X	GRADO II

Los grados y su equivalencia en radiografía se muestran al final del capítulo, en las figuras 1 y 2

CIUDAD DE MÉXICO

e. Electrodos desnudos de acero dulce y fundentes, para soldadura de arco sumergido.

1. Las dimensiones de estos electrodos deben cumplir con lo indicado en la Norma 4.311.17 de PEMEX, citada en la cláusula B de referencias.

2. El acabado debe ser liso, libre de esquirlas, ondulaciones, arrugas, escamas, raspaduras o golpes.

f. Electrodos de acero dulce para soldadura de arco metálico, protegido con gas.

1. Este tipo de electrodo debe cumplir con los requisitos mecánicos indicados en la Tabla 9

TABLA 9. Requisitos mecánicos de los electrodos de acero dulce para soldadura de arco metálico, protegido con gas

Clasificación AWS	Gas protector (I)	Polaridad (II)	Resistencia a la tensión MPa (kg_f/cm^2) Min. (III)	Límite de fluencia MPa (kg_f/cm^2) (III)	Elongación en un mínimo de 50 mm de longitud calibrada
Grupo A. electrodos de acero dulce					
E 70S-1	AO	Invertida	497 (5 070) (IV)	414 (4 225) (IV)	22 (IV)
E 70S-4 E 70S-3	AO y CO				
E 70S-4 E 70S-5 E 70S-6	CO				
E 70S-G	No se especifica	No se especifica			
Grupo B. Electrodos de acero de baja aleación.					
E 70S-1B	CO	Invertida	497 (5 070) (IV)	414 (4 225) (IV)	17 (IV)
E 70S-GB	No se especifica	No se especifica	497 (5 070) (IV)	414 (4 225) (IV)	22 (IV)
Grupo C. Electrodos de emisión					
E 70U-1	AO y AO	Directa	497 (5 070)	414 (4 225)	22

NOTAS:

I. Los gases de protección se indican con:

AO Argón más Oxígeno entre 1 y 5%

CO_2 Bióxido de carbono

A Argón

Donde se anotan como intercambiables dos tipos de gases (AO y CO_2 ó AO y A) para clasificar un electrodo especifico, las pruebas de clasificación pueden realizarse usando uno u otro tipo de gas.

II Polaridad invertida significa que el electrodo es positivo.
Polaridad directa significa que el electrodo es negativo.

III. Estas propiedades tal como se determinan en la prueba de tensión de puro metal de soldadura.

IV. Por cada 1% de elongación adicional sobre el mínimo especificado, la resistencia a tensión, el límite de fluencia o ambos pueden disminuir 6,86 MPa (70 kg_f/cm^2), hasta un mínimo de 483 MPa (4 930 kg_f/cm^2) para la resistencia a tensión y 400 MPa (4 085 kg_f/cm^2) para el límite de fluencia.

CIUDAD DE MÉXICO

2. Si se trata de electrodos enrollados en carrete de 30 cm (12”) de diámetro, o más deben cumplir con lo señalado en la Tabla 10:

TABLA 10. Electrodos enrollados en carrete

Diámetro del electrodo en milímetros	Resistencia a la tensión MPa (kg_f/cm^2)
0,76 0,90 1,00 1,14	966 (9 860 mínima)
1,60 1,98	862 (8 803 mínima)
2,36 3,17	552 a 1 172 (5 634 a 11 972)

NOTA:
Los electrodos con diámetro menor a 0,75 mm no se sujetan a los límites de resistencia especificados.

3. Los estándares de porosidad para las pruebas radiográficas deben cumplir con lo indicado en las figuras 1 y 2.

4. Los electrodos de acero dulce para soldadura de arco metálico, protegido con gas, deben cumplir con los requisitos de impacto señalados en la Tabla 11.

TABLA 11. Requisitos de impacto de los electrodos de acero dulce para soldadura de arco metálico, protegido con gas

Clasificación	Impacto para ranuras en V
E 70S-2 E 70S-6 E 70S-1B E 70U-1	0,28 N-m (2,73 kg-m) a 203 K (-70 º C)
E 70S-3	0,28 N-m (2,73 kg-m) a 255 K (-18 º C)
E 70S-1, E 70S-4	Ninguno requerido
E 70S-5, E 70S-C	
E 70S-GB	

NOTA:
Deben obtenerse cinco valores para otras tantas pruebas de las cuales se deben eliminar los dos valores extremos (el más alto y el más bajo) y de los tres valores restantes, por lo menos dos deben tener valor mayor al especificado y el tercero puede ser más bajo pero no más alto que

CIUDAD DE MÉXICO

0,21 N-m (2,05 kg-m), en promedio. Los tres valores en cuestión deben ser igual o mayores que 0,28 N-m (2,73 kg-m).

5. Las dimensiones deben cumplir con lo indicado en la Norma 4.311.18 de PEMEX, citada en la cláusula B de Referencias.

6. El acabado de los electrodos debe ser liso y libre de depósitos, marcas, hendiduras o esquirlas que afecten las propiedades de la soldadura, su revenido debe ser en tal forma que permita la alimentación libre e ininterrumpida a los equipos de soldadura.

g. Electrodos de acero:

1. Estos electrodos deben cumplir como metal soldado, con los requisitos mecánicos indicados en la Tabla 12

TABLA 12. Requisitos mecánicos de los electrodos de acero

Clasificación AWS	Gas de protección	Polaridad	Resistencia de fluencia mínima MPa (kg_f/cm^2)	Resistencia de fluencia mínima MPa (kg_f/cm^2)	Elongación mínima de 50 mm en %
E 60T-7	Ninguno	Directa	462 (4 720)	379 (3 870)	22
E 60T-8	Ninguno	Invertida	428 (4 366)	345 (3 520)	22
E 70T-1	CO	Invertida	497 (5 070)	414 (4 225)	22
E 70T-2	CO	Invertida	497 (5 070)	Ninguna	- -
E 70T-3	Ninguno	Invertida	497 (5 070)	Ninguna	- -
E 70T-4	Ninguno	Invertida	497 (5 070)	414 (4 225)	22
E 70T-5	CO	Invertida	497 (5 070)	414 (4 225)	22
	Ninguno	Invertida	497 (5 070)	414 (4 225)	22
E 70T-6	Ninguno	Invertida	497 (5 070)	Ninguna	- -
E 70T-G	No especificado	No especificado	497 (5 070)	414 (4 225)	22

NOTA:
Por cada 1% de elongación adicional sobre el mínimo, la resistencia de tensión, el límite de fluencia o ambos, pueden disminuir 6,86 MPa (70 (kg_f/cm^2) hasta una reducción máxima de 14 MPa (140 kg_f/cm^2) en cualquiera de ellas.

La preparación de los cojincillos y ensambles de prueba debe realizarse con la aplicación de bióxido de carbono o sin usar gas de protección, de acuerdo a la clasificación del electrodo que se trate.

CIUDAD DE MÉXICO

2. Los estándares de porosidad para pruebas radiográficas deben cumplir con los grados indicados en las figuras 1 y 2.

3. Los resultados en las pruebas de impacto en electrodos de acero deben cumplir con lo indicado en la Tabla 13:

TABLA 13. Resistencia a las pruebas de impacto de electrodos de acero

Clasificación	Requisito mínimo de impacto en ranuras en V
E 70T-5	0,28 N-m (2,73 kg-m) a (-7 º C)
E 60T-8	0,28 N-m (2,73 kg-m) a (-18º C)
E 70T-1	
E 70T-6	
E 70T-7	Sin requisito
E 70T-2	
E 70T-3	
E 70T-4	
E 70T-G	

NOTAS:

Deben obtenerse cinco valores para otras tantas pruebas, de las cuales se deben eliminar los dos valores extremos (el más alto y el más bajo) y de los tres valores restantes por lo menos dos deben tener valor mayor al especificado de 0,28 N-m (2,73 kg-m), el tercero puede ser más bajo pero no menor que 0,21 N-m (2,05 kg-m), pero el promedio de estos tres debe ser igual o mayor de 0,28 N-m (2,73 kg-m).

CIUDAD DE MÉXICO

4.-Las dimensiones de los electrodos de acero deben ser las nominales indicadas en la Tabla 14

TABLA 14. Dimensiones de electrodos de acero

Clasificación	Tipo de empaque	Diámetro de electrodo (mm)
E 60T-7 E 60T-8 E 70T-1 E 70T-2	CS, S, D	1,6
E 70T-3	C, CS, C, D	2,00
E 70T-4		2,39
E 70T-5		2,77
E 70T-6		3,18
E 70T-G		4,00

Abreviaturas:

C=	Rollo sin soporte	S=	Carrete
CS=	Rollo con soporte	D=	Tambor

5. El acabado de los electrodos debe ser liso, libre de tiras, de presiones, raspaduras, costuras o depósitos extraños que afecten las propiedades de la soldadura; su templado, moldeado y hélice deben ser tales que proporcionen una alimentación uniforme e ininterrumpida a los equipos de soldar.

6. Los rollos con o sin soporte, carretes y tambores con su enrollado, deben cumplir con lo indicado en las normas 4.311.20 de PEMEX, citada en la cláusula B de Referencias.

7. El núcleo de los electrodos debe estar constituido por ingredientes homogéneos a lo largo del mismo, de manera que no se afecte el funcionamiento de los electrodos ni las propiedades del metal de soldadura depositada.

h. Electrodos y varillas para letalización compuesta.

1. Las dimensiones de electrodos revestidos, núcleo expuesto, como son diámetros y longitudes, deben cumplir con lo indicado en la Norma 4.311.21 de PEMEX, citada en la cláusula B de Referencias.

2. El acabado de las varillas compuestas y electrodos desnudos deben estar libres de segregación, óxidos, astillas, depresiones, depósitos, costuras, cascarillas y cualquier irregularidad que altere su comportamiento.

i. Electrodos y varillas de cobre y aleación de cobre.

1. La resistencia mínima a la tensión y la dureza de los electrodos deben cumplir con los siguientes valores:

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 15. Resistencia mínima a la tensión y dureza de los electrodos de cobre y aleación de cobre

Clasificación AWS	Resistencia de tensión MPa (kg_f/cm^2)	Dureza Brinell
E Cu	172 (1 758)	25 a 40 Rockwell F
E Cu Si	325 (3 315)	80 a 100 (500 kg de carga)
E Cu Sn-A	241 (2 460)	70 a 85 (500 kg de carga)
E Cu Sn-C	275 (2 812)	85 a 100 (500 kg de carga)
E Cu Ni	344 (3 515)	60 a 80 (500 kg de carga)
E Cu Al-A1	379 (3 866)	100 a 158 (3 000 kg de carga)
E Cu Al-A2	413 (4 218)	150 a 170 (3 000 kg de carga)
E Cu Al-A2	413 (4 218)	130 a 150 (3 000 kg de carga)
E Cu Al-B	448 (4 570)	140 a 180 (3 000 kg de carga)

NOTA:

Los valores de dureza son promedios para el cojincillo soldado hecho con el electrodo especificado, mediante el proceso:

* Arco metálico con gas.
** Manual de arco metálico protegido.

2. Las dimensiones del núcleo de alambre y revestimiento, núcleo expuesto del electrodo revestido así como longitudes y diámetros, están indicados en la Norma 4.311.06 de PEMEX, citada en la cláusula B de Referencias.

3. Respecto a las varillas de cobre y aleación de cobre los requisitos de resistencia mínima a la tensión y de dureza, son los siguientes:

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 16. Resistencias mínimas a la tensión de varillas de cobre y aleación de cobre

Clasificación AWS	Resistencia de tensión MPa (kg_f/cm^2)		
	Placa base de		Procesos aplicables
	Aleación de cobre	Acero	
R Cu	172 (1 758)	- - - -	OAW, GTAW
R Cu Si A	344 (3 515)	- - - -	OAW, GTAW
R Cu Sn A	241 (2 460)	- - - -	OAW
R Cu Ni	344 (3 515)	- - - -	OAW, GTAW
R B Cu Zn-A	344 (3 515)	275 (2 812)	OAW
R Cu Zu-B	386 (3 937)	344 (3 515)	OAW
R Cu Zn-C	386 (3 937)	344 (3 515)	OAW
R B Cu Zn-D	- - - -	413 (4 218)	OAW
R Cu Al-A2	465 (4 750)	- - - -	GTAW
R Cu Al-B	482 (4 920)	- - - -	GTAW

4. Los tamaños estándar de las varillas son los señalados en la Norma 4.311.07 de PEMEX, citada en la cláusula B de Referencias.

j. El metal de aporte de bronce (soldadura fuerte) debe cumplir con lo especificado en la norma 3.311.08 de PEMEX. Los límites de temperatura para soldadura fuerte, sólidos y líquidos son los siguientes.

TABLA 17. Límites de temperatura para soldadura fuerte

Clasificación AWS	Sólidos * K ºC	Líquidos ** K ºC	Límites de temperatura para soldadura fuerte K ºC
Aluminio Silicio			
B-Al Si-2	850 (577)	875 (602)	872 a 894 (599 a 621)
B-Al Si-3	794 (521)	858 (585)	844 a 877 (571 a 604)
B-Al Si-4	850 (577)	855 (582)	855 a 877 (582 a 604)
B-Al Si-5	850 (577)	863 (590)	858 a 877 (585 a 604)
Cobre fósforo			
B-Cu P-1	983 (710)	1 197 (924)	1 061 a 1 200 (788 a 927)
B-Cu P-2	983 (710)	1 066 (793)	1 005 a 1 116 (732 a 843)
B-Cu P-3	916 (643)	1 080 (807)	977 a 1 089 (704 a 816)
B-Cu P-4	916 (643)	998 (725)	977 a 1 061 (704 a 788)
B-Cu P-5	916 (643)	1 075 (802)	977 a 1 089 (704 a 816)
Cobre y cobre-zinc			
B-Cu-1	1 355 (1 082)	1 353 (1 082)	1 366 a 1 422 (1 093 a 1149)
B-Cu-1a	1 355 (1 082)	1 353 (1 082)	1 366 a 1 422 (1 093 a 1149)
B-Cu-2	1 355 (1 082)	1 353 (1 082)	1 366 a 1 422 (1 093 a 1149)
R B Cu Zn A	1 161 (888)	1 172 (899)	1 183 a 1 227 (910 a 954)
R B Cu Zn D	1 194 (921)	1 208 (935)	1 211 a 1 260 (938 a 987)

CIUDAD DE MÉXICO

* Temperatura a la que en el metal sólido principia la fusión de un proceso de calentamiento.

** Temperatura la que en el metal líquido principia la solidificación en un proceso de enfriamiento

k. Varillas y electrodos desnudos de aluminio y aleaciones.

1. Las dimensiones estándar son las que señalan las Normas 4.311.03 y 4.311.10 de PEMEX, mencionadas en la cláusula B de Referencias

2. Los requisitos de resistencia a la tensión de los electrodos de aluminio y aleaciones para soldadura de arco son los siguientes.

TABLA 18. Requisitos de resistencia a la tensión de varillas y electrodos desnudos de aluminio y aleaciones.

Clasificación AWS	Resistencia a la tensión MPa (kg_f/cm^2)
E 1 100	83 (844)
E 3 003	96 (984)
E 4 043	96 (984)

l. Varillas y electrodos revestidos para soldar piezas de hierro fundido. Los tamaños y longitudes estándar son los que señalan la Norma 4.311.15 de PEMEX, mencionada en la cláusula B de Referencias.

m. Los óxidos de fierro o de cobre para soldaduras aluminotérmicas deben estar mezclados íntima y homogéneamente con los elementos químicos que le proporcionen al metal, las características de resistencia y dureza que se requieren para el tipo de soldadura proyectado o que indique el representante del Gobierno del Distrito Federal.

La cantidad de aluminio debe ser la necesaria para que la reacción química exotérmica se efectúe con la totalidad del óxido metálico de la carga.

Para su aplicación, se debe presentar en cargas o paquetes conteniendo la cantidad requerida por soldadura individual y su respectivo polvo de ignición; el 100 % del metal de aporte debe pasar por la malla 0,710 (No.25).

CIUDAD DE MÉXICO

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. El número de muestras para la verificación de dimensiones será de un electrodo o varilla por cada lote de 100 kg o fracción, o bien medir el diámetro del metal, en tres secciones elegidas al azar por cada rollo, carrete o tambor.

D.02. Para las pruebas de resistencia, elongación e impacto se debe elegir una pieza por cada 1 000 kg o fracción o un espécimen por cada 25 rollos del metal de igual diámetro.

D.03. El metal de aporte para soldadura aluminotérmica debe sujetarse a las pruebas de resistencia mecánicas y dureza que determine el proyecto o el representante del Gobierno del Distrito Federal, debiéndose elegir una carga por cada lote de 200 kg o fracción.

D.04. Los diferentes tipos de pruebas, métodos de prueba, procedimientos y equipo para muestreo de las diferentes clases de materiales de aporte señalados en este capítulo, deben efectuarse de acuerdo a las Normas correspondientes indicadas en la cláusula B de Referencias.

Los lotes se deben formar para cada dimensión y tipo del metal de aporte.

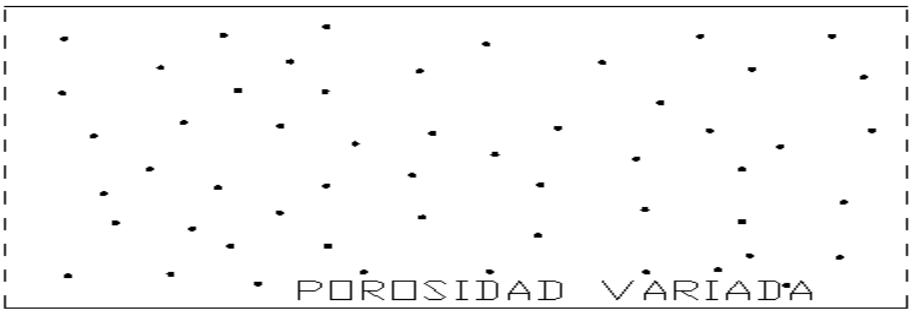
D.05. En la Figura 3 se muestra la forma de extraer el espécimen longitudinal para la prueba de tensión de la soldadura de metal puro.

CIUDAD DE MEXICO

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Para ser aceptados los diferentes tipos de metal de aporte para uniones soldadas que se indican en este capítulo, deben cumplir con los requisitos establecidos en las normas respectivas señaladas en cláusula B de Referencias y las condiciones que aquí se establecen.

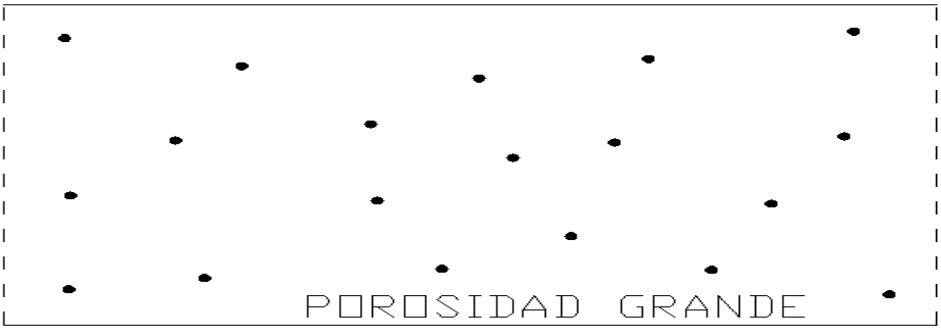
ESTÁNDARES DE POROSIDAD PARA PRUEBAS RADIOGRÁFICAS



GRADO 1

Tamaño de los poros 1/64” a 1/16” de diámetro

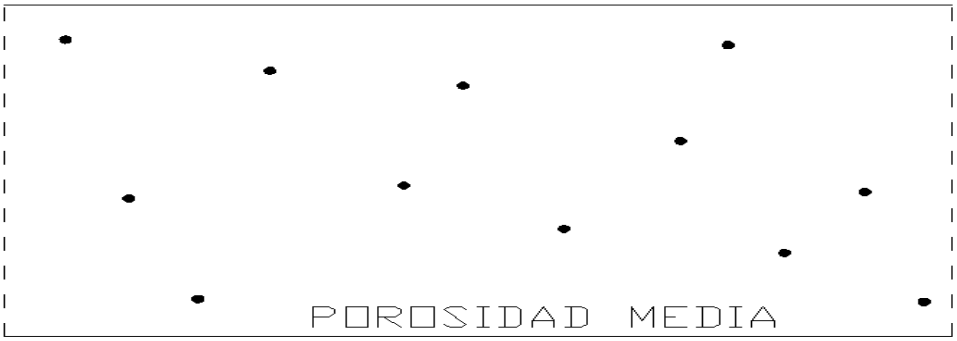
* Máximo número de poros en 6” de soldadura = 18 con las restricciones siguientes:
* Máximo número de grandes = 3 de 3/64” a 1/16” de diámetro.
* Máximo numero de medianos = 5 de 1/31” a 3/64” de diámetro.
* Máximo número de finos = 10 de 1/64” a 1/32” de diámetro.



GRADO 1

Tamaño de los poros 3/64” a 1/16” de diámetro

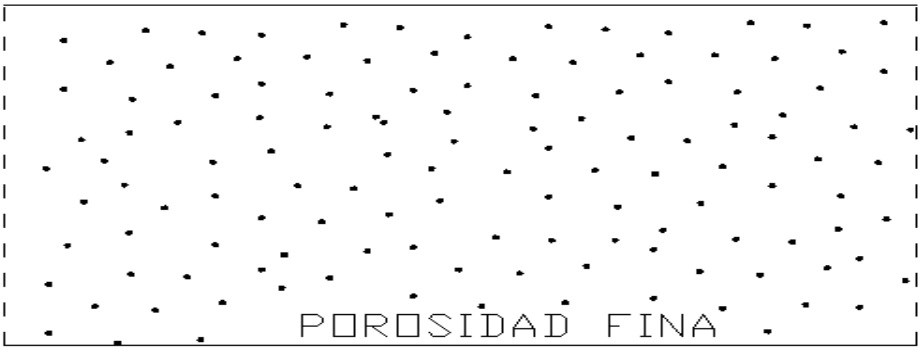
* Máximo número de poros en 6” de soldadura = 8



GRADO 1

Tamaño de los poros 1/32” a 3/64” de diámetro.

- Máximo número de poros en 6” de soldadura = 15.



Tamaño de los poros 1/64” a 1/32” de diámetro.

- Máximo número de poros en 6” de soldadura = 30

GRADO 1

Tamaño de los poros 1/64” a 5/64” de diámetro.

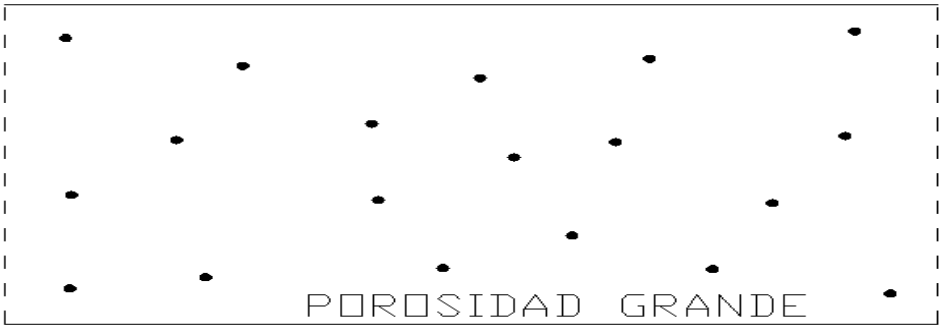
CONTINÚA

Número máximo de poros en 6” de soldadura = 27 con las restricciones siguientes:

* Máximo número de grandes = 3 de 1/16” a 5/64” de diámetro
* Máximo número de medianos = 8 de 1/16” a 3/64” de diámetro
* Máximo número de finos= 16 de 1/64” a 3/64” de diámetro

FIGURA 1 (CONCLUYE)

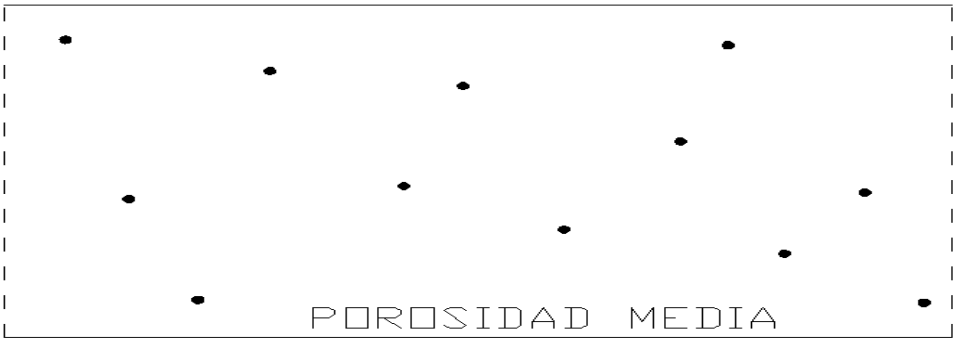
ESTÁNDARES DE POROSIDAD PARA PRUEBAS RADIOGRÁFICAS



GRADO 2

Tamaño de los poros 1/16” a 5/64” de diámetro.

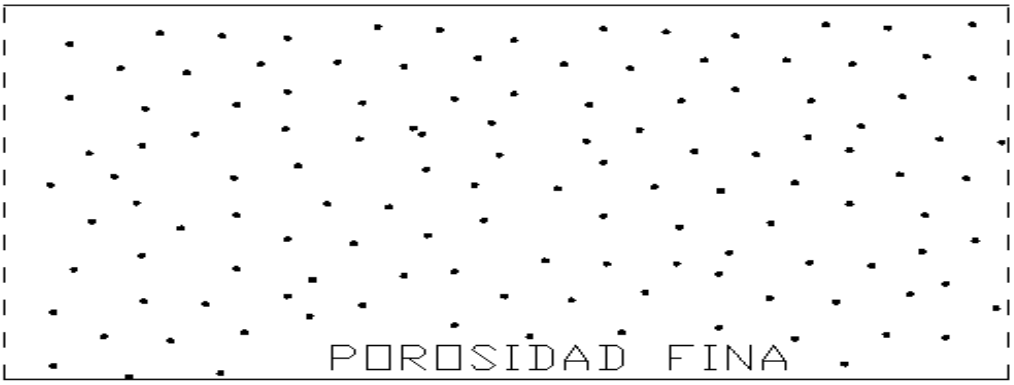
* Máximo número de poros en 6” de soldadura =14



GRADO 2

Tamaño de los poros 3/64” a 1/16” de diámetro.

* Máximo número de poros en 6” de soldadura = 22



GRADO 2

Tamaño de los poros 1/64” a 3/64” de diámetro

* Máximo número de poros en 6” de soldadura = 44

FIGURA 2

NOTAS DE LA FIGURA 2

NOTAS:

* En la aplicación de los estándares de porosidad, se debe usar esta gráfica casi representativa del tamaño de la porosidad de la probeta de pruebas radiográficas y definir la concordancia de estos estándares.

* Como estas pruebas de soldadura se hacen específicamente en laboratorios con propósitos de clasificación, los requisitos son más rígidos que para pruebas de soldadura en fabricación general.

NOTAS:

1.- El largo de la plancha será 100 mm
2.- Las acotaciones están en milímetros
3.- e = espesor de la plancha (9,53 mm)
4.- a = ancho de la plancha (100 mm)

CIUDAD DE MÉXICO

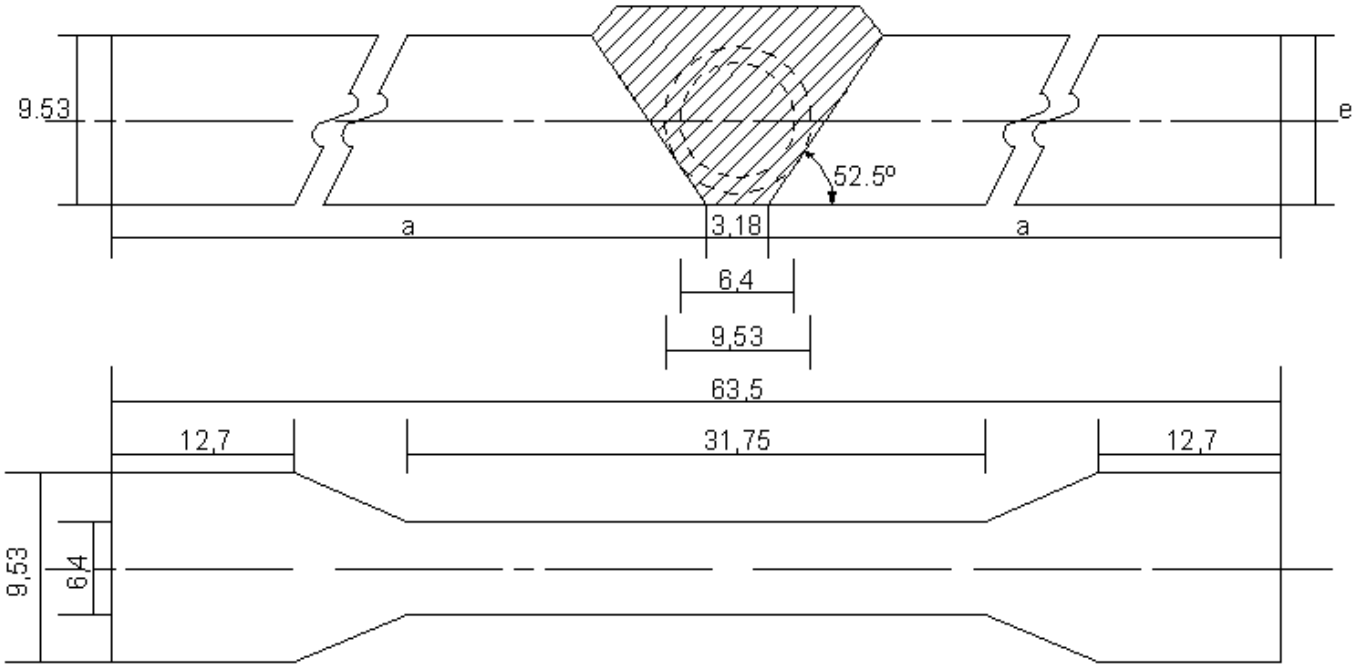


FIGURA 3.- Forma de obtener el espécimen longitudinal para la prueba de tensión de la soldadura metal puro.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPÍTULO 018 AGUA PARA MEZCLAS

A. DEFINICIÓN

A.01. Líquido empleado en la elaboración de concretos, mezclas, lavado de agregados, curado de concretos, compactación de suelos y riego, el cual debe ser limpio, libre de cantidades nocivas de aceites, ácidos, álcalis, sales y en general de materiales que puedan perjudicar la mezcla en que se use el agua.

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Agua para Mezclas y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Agua para concreto	NOM-C-122	SECOFIN
Análisis del agua	NOM-C-283	SECOFIN
Agua de mezclado	4.137.04	PEMEX
Generalidades	4.01.001.01	D.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Químicos y físicos.- Los compuestos contenidos no deberán exceder de las cantidades indicadas a continuación:

a. Agua usada para elaborar concreto y mezclas.

Sulfatos (convertidos a Na_2SO_4,)	300 ppm
Cloruros (convertidos a NaCl	300 ppm
Magnesio (como MgO)	150 ppm
Materia orgánica (Oxígeno consumido en medio ácido)	10 ppm
Sólidos totales en solución	1500 ppm
Sólidos totales en suspensión	2000 ppm
Turbiedad	1500 ppm
pH no menor de	7

b. Agua usada para curado de concreto y lavado de agregados

Sulfatos (convertidos a Na_2SO_4.)	1500 ppm
Cloruros (convertidos a NaCI)	2000 ppm

c. Agua usada para riego
Deberá cumplir con lo siguiente:

Sulfatos (convertidos a Na_2SO_4.)	400 ppm
Cloruros (convertidos a NaCI)	500 ppm
pH no menor de	7

d. Agua usada para compactación

No deberá proceder de sitio estanco, debiendo ser inodora y libre de sólidos orgánicos en suspensión, visibles a simple vista.

C.02. Almacenamiento y manejo.

Si no se dispone de agua corriente en la cantidad suficiente según los requerimientos, deberá almacenarse en un recipiente con capacidad suficiente para contener por lo menos la cantidad total requerida en un día de trabajo.

Los recipientes deben ser de material no oxidable y cerrado, para evitar contaminación.

El agua que habiendo cumplido los requisitos prescritos, permanezca almacenada por período mayor a 8 días, no se aceptará para fabricación de concreto o mezcla y para los demás casos deberá analizarse para verificar su estado. Cuando éste haya sido el caso para uso del agua en elaboración de concreto o mezcla, el agua de los recipientes se tirará y antes de colocar nuevamente el agua, se limpiarán aquellos. Si en el agua almacenada se observa tendencia a la formación de vegetación acuática, el período se reducirá de 8 a menos días según esa tendencia, debiendo renovarse de inmediato a la observación de ellos.

CIUDAD DE MÉXICO

C.03. Resultados previos esperados.

Los tiempos de fraguado y resistencia a compresión en briquetas (cubos) de mezcla hechos con agua destilada y con el agua a utilizar en concreto o mezcla, no deberá diferir entre sí en más de:

Fraguado Gillmore inicial o final + 60 min.
Resistencia a compresión 7 ó 28 días + 10%.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. La cantidad de tomas de agua en una fuente posible de uso para conformar una muestra, el número de éstas y la forma de extraerlas de la fuente, se hará de acuerdo con lo establecido en la norma 4.137.04 A y B de PEMEX tomando en cuenta que la mínima cantidad debe ser de 2 litros.

D.02. Las pruebas y sus procedimientos a realizar sobre el agua para verificar propiedades, deberán efectuarse según lo indicado en las Normas NOM-C-283 de SECOFIN y 4.137.04 de PEMEX.

D.03. El tiempo que puede transcurrir entre la toma de muestras y su análisis, deber ser tal que el análisis se realice lo más pronto posible. Los intervalos siguientes son de orientación y pueden reducirse según las condiciones existentes en cada caso y según la calidad del agua.

Tipo de agua	Tiempo máximo
Agua no contaminada	72 horas
Agua relativamente pura	48 horas
Agua contaminada	12 horas

E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. En caso de que al agua sujeta a verificación de calidad no satisfaga los requisitos de las pruebas comparativas de resistencia a la compresión (inciso C.03), se podrá aceptar siempre y cuando mediante ajustes al proporcionamiento en el concreto hechos con el agua en estudio, se iguale o se obtenga como mínimo un 90% de la resistencia lograda en el mismo concreto o mezcla, elaborado con agua destilada; la verificación en el proporcionamiento no deberá modificar las propiedades del concreto (módulo de elasticidad, coeficiente de contratación por secado).

E.02. Si el agua no cumple con las características de calidad señalada, deberá dársele el tratamiento apropiado para que las satisfaga.

Si aún así no se presentan resultados favorables, se desechará.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPÍTULO 019 MADERA ESTRUCTURAL ASERRADA

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Es el producto proveniente del tronco de los árboles cuyas propiedades mecánicas y de resistencia son tales que sirven para resistir las cargas a que estará sometida en el momento de usarse bajo ciertos propósitos. Podrá usarse por lo tanto en la fabricación de moldes y obras falsas para el colado de concretos y en general donde se requiera que los elementos formados con la madera se constituyan en piezas estructurales.

A.02. La madera estructural de coníferas se clasifica según sus características mecánicas de resistencia en calidades A, B y C.

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Madera Estructural Aserrada y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Nomenclatura para las definiciones de términos empleados con relación a la madera escuadrada	NOM-C-017	SECOFIN
Tabla y tablones de ocote	NOM-C-018	SECOFIN
Dimensiones de la madera aserrada para su uso en la construcción	NOM-C-224	SECOFIN
Calificación y clasificación para madera de pino en usos estructurales.	NOM-C-239	SECOFIN
Madera preservada a presión, clasificación y requisitos	NOM-C-322	SECOFIN

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Método primario para ensaye de probetas pequeñas de madera sana	IX-3º-14.2	S.C.T.
Método secundario para ensaye de probeta pequeñas de madera	IX-3º-14.3	S.C.T.
Métodos de prueba para madera estructural	IX-3º-14.4	S.C.T.
Generalidades	4.01.001.01	D.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Físicos

a. este tipo de madera deberá estar exenta de daños por ataques biológicos como putrefacción, acción de hongos e insectos, que disminuya su resistencia.

b. No se aceptaran aquellas piezas cuyo peso volumétrico sea inferior a 300 kg/m^3.

c. Toda pieza de madera deberá cumplir con las especificaciones de la tabla 1.

d. En la figura 1 se indican las zonas en que se divide un elemento estructural de madera sometido a flexión para la clasificación y ubicación de defectos.

e. La ubicación y dimensiones máximas tolerables de nudos y agujeros que provengan de estos o de otras causas, se indican en la tabla 2. En caso de existir rebajas en las piezas, se removerá la corteza y la sección efectiva se medirá donde el rebajo tenga la mayor profundidad.

f. Las dimensiones normales de las piezas de madera estructural aserrada, se indican en la tabla 3, pudiendo ser diferentes cuando el proyecto y/o el Departamento así lo determinen.

g. Las rajaduras anulares en polines, tablones, vigas y largueros, deberán medirse en los extremos de la pieza. Solamente se tendrán en cuenta aquellas rajaduras que queden en los dos cuartos centrales del peralte de las piezas. Se entiende por tamaño de rajaduras anular, la distancia entre las líneas que la limitan paralelamente a las cargas mayores de la pieza. El tamaño permisible será determinado en función de la caja menor de la pieza.

CIUDAD DE MEXICO

h. El tamaño de una rajadura anular en columnas o postes de sección rectangular, es la dimensión mayor del menor rectángulo que contenga a la rajadura anular y que tenga sus lados paralelos a las aristas de la sección extrema de la pieza.

i. El tamaño de las hendiduras y rajaduras radiales en columna y postes, dentro de tres (3) veces el ancho de la pieza a partir de cualquier extremo, será su área estimada a lo largo de la sección longitudinal dividida entre tres (3) veces el ancho de la pieza.

TABLA 1. Características admisibles de la madera estructural.

Tipo de efecto	Calidad A	Calidad B	Calidad C
Velocidad de crecimiento máximo	16 anillos/5 cm	12 anillos/5 cm	8 anillos/5 cm
Fisuras o grietas profundas máximas	1/4 del espesor	3/4 del espesor	1/2 del espesor
Inclinación de la fibra, no mayor de	1 en 4	1 en 11	1 en 8
Aristas faltantes o gema no mayor de	1/8 de cualquier superficie	1/8 de cualquier superficie	1/4 de cualquier superficie
Bolsas de resina de menos de 3mm de ancho, profundidad máxima de	1/4 del espesor	1/3 del espesor	1/2 del espesor

FIGURA 1

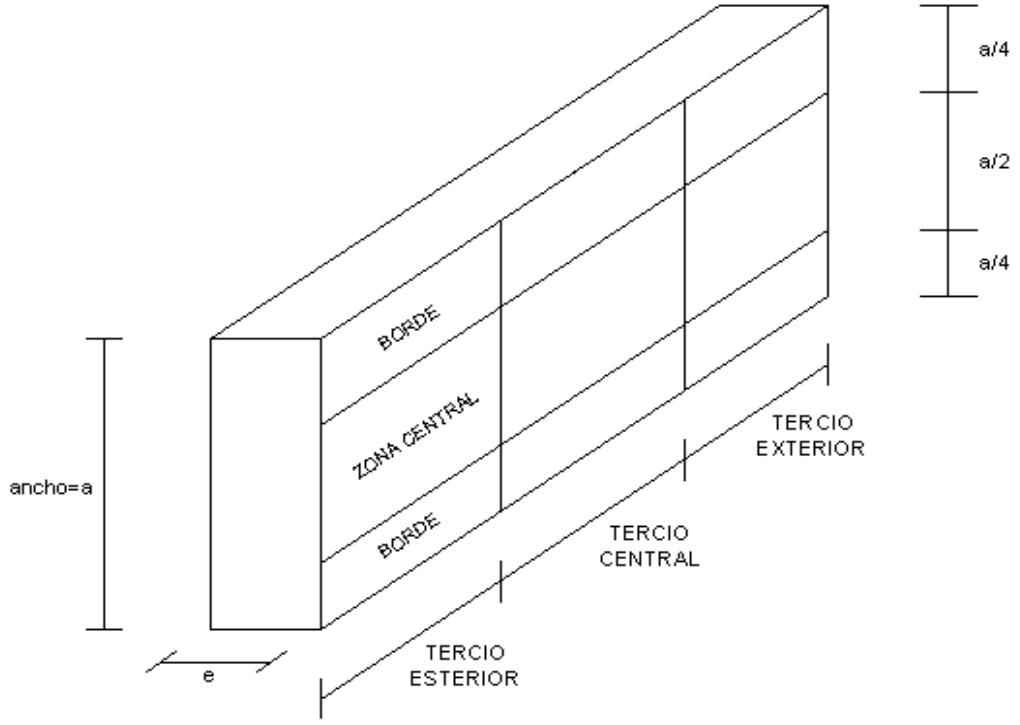


TABLA 2.- DIMENSIONES TOLERABLES DE NUDOS

ANCHO NOMINAL DE LA SUPERFICIE DE LA PIEZA		CALIDAD A			CALIDAD B			CALIDAD C		
		NUDOS EN EL CANTO DENTRO DEL TERCIO MEDIO DE UN MIEMBRO EN FLEXIÓN	NUDOS EN LA ZONA CENTRAL DE UN MIEMBRO EN FLEXIÓN O EN CUALQUIER SUPERFICIE DE UN MIEMBRO EN TENSIÓN	NUDOS EN LAS ARISTAS DE UN MIEMBRO EN FLEXIÓN O EN CUALQUIER SUPERFICIE DE UN MIEMBRO EN TENSIÓN	NUDOS EN EL CANTO DENTRO DEL TERCIO MEDIO DE UN MIEMBRO EN FLEXIÓN	NUDOS EN LA ZONA CENTRAL DE UN MIEMBRO EN FLEXIÓN O EN CUALQUIER SUPERFICIE DE UN MIEMBRO EN TENSIÓN	NUDOS EN LAS ARISTAS DE UN MIEMBRO EN FLEXIÓN O EN CUALQUIER SUPERFICIE DE UN MIEMBRO EN TENSIÓN	NUDOS EN EL CANTO DENTRO DEL TERCIO MEDIO DE UN MIEMBRO EN FLEXIÓN	NUDOS EN LA ZONA CENTRAL DE UN MIEMBRO EN FLEXIÓN O EN CUALQUIER SUPERFICIE DE UN MIEMBRO EN COMPRESION	NUDOS EN LAS ARISTAS DE UN MIEMBRO EN FLEXIÓN O EN CUALQUIER SUPERFICIE DE UN MIEMBRO EN TENSIÓN
Pulg.	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1	25	6	6	- -	10	10	3	13	13	6
1 1/2	38	10	10	- -	13	13	6	19	16	10
2	51	13	13	3	19	19	10	25	22	13
2 1/2	64	16	16	6	22	22	13	32	29	19
3	76	19	19	10	29	25	16	38	32	22
4	102	25	25	13	38	35	19	51	44	29
5	127	32	32	16	48	44	25	64	57	38
6	152	38	38	19	57	51	29	76	61	44
7	178	41	44	22	60	60	32	83	76	50
8	203	44	51	29	67	67	38	89	86	60
9	229	48	54	32	70	73	44	92	92	67
10	254	51	60	35	73	79	51	98	102	76
11	289	56	64	38	76	86	54	102	108	83
12	305	64	70	41	79	92	60	108	114	89

No se permite la presencia de dos o más nudos de dimensión máxima en un mismo tramo de 305 mm. Para miembros sujetos a flexión, de un solo claro, las dimensiones de nudos que aparecen en la tabla pueden aumentarse cuando estos se localicen en los tercios exteriores de la pieza; estas dimensiones podrán aumentarse proporcionalmente hacia los extremos hasta valores 25 por ciento mayores de los que aparecen en la tabla.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 3.

Dimensiones de madera estructural			
Concepto	Polines y tablones	Vigas y largueros	Columnas y postes
Espesor nominal en mm	25 a 102	51 y mayor	127 y mayor
Ancho nominal en mm	102 y mayor	102 y mayor	127 y mayor
Longitud nominal en cm	Múltiplos de 60	Múltiplos de 60	Múltiplos de 60

j. Cuando la importancia de la estructura lo amerite, los esfuerzos admisibles para el proyecto se determinarán según las pruebas de resistencia mecánica que se ejecuten en probetas representativas conforme a lo descrito en el cuadro de referencia de la cláusula "B".

C.02. Manejo y almacenamiento.- Para embarque y entrega de este tipo de piezas de madera, se separarán conforme a la clase uso, tipo y dimensiones, debiéndose colocar en superficie plana horizontal y en columna rigurosa (pieza sobre pieza) para evitar torceduras.

Para la inspección y muestra, la madera se colocará formando atriles con dimensiones adecuadas para permitir el acceso, sea en el lugar de embarque o de destino.

C.03. Albura de verano.- Las piezas de madera aserrada tendrán 1/3 o más albura de verano, que es la porción más oscura y dura del anillo anual sobre una porción de 7.5 cm de una línea radial situada tal como se describe en D.03.c.

CIUDAD DE MÉXICO

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. Para verificar las propiedades se elegirá una pieza de cada 20 para pruebas no destructivas y una pieza de cada 100 para las destructivas, por clase y dimensión de madera, excepción hecha de la inspección visual de cargas, que podrán ser todas.

D.02. La elección de las piezas se hará al azar de cada lote para uso.

D.03. Las pruebas para determinar las características de las piezas se efectuarán conforme a lo indicado en las normas de referencia en la cláusula B; teniendo en cuenta particularmente lo siguiente:

a. La inclinación de las fibras se determinará en una distancia suficientemente grande, para encontrar un valor general, sin tomar en cuenta las desviaciones cortas o locales.

b. La velocidad de crecimiento se determinará en una línea radial que sea representativa del crecimiento promedio de una sección transversal; cuando la línea radial escogida no se considere, tanto como cuanto se considere necesario para presentar un promedio razonable.

   Sin embargo, la distancia de la médula al principio de la porción de 7.5 cm, sobre la que se cuentan los anillos, no se modificará. En caso de duda, se tomarán dos líneas radiales y el número de anillos y porcentaje de albura de verano será el promedio de estas líneas.

c. Se considerará con tamaño de una fisura o grieta, la máxima profundidad de ésta, medida con un alambre de 0.0125 cm de diámetro. Para elementos que vayan a trabajar a compresión se permitirán incrementar los valores dados en la tabla 1 hasta en 50%.

E. BASE DE ACEPTACION

E.01. Toda pieza de madera estructural, para ser aceptada deberá cumplir con lo especificado en esta norma, de lo contrario se rechazará, en cuyo caso se marcarán las piezas y/o lotes y retirarán en caso de estar en almacén de la obra.

E.02. Las dimensiones de las piezas de madera de sección rectangular, sin secado, deberán sujetarse a las tolerancias indicadas en la tabla 4; no se aceptará lote de madera cuyo 20% o más de piezas no cumplan con los requisitos fijados.

E.03. Las tolerancias de fechas en ambos ejes, torceduras y acanaladuras en piezas se indican en las tablas 5, 6, 7 y 8 y en las figuras 2, 3, 4 y 5.

CIUDAD DE MEXICO

TABLA 4 Tolerancias en dimensiones en piezas de madera.

Concepto	Espesor nominal mm	En espesor sin cepillar mm	En espesor cepillado mm	Ancho nominal mm	En ancho sin cepillar mm	En ancho cepillado mm
Polines, tablones y otros miembros para tablero para cargas aplicadas sobre cualquiera de sus caras	25 76 102	±3 ±5 ±5	±10 ±10 ±10	102 152 203 y mayor	±5 ±5 ±6	±10 ±10 ±13
Vigas, larguero y miembros para cargas aplicadas sobre la cara menor	51 152 203 y mayor	± 5 ± 6 ± 8	± 13 ± 13 ± 13	102 y mayor	± 5	± 10
Columnas y postes de sección rectangulares y otros miembros para cargas aplicadas axialmente	127 152 203 y mayor	± 5 ± 5 ± 6 y mayor	± 10 ± 13 ± 13	127 152 203	± 5 ± 5 ± 6	± 10 ± 13 ± 16

TABLA 5

Tolerancias para f, en la encorvadura				
Ancho “a”		Largo L en cm (ft)		
		244 (8´)	366 (12´)	487 (16´)
(mm)	(pulg.)	Valores de “f” en mm		
76	(3”)	11	25	44
102	(4”)	9	19	33
127	(5”)	6	16	25
152	(6”)	6	13	22
178	(7”)	5	11	19
203	(8”)	5	9	17
254	(10”)	3	8	14
305	(12”)	3	6	11

TABLA 6

Tolerancias para d, en la encorvadura				
Ancho “C”		Largo L en cm (ft)		
		244 (8´)	366 (12´)	487 (16´)
(mm)	(pulg.)	Valores de “f” en mm		
25	1”	33	76	135
38	1 1/2”	22	51	90
51	2”	17	38	68
64	2”	14	30	57
76	3”	11	25	44
102	4”	8	19	33

CIUDAD DE MÉXICO

Figura 2

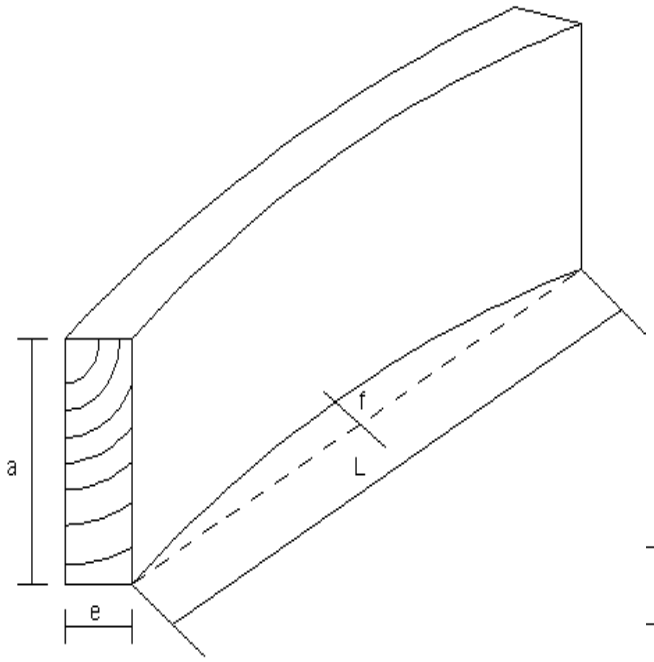


Figura 3

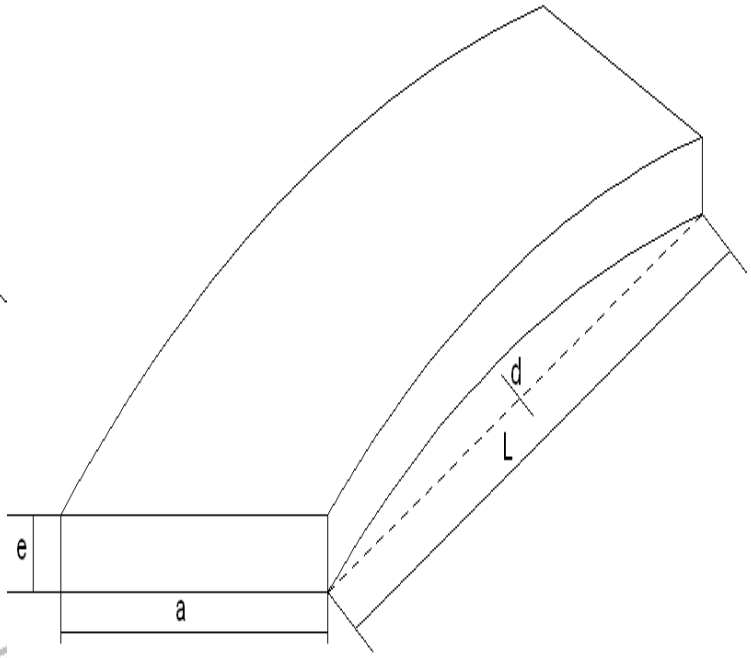


TABLA 7 Tolerancias para t, en torcedura.

			Ancho “a” en mm (pulg)							
Longitud “L” cm (ft)	Espesor “e”		76 (3”)	102 (4”)	127 (5”)	152 (6”)	187 (7”)	203 (8”)	254 (10”)	305 (12”)
	pulg.	mm	Valores t en mm							
244 (8´)(ft)	1	25	9	13	16	19	22	25	32	38
	1 ½	38	6	8	11	13	14	16	21	25
	2	51	5	6	8	9	11	13	16	19
	2 ½	64	3	5	6	8	8	9	13	14
	3	76	3	5	5	6	3	8	11	13
366 (12´)(ft)	1	25	14	19	24	28	33	38	47	57
	1 ½	38	8	11	13	16	19	21	27	32
	2	51	6	8	10	11	14	16	19	24
	2 ½	64	5	6	8	10	11	13	16	19
	3	76	3	5	6	8	10	11	13	16
487 (16´)(ft)	1	25	19	25	32	38	44	51	64	76
	1 ½	38	13	16	21	25	28	36	41	51
	2	51	10	13	16	19	22	25	32	38
	2 ½	64	8	10	13	14	17	21	25	30
	3	76	6	8	11	13	14	17	21	25

Figura 4

CIUDAD DE MÉXICO

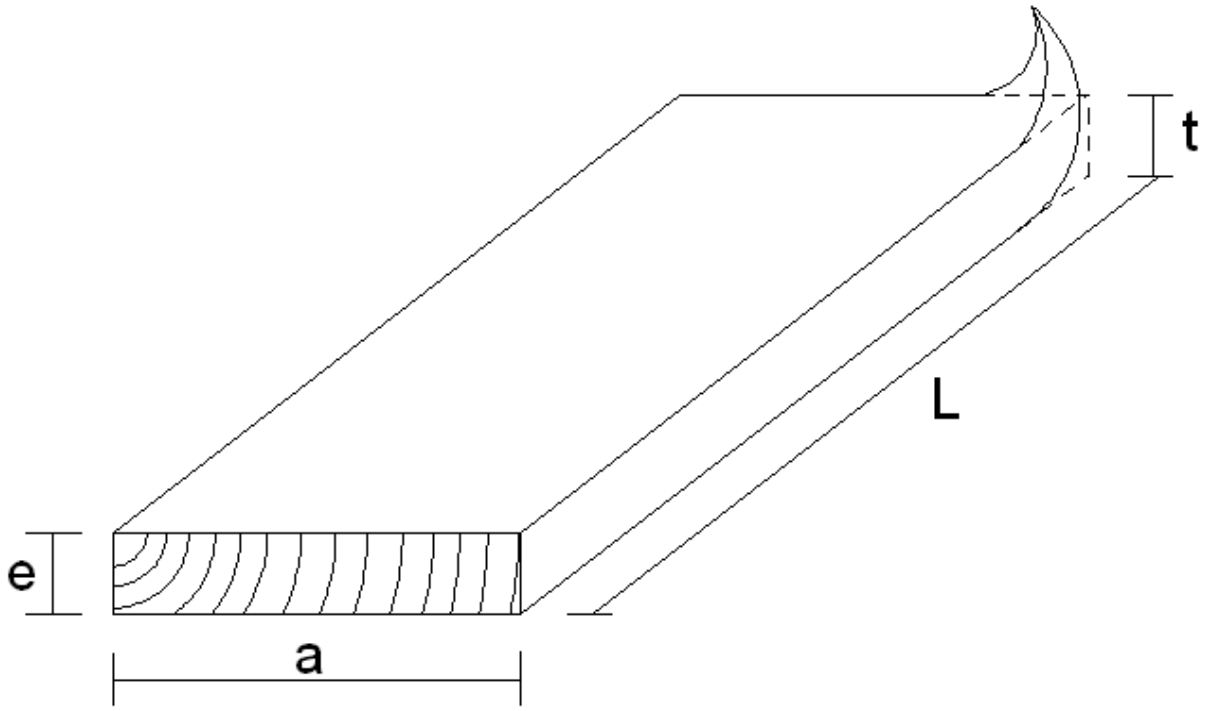
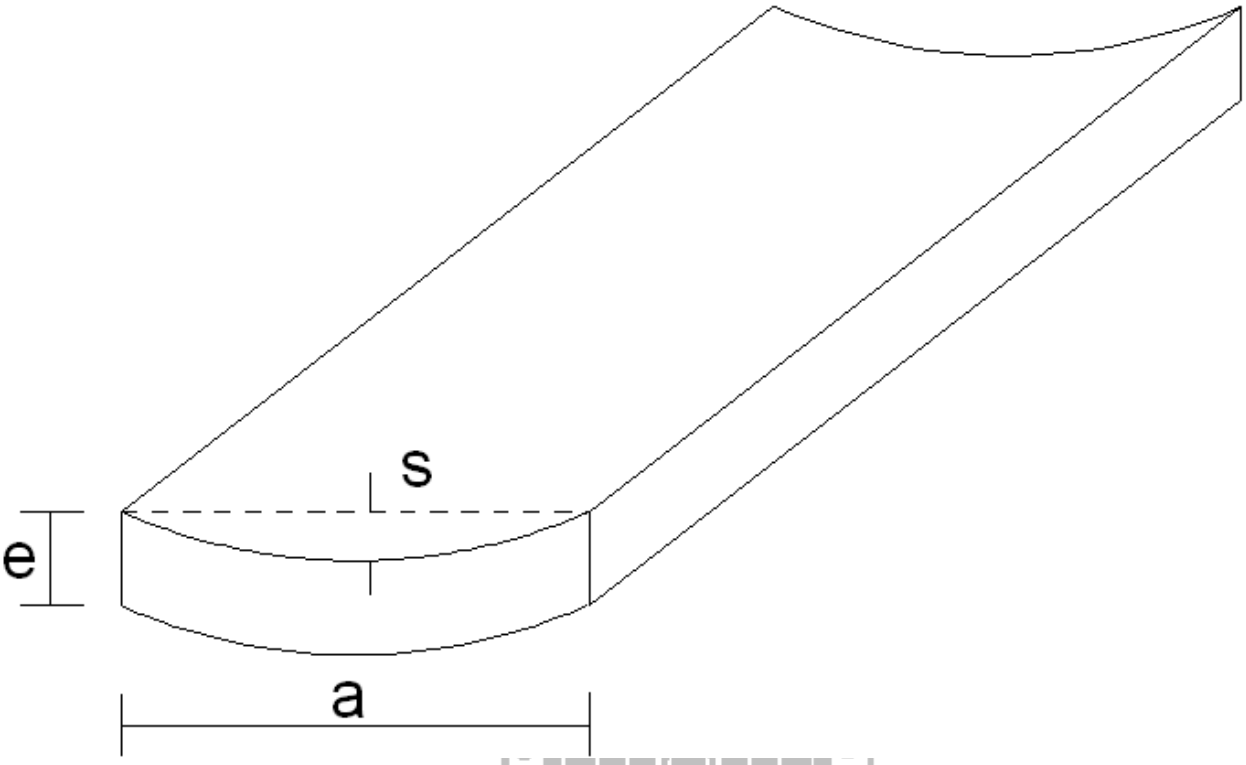


TABLA 8

Tolerancias S, en la acanaladura		
Ancho “a”		Valores de S mm
pulg.	mm	
3	76	3
4	102	4
5	127	5
6	152	6
7	178	7
8	203	8
10	254	10
12	305	12

Figura 5

CIUDAD DE MEXICO



CIUDAD DE MÉXICO

019-010

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPITULO 020 MADERA PARA OBRA NEGRA EN HOJAS CONTRACHAPADAS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Chapa es una lámina de madera obtenida por corte tangencial de un tronco de árbol.

A.02. Hoja de madera contrachapada es aquella formada por un número impar de chapas, unidas entre sí pero con la dirección de las fibras de cada chapa formando ángulo recto con las de las adyacentes.

A.03. Este tipo de hojas se clasifican:

a. Según las características de resistencia a la intemperie:

1. Tipo 1.- Con interior resistente a la humedad.
2. Tipo 2.- Resistente al agua y moderada exposición a la intemperie.
3. Tipo 3.- Con exterior a prueba de agua y para usos marinos.

b. Según la calidad propia de las chapas con que se forma se tienen los tipos A, B, C, D y N, de acuerdo a los requisitos de calida indicados en la cláusula C.

B. REFERENCIAS

CIUDAD DE MÉXICO

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en la fabricación de Madera para Obra Negra en Hojas Contrachapadas y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Madera contrachapada de pino triplay	NOM-C-326	4.01.001.01
Generalidades	4.01.001.01	D.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. La madera en hojas contrachapadas para obra negra deberá cumplir los siguientes requisitos según el grado de calidad.

a. Calidad "A"

1. Debe ser firme, libre de: nudos, hoyos de nudos, bolsas resinosas, rajaduras abiertas y otros defectos abiertos.

2. Deben estar bien unidas cuando sean de más de una pieza.

3. Se permiten rellenadores sintéticos para resanar en los siguientes casos:

3.1. En rajaduras no mayores de 5 mm de ancho por 150 mm de largo.

3.2. En aberturas o depresiones no mayores de 13 mm de ancho por 50 mm de largo o el área equivalente.

4. Se permiten tiras resinosas que promedien individualmente no más de 10 mm de ancho y que combinen con el color de la madera.

5. Se permiten porciones de mancha que en total no excedan del 15% del área del tablero.

6. Se permiten reparaciones, limpiamente hechas y paralelas a la fibra, limitadas a un total de quince en número, excluyendo "tiras parches" en cualquier vista de 1220 por 2440 mm.

7. Se permiten parches de los tipos "barco", "oblongo","avión", tiras parches con extremos redondeados y oblongo recortado de los bordes, siempre y cuando no excedan de 57 mm de ancho por 152 mm de largo y si son múltiples, que no sean más de dos (ver figuras 1 a 6).

b. Calidad "B"

1. Debe ser sólida y libre de defectos abiertos.

2. Se permite un pulido inferior y defectos de parches incluyendo regiones mal pulidas que no excedan del 5% del área del tablero.

3. Se permiten relleñadores sintéticos adecuados para resanar en los siguientes casos:

CIUDAD DE MÉXICO

3.1. En rajaduras no mayores de 5 mm de ancho.

3.2. En aberturas o depresiones no mayores de 13 mm de ancho por 50 mm de largo, o el área equivalente.

4. Se permiten nudos sólidos y firmes no mayores de 25.0 mm medidos a través de la fibra.

5. Se permiten tiras resinosas que promedien individualmente no más de 25 mm de ancho y que combinen con el color de la madera.

6. Se permiten decoloraciones y manchas.

7. Se permiten rajaduras no mayores de un milímetro de ancho.

8. Se permiten hoyos verticales que no excedan de 2 mm de diámetro.

9. Se permiten reparaciones limpiamente hechas sin límite de número.

10. Se permiten parches de los tipos "barco”, oblongo, tiras parche con extremos redondeados, "avión" y "oblongo recortado en los bordes", siempre y cuando no sean mayores de 76 mm de ancho por 152 mm de largo y en caso de reparaciones múltiples, que no sean más de 3 parches con las siguientes limitaciones (ver figuras 1 a 6).

11. Se permiten tiras parches.

c. Calidad "C"

1. Se permiten defectos de pulido en su caso, que no dañen la resistencia o servicio del tablero.

2. Se permiten nudos no mayores de 38 mm medidos a través de la fibra.

3. Se permiten decoloraciones y manchas.

4. Se permiten hoyos de nudos no mayores de 25 mm medidos a través de la fibra, además de un hoyo ocasional de nudo mayor de 25 mm pero no mayor de 38 mm medidos a través de la fibra.

5. Se permiten bolsas resinosas.

CIUDAD DE MÉXICO

6. Se permiten rajaduras o depresiones que terminen en punta admitiéndose los siguientes anchos como máximo: 13 mm para la mitad de la longitud de la hoja, 10 mm para cualquier longitud de la hoja siempre y cuando termine en no más de 2 mm de ancho, 6 mm cuando estén localizados dentro de 25 mm del lado del tablero paralelo a la fibra.

7. Se permiten hoyos de barreno no mayores de 16 mm de ancho por 38 mm de largo.

8. Se permiten faltas de trascara no mayores de 25 mm de ancho por 152 mm de largo.

9. Se permiten separaciones limpiamente hechas sin límite en número.

10. Se permiten parches de los tipos "barco", "oblongo", tira parche con extremos redondeados, "avión" y "oblongo recortado en los bordes", siempre y cuando éstos no sean mayores de 76 mm de ancho por 152 mm de largo, se permiten tiras parches y en caso de reparaciones múltiples no hay límite en el número de parches.

d. Calidad "D"

1. Se permite cualquier número de parches, tiras parches, hoyos de gusano o barreno, defectos de pulido en su caso y otras características siempre y cuando queden dentro de las limitaciones indicadas en los párrafos 2 a 5 siguientes.

2. Se permiten nudos firmes y hoyos de nudos no mayores de 64 mm en su máxima dimensión, un hoyo de nudo firme ocasional no mayor de 76 mm medido en el sentido de la fibra.

3. Se permiten bolsas resinosas que no excedan de 64 mm medidos a través de la fibra.

4. Se permiten rajaduras y depresiones que no terminen en punta admitiéndose los siguientes anchos como máximo:

   24 mm para la mitad de la longitud de la hoja.
   13 mm para cualquier longitud de la hoja.
   6 mm cuando estén localizados dentro de 25.0 mm del lado del tablero paralelo a la fibra.

5. Falta de trascara no mayor de 64 mm de ancho por 152 mm de largo.

CIUDAD DE MÉXICO

e. Calidad "N"

1. Debe ser libre de: nudos, hoyos de nudos, bolsas resinosas, rajaduras abiertas, otros defectos abiertos, empalmes y manchas.

2. No deben tener más de dos piezas en anchos de 1220 mm y no más de 3 piezas en tableros más anchos; cuando sean de más de una pieza deben ser igualados en color y veta, con la unión paralela a los lados.

3. Se permite relleñador sintético adecuado para resanar en los siguientes casos:

   3.1. En rajaduras no mayores de un milímetro mm de ancho por 100 mm de largo.

   3.2. En aberturas no mayores de 2 mm de ancho y no mayores de 50 mm del largo o el área equivalente.

   3.3. En áreas astilladas o aberturas no mayores de 3 mm de ancho por no más de 6 mm de largo.

4. Se permiten tiras resinosas que promedien individualmente no más de 10 mm de ancho y que combinen con el color de la madera.

5. Se permiten reparaciones limpiamente hechas y paralelas a la fibra en los siguientes casos cuando un número no exceda de seis, en cualquier vista de 1220 mm. Deben hacerse bien igualadas en color y en veta.

6. Se permiten 3 tiras parches con extremos redondeados (véase figura 6), los cuales no deben ser mayores de 25 mm de ancho y 89 mm de largo.

7. Se permiten "tiras parche" de madera, no mayores de 5 mm de ancho y 305 mm de largo, que ocurran solamente en las cabeceras del tablero (véase figura 5).

C.02. Las dimensiones nominales de las hojas y sus tolerancias deben ser las siguientes:

Dimensión (mm)	Tolerancia (mm)
Ancho 760, 910 y 1220	±2.0
Largo 1830, 2140 y 2440	±2.0
Espesor 3, 4, 5, 6, 9, 12, 14, 16,19,21,22,25,38*	±3% del espesor
* Para hojas sin pulir se dará una tolerancia de ±1.0 mm en el espesor	

CIUDAD DE MÉXICO

En cuanto a escuadramiento, las hojas no deben diferir en ± 3 mm, medidos en sus diagonales.

C.03. El contenido de humedad en ningún caso debe ser superior a 18%.

C.04. Presión-vacio.- Las hojas tipo 1, sometidas a prueba presión-vacio y de agua a temperatura ambiente, no deberán presentar delaminación visible y continua mayor a 6 mm de profundidad y de un milímetro de longitud a lo largo de los costados de los especímenes de prueba. Si la delaminación ocurre por causa de un defecto permitido como hoyos o nudos, el espécimen se descartará y se probará otro.

C.05. Acabado. No deben presentar ampollas y sí cumplir con los detalles específicos que marque el proyecto. Pueden o no estar pulidas en una de las dos caras. Las chapas deben estar uniformemente unidas, bien cortadas y de grueso uniforme. Cuando se especifique tablero triplay sin pulir puede llevar papel engomado en la cara, trascara o ambas.

C.06. El pegamento usado en el contrachapado, debe ser altamente resistente a la acción bactericida, y los tableros deben resistir las pruebas de despegue o separación especificado en la NOM-C-326 citada en la cláusula B de Referencias.

C.07. Marcado. Cuando el Departamento lo requiera, en la espalda de cada hoja deberá llevar marcado en forma clara los siguientes datos:

a. Marca del fabricante
b. Calidad de la hoja
c. Clase de madera
d. Tipo
e. Dimensiones

Estas marcas en ningún caso serán grabadas sobre las chapas.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

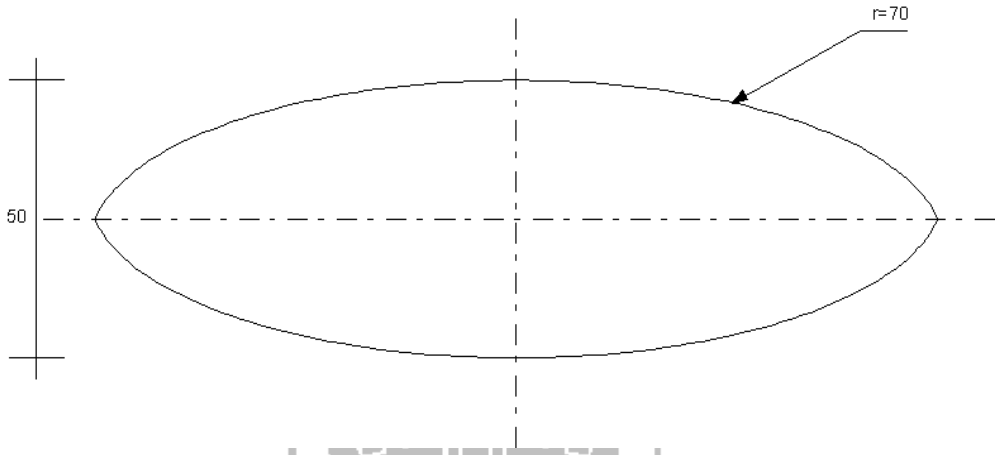
D.01. La inspección visual para determinar las características de calidad y dimensiones se hará a cada hoja del lote, para las demás pruebas, se seleccionará al azar una hoja por cada lote de 100 piezas o fracción (de cada espesor y calidad)

CIUDAD DE MÉXICO

D.02. Las pruebas para determinación de características en las hojas será, de acuerdo a lo indicado en la NOM-C-326.

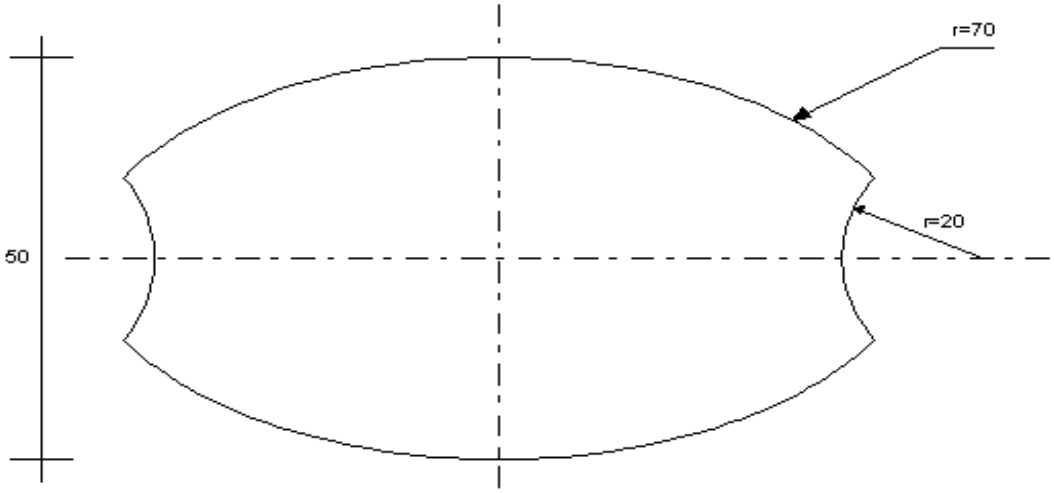
E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. Las hojas que no cumplan con lo aquí especificado, serán rechazadas. Se aceptarán aquellas que estén dentro de las tolerancias, según lo señalado en las figuras 1, 2, 3, 4 y 5 y en la tabla del inciso C.02.



Tipo oblongo

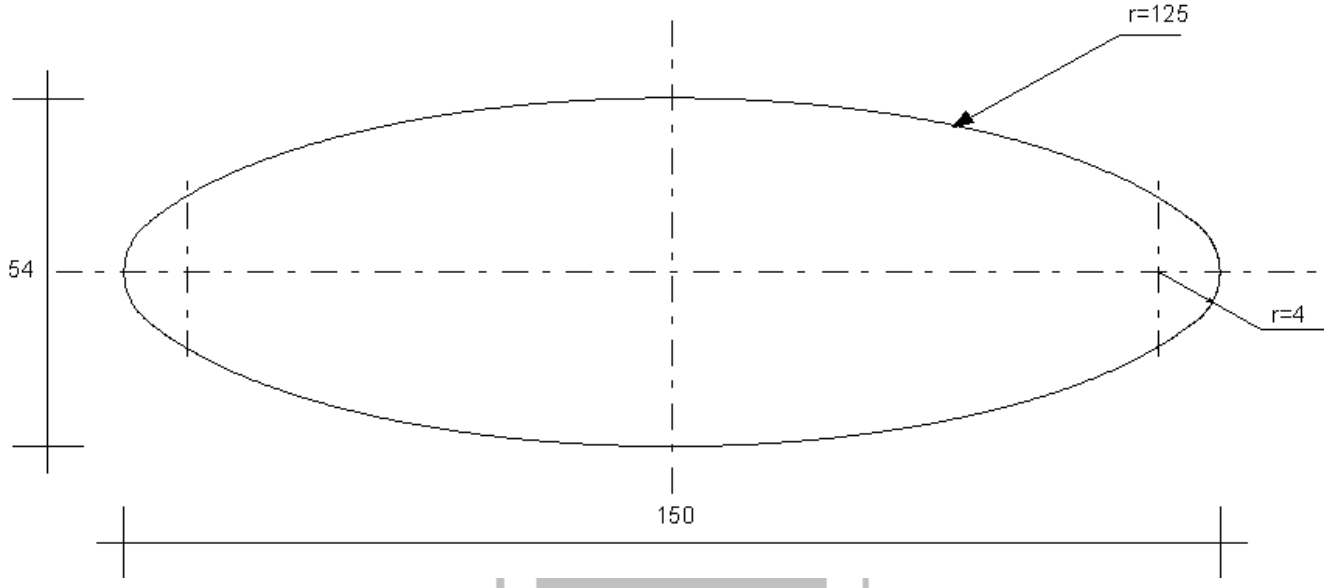
Figura 1



Tipo oblongo recortado

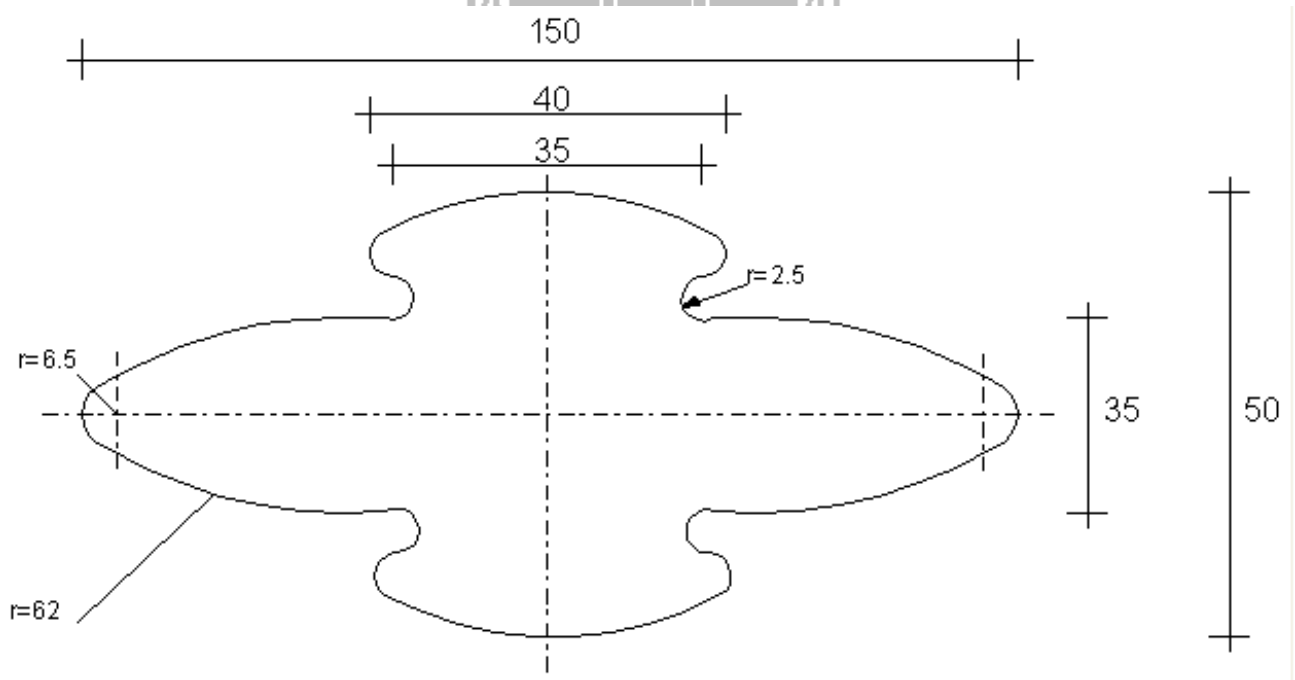
Figura 2

NOTAS:
1.- Las acotaciones están en centímetros
2.- r es el radio de la curvatura en centímetros



Tipo barco

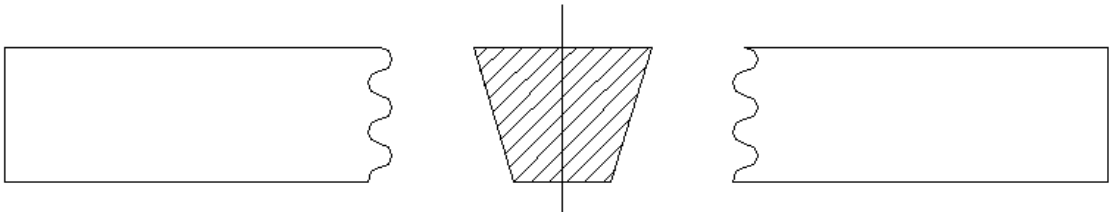
Figura 3



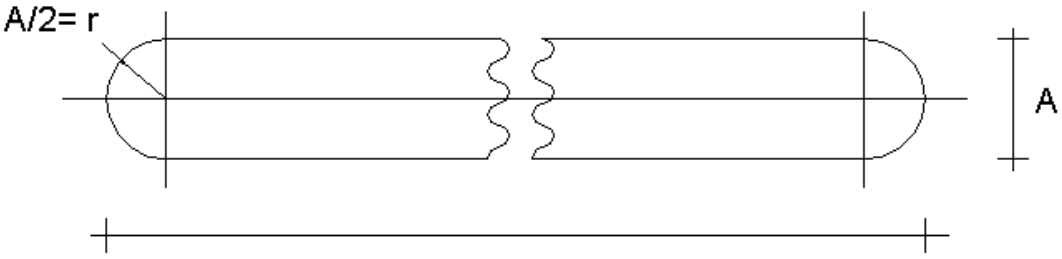
Tipo oblongo recortado FIGURA 7

Notas:
1.- Las acotaciones están en centímetros
2.- r es el radio de curvatura en centímetros

020-08



Tipo parche
FIGURA 5



Tira parche con extremos redondeados
FIGURA 6

Notas:
1.- Las acotaciones están en centímetros.
2.- r es el radio de curvatura, en centímetros

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPITULO 021 MADERA EN TIRAS PARA ACABADOS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Maderas generalmente de especies finas, cortadas en tiras, que por sus características de calidad, limpieza de daños, manchas y nudos son empleadas para la fabricación de mobiliario y acabados en la construcción.

A.02. Las maderas para acabados en tiras, se clasifican de acuerdo a su grado de dureza en:

a. Duras.- En este grupo encontramos las siguientes maderas:

Encino, roble, olmo, haya, fresno, sabino, tamarindo, tepeguaje, tepehiscle, queibra, hacha o palo de hierro, chicozapote, amate, mamey, zapote, capulín, cedro, pino, ocote, oyamel, ciprés, mezquite, palo de rosa, bocote.

Andira inermis (tololote, cuatololote, cuilimbuca, maquilla).

Aspidosperma megalocarpon (pelmaz, tzestal, bayalté, ballester, volador, colorado).

Astronium graveolens (gateado, gatedo galán, jobillo, palo de cera).

Brosium alicastrum (barí, leche maría, leche amarilla, barilla, cedro cimarrón).

Hymenea courbaril (caupinol, guapinol, coapinole, nere, pacuy, pakay).

Lonchocarpus castilloia (machi che, machich, chacté, chenecté, chaperlo, canasín, blache, matachiche).

Maclura tinctoria (mora, moral, palo de mora, moral amarillo, mora lisa, mora de clavo, palo amarillo).

Termanilia amazonia (canschán, canalté, cortés amarillo, tepesúchil, suchi amarillo, sombrerete).

b. Blandas.- Dentro de este grupo encontramos las siguientes denominaciones:

Álamo, álamo blanco (abedul), caoba, nogal, ojo de pájaro. Enterolobium cicloacarpum (guanacaste, guana-castle, nacaste, necaste, parota, orejón, picho, agua-caste, cascabel sonaja, nacascuahuitl, pich).

CIUDAD DE MÉXICO

Guarea glabra (cedrillo, palo blanco, chahalanté, trompillo de playa, behuco, behuco colorado).

Roseodendron donnell -smithii (primavera, copal, palo blanco).

Cordia alliadora (laurel, pajarito, pajarito blanco, hormiguillo blanco, bojón, bojón prieto, hormiguero, sochicuahua, amapa prieta, aguardientillo, anacahuite del Istmo, paratiro prieto, rosadillo, solería, solerillo, popocotle, palo de viga).

Nota: Los nombres entre paréntesis corresponden a aquellos con que se denominan en distintas regiones del país.

A.03. Las maderas en tiras para acabados, se pueden clasificar por el clima de su lugar de origen de la siguiente manera:

a. De clima frio o templado.- Dentro de este grupo se encuentran las siguientes maderas.

Encino, roble, olmo, haya, fresno, tepeguaje, tepehuiscle, amate, mamey, zapote, cedro, pino, ocote, oyamel, ciprés, mesquite, palo de rosa, álamo, caoba, nogal, ojo de pájaro, capulín, sabino.

b. De clima tropical.- Dentro de este grupo se encuentran las siguientes maderas:

Quiebra hacha, palo de hierro, chicozapote. tamarindo, andira inermis, aspidos perma megalocarpon, astronium graveolens, brosimum alicastrum, bucida buceras, calaphyllum brasiliense, hymenea courbaril, lonchocarpus castilloi, maclura tinctoria, terminalia amazonia y bocote.

CIUDAD DE MÉXICO

* Los nombres del uso común que se utilizan para estas maderas, aparecen en el inciso anterior A.02.

A.04. De acuerdo a su grado de calidad, las maderas se pueden clasificar en tres clases, cuyas características se indican a continuación:

a. De primera.- Es aquella madera que no tiene defectos como nudos, grietas, picaduras y manchas.

b. De segunda.- Se entenderá por esta clase, aquella madera que puede presentar algunos nudos y grietas pero no picaduras ni manchas.

c. De tercera.- Es aquella madera que puede presentar los defectos anotados en b y además picaduras, manchas y otros.

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en la calidad de la Madera en Tiras para Acabados y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Madera preservada a presión clasificación y requisitos	NOM-C-322	SECOFIN
Generalidades	4.01.001.01	D.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. La madera para acabados en tiras deberá cumplir con los siguientes requisitos físicos.

a. Propiedades mecánicas.- Esta norma sólo ampara las propiedades mecánicas de las maderas que se indican en la siguiente tabla 1.

b. Acabado.- La madera para acabados en tiras deberá cumplir con los siguientes requisitos de acabado:

1. La madera deberá tener sus fibras rectas, sin torceduras ni enlaces.

2. Los nudos de la madera de segunda y tercera deben ser pocos, sanos y sin signo alguno de podredumbre o destrucción.

3. El color debe ser uniforme, sin manchas que hagan sospechar defectos.

4. Al golpear la madera con un martillo, ésta deberá producir un sonido lleno, claro y vibrante que indique que no hay en el interior huecos ni rompimientos de continuidad.

5. El estado de sequedad de la madera deberá ser tal que ésta no esté expuesta a la destrucción por los líquidos que forman la savia (madera verde).

CIUDAD DE MÉXICO

Propiedades mecánicas de maderas para acabados

Propiedad \ Nombre	Aspidosperma megalacarpan	Astronium graveolens	Calophylum brasiliense	Cordia aliodora	Guarea glabra	Hymenea courbaril	Lonchocarpus castilloi	Manchura tinctoria	Rosseodendron donell smitil	Terminolia amazinia
a. Flexión estática										
1. Esfuerzo al momento de ruptura (kg/cm^2)	726	598	387	401	- - -	556	- - -	855	543	540
2. Esfuerzo al momento de ruptura (kg/cm^2)	1050	854	735	836	635	910	1240	1043	765	850
3. Modulo de elasticidad (kg/cm^2)	189000	136000	111000	90000	91000	129000	156000	112000	71800	141000
4. Trabajo hasta: limite de proporcionalidad x 10 (kg-m/cm^3)	36.4	1.61	7.7	10.5	- - -	13.2	- - -	24.2	19.4	11.9
Carga máxima x 10 (kg-m/cm^3)	- - -	6.7	89	67.1	74	103	114	100.1	702	85.3
b. Compresión paralela a la fibra										
1. Esfuerzo al momento de ruptura (kg/cm^2)	416	325	213	243	- - -	300	- - -	342	316	312
2. Esfuerzo al momento de ruptura (kg/cm^2)	500	463	319	264	310	408	640	482	340	388
3. Modulo de elasticidad (kg/cm^2)	258000	157000	119000	101000	- - -	138000	- - -	119	- - -	155
c. Compresión perpendicular a la fibra										
Esfuerzo al limite de proporcionamiento (kg/cm^2)	73	129	40	48	- - -	115	- - -	127	72	74
d. Dureza (Janka)										
1. Superficies laterales (kg)	742	866	400	363	405	893	1170	993	315	595
2. Superficies transversales (kg)	775	744	445	376	436	807	1110	939	464	815
e. Corte paralelo a la fibra (kg/cm^2)	110	124	88	80	89	124	145	130	120	101
f. Tensión perpendicular a la fibra máximo esfuerzo (kg/cm^2)	61	70	40	38	- - -	85	- - -	72	30.7	59
g. Fisilidad (kg-m/cm^2)	84	75	59	48	76	95	114	80	43.1	72
h. Tenacidad impacto (kg-m/cm^2)	1.68	1.60	1.98	1.59	- - -	2.16	- - -	2.64	- - -	1.31

CIUDAD DE MÉXICO

C.02. Para el manejo y almacenamiento de la madera en tiras para acabados se deberá considerar lo siguiente:

a. Se protegerá la madera, secándola al aire libre o en estufa para que mantenga el contenido de humedad deseado; como tal, se debe instalar en la sombra protegida de la lluvia y evitar que esté en contacto directo con el suelo.

b. Se puede colocar sobre polines y estacas, con objeto de que quede un espacio mínimo de 10 cm entre suelo y madera; además se deberá tener cuidado de que las piezas inferiores de la pila no se deformen con el peso.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. Se inspeccionarán visualmente todas las piezas del lote para comprobar dimensiones, calidades y posibles defectos.

D.02. Para las pruebas de propiedades físicas se tomará una muestra por cada lote de 100 piezas o fracción (cada lote la componen las piezas de la misma madera, calidad y dimensiones).

E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. Salvo que el Departamento autorice modificaciones a los requisitos que se establecen en la presente norma, los diferentes tipos de madera en tiras para acabados que se incluyen en este capítulo deberán cumplir con dichos requisitos para que sea aceptada su utilización.

CIUDAD DE MÉXICO

E.02. Será motivo de rechazo la madera que tenga cualquiera de los siguientes defectos:

a. Madera esponjosa, con poros muy visibles, rojiza, poco densa y con olor a humedad.

b. Madera recalentada, en la cual la savia se ha fermentado, despide un olor ocre o más o menos intenso y está en vías de completa descomposición.

c. Madera podrida, con olor pardo rojizo, deleznable, conservando muchas veces las capas exteriores con aspecto bueno, pero denunciándose el defecto por el olor desagradable que despide.

d. Madera picada, con perforaciones que despide olor ácido.

e. Madera agusanada o apolillada, invadida por insectos denunciados o no por las pequeñas perforaciones, aproximadamente del diámetro de un milímetro.

f. Madera negra, manchas oscuras, muchas veces sin importar si la madera conserva su olor normal.

g. Nudos, cuando los nudos son demasiados, será desechada a causa de la interrupción de fibras, cuando exista algún nudo de madera muerta, debe desecharse la parte en que se encuentra.

h. Caries, produce olor ácido y la madera se pone de color canela y pulverulenta.

i. Madera con fibras torcidas entrecruzadas o desiguales.

j. Madera venteada, agrietada o hendida, podrá aserrarse por las grietas y aprovechar los trozos resultantes; sin embargo pequeñas grietas en sentido longitudinal pueden emplastarse.

k. Madera fresca o verde, madera que aún no ha perdido el agua de la savia y está expuesta a recalentarse.

l. Doble albura, capa de albura introducida entre las de madera.

m. Madera alburosa, anillos claros de albura entre los de madera, producida la más de las veces por heladas.

E.03. A juicio del Departamento y con el objeto de preservar la madera y evitar la propagación de plagas en la misma, se tomará como base de aceptación el que la madera esté tratada con pentaclorofenol antes de instalarla.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPITULO 022 MADERA PARA ACABADOS EN HOJAS CONTRACHAPADAS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Hojas contrachapadas de maderas finas, compuestas por un número impar de chapas secas ensambladas entre sí de tal manera que el hilo de la madera de una chapa se encuentre en ángulo recto con respecto al hilo de la otra, pegadas mediante el uso de aglutinantes para formar una hoja cuya resistencia sea igual o mayor que la propia madera.

a. Chapa.- Lámina de madera delgada, cuyo espesor no debe ser mayor de 5 mm, que puede ser obtenida por corte tangencial de un tronco de árbol.

b. Cara o vista.- Superficie de la hoja de madera contrachapada, construida por la chapa de mejor calidad; la calidad de la misma determina generalmente la de la hoja.

c. Alma.- Son aquellas chapas interiores.

d. Trascara.- Es la chapa de menor calidad que constituye una de las dos superficies mayores de la hoja de madera contrachapada. El sentido de sus fibras debe ser paralelo al de la cara.

A.02. La clasificación de la madera para acabados en hojas contrachapadas puede hacerse en función de los siguientes factores:

a. Por su peso:

1. Tipo 1: Hojas contrachapadas (triplay) de maderas finas en interiores.
2. Tipo 2: Uso en exteriores.

b. Por su calidad.

1. Calidad "A"
2. Calidad "B"
3. Calidad “C"

Las características y requisitos de cada tipo de calidad se describen en la cláusula C.

CIUDAD DE MÉXICO

c. Por cara o vista:

1. Una cara: Hoja contrachapada con una superficie o cara constituida por una chapa de calidad "A".
2. Dos caras: Hoja contrachapada cuyas dos superficies o caras cumplen con las características y requisitos de calidad "A".

d. Por sus dimensiones:

1. Espesor 3, 6, 9, 12, 19 y 25 milímetros
2. Ancho 76, 71, 122 centímetros
3. Longitud 152, 183, 214 y 244 centímetros

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Madera para Acabados en Hojas Contrachapadas y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Método de muestreo para inspección por atributos	NOM-Z-012	SECOFIN
Generalidades	4.01.001.01	D.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Las maderas en hojas para acabados exteriores, deberán ser resistentes a la humedad, de tal manera que permitan conservar su forma y resistencia. Este tipo de contrachapado (triplay), debe cumplir con los requisitos de prueba mencionados, en la cláusula D.01.

C.02. Los requisitos que deben cumplir las hojas, de acuerdo a la calidad de las mismas son las siguientes:

a. Calidad "A”.- Cuando la chapa esté compuesta por más de una pieza, el ensamble deberá ser perfecto, la pieza no necesariamente debe ser uniforme en color o grano, pero no se permitirán contrastes fuertes y deberá ser apta para darle un acabado natural. No se aceptarán albura, nudos reventados, picaduras de insectos, juntas o rajaduras abiertas, sámago, manchas de humedad ni sangrado del adhesivo.

b. Calidad "B”.- Chapa libre de defectos abiertos. La chapa no necesitará estar igualada en grano o color, pudiendo contener manchas minerales, decoloraciones, picaduras de insectos, tapadas o parches, pequeñas áreas de pelusa, nudos sanos hasta de veinticinco (25) milímetros de diámetro, manchas de humedad en el 10% de la superficie, generalmente se usa pintada.

c. Calidad "C”.- Esta chapa aceptará defectos no permitidos en las calidades "A" y "B" mencionadas, así como picaduras de insectos sin tapar o reparar, nudos sanos, rajaduras y juntas abiertas hasta de veinte (20) milímetros de ancho por 1/4 de largo de la hoja. Siete (7) milímetros de ancho por la mitad de largo y cinco (5) milímetros por toda la longitud de la hoja, manchas minerales sin límite, poco sámago, nudos abiertos hasta de veinticinco (25) milímetros de diámetro, no excediéndose de diez (10) en el total de la hoja y pelusa. En general admite defectos que no resten resistencia al tablero.

C.03. Las hojas deberán cumplir también con los requisitos siguientes:

a. Manufactura.- La dirección del hilo del contrachapado debe ser un ángulo recto con las chapas adyacentes, excepto en el caso de construcción especial en que deberá existir aceptación previa del Departamento. Las cintas adhesivas, cuando se empleen en juntas laterales o en la reparación de las caras o vistas, deberán ser quitadas al terminar el proceso, y cuando se usen interiormente dichas cintas adhesivas, tendrán que ser perforadas. Las cintas fusibles serán hechas de manera que no interfieran en el proceso de la elaboración, con el adhesivo.

b. Dimensión.- Las dimensiones que serán consideradas como estándares son las indicadas en el subinciso A.02.d.

c. Acabado.- La cara de las hojas deberá ser pulida, no así la trascara, que podrá presentarse sin este requisito.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. Se llevarán a cabo las siguientes pruebas:

a. Estiramiento en seco.

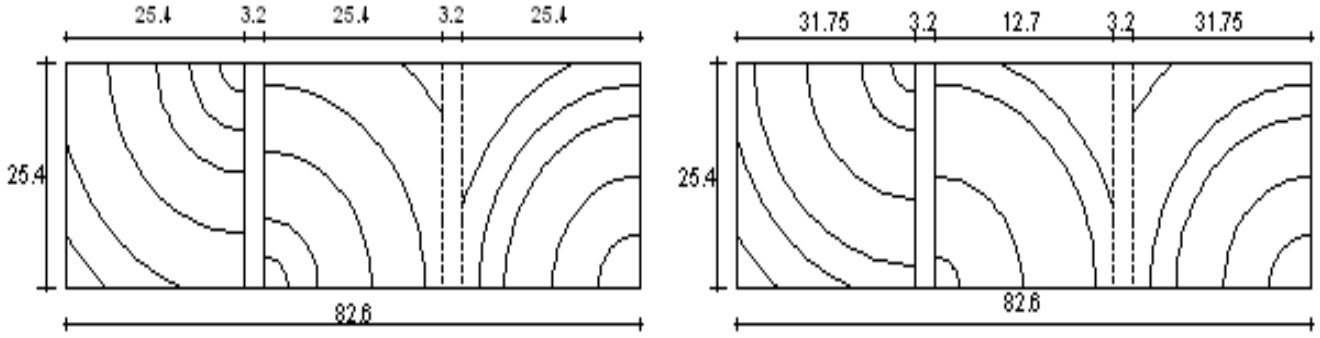
b. De humedad para hojas contrachapadas (triplay) de maderas finas (cedro y caoba) de:

1. Uso exterior
2. Uso interior

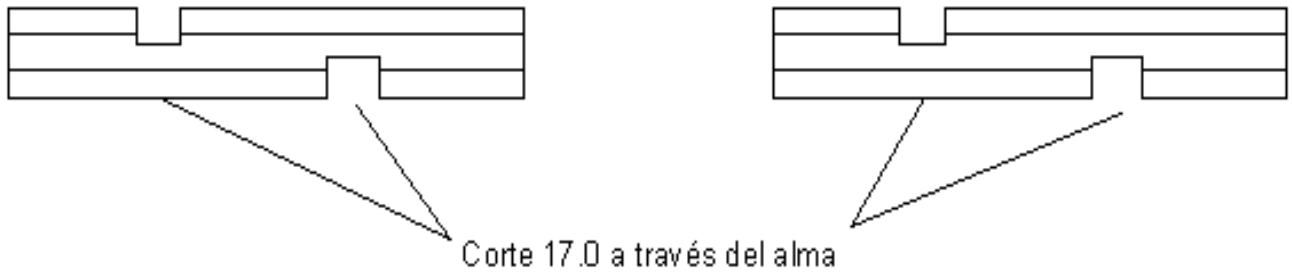
D.02. Las pruebas mencionadas en el inciso anterior se llevaran a efecto de la siguiente forma:

a. Estiramiento en seco

1. En cada hoja seleccionada en el muestreo, se hará un seccionamiento en tres (3) partes, de las cuales se tomarán 5 especímenes de cada una de las mismas, con la forma mostrada en la siguiente figura.



Espécimen A Espécimen B de triplay



Dimensiones en mm

Estos especímenes se someterán al examen, por lo que las terminales de los mismos deberán presentarse dentro de las quijadas del tensómetro mostrado en la figura 2, a una tensión aplicada de doscientos setenta y dos (272), a cuatrocientos cincuenta y cuatro (454) kilogramos por minuto. El triplay consistente en más de 3 capas deberá aserrarse todo, excepto cualquiera de las tres (3) capas seleccionadas, para finalmente estar preparado como la figura anterior.

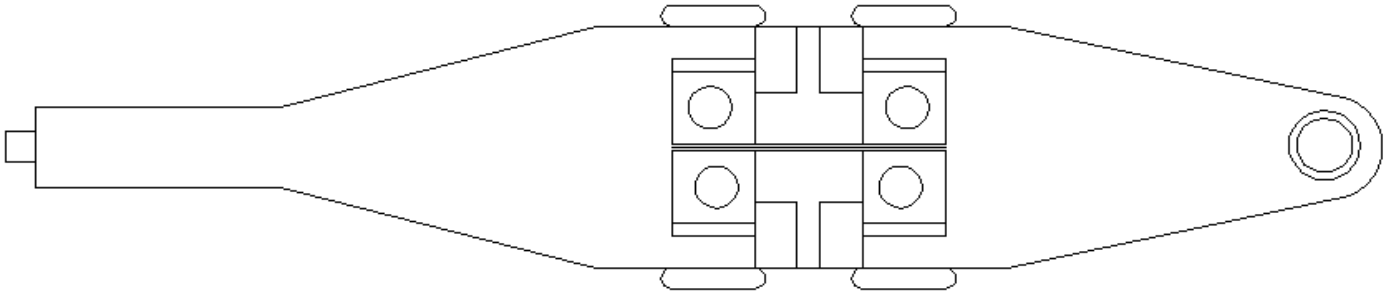


FIGURA 2

2. En triplay con chapa mayor de cero punto ciento veintisiete (0.127) centímetros, el área en tensión deberá ser dos punto cincuenta y cuatro (2.54) centímetros cuadrados como se muestra en el espécimen “A” de la figura 1. En triplay con chapa de cero punto ciento veintisiete (0.127) centímetros o menores, el área en tensión deberá ser de acuerdo con la figura 1, espécimen “B”, en la cual el área de tensión ha sido reducida, sin alterar los tamaños de los especímenes; para obtener la tensión de la máquina de prueba obtenida de especímenes de uno punto veintisiete (1.27) centímetros, el área de presión deberá ser multiplicada por dos (2), para convertir a kilos por centímetro cuadrados entonces reducidas entre 100% antes de compararlos con los requisitos establecidos en la tabla siguiente:

TABLA 1

Promedio de tensión a prueba kg/cm^2	Fallas mínimas de madera por ciento	Promedio de fallas de madera por ciento
Menos de 44.5	25.00	50.00
44.5 a 63.0	10.00	30.00
Mayor de 3.0	10.00	15.00

b. Prueba de humedad para hojas contrachapadas (triplay) de maderas finas para acabados (cedro y caoba) y duras tropicales en interiores.

Para esta prueba, se mantendrán sumergidos los especimenes, durante cuatro (4) horas en agua a temperaturas ambiente; al sacarlos se secarán durante 19 horas a la temperatura ambiente con suficiente circulación de aire. Este procedimiento de prueba se realizará siempre en tres (3) ciclos. Si una delaminación total visible y continua entra en el espécimen por lo menos seis (6) milímetros, y tiene más de cincuenta (50) por doscientos cincuenta (250) milímetros, se considerará fallado. El 95% de todos los especímenes deben afrontar con aprobación el primer ciclo y el 85% deberán tener aprobación en los tres (3) ciclos. Si fallan los especímenes de muestra, se someterá a prueba otro grupo de diez (10) hojas. Los especímenes de ambos grupos de diez (10) considerados en conjunto, deben tener aprobación en estas pruebas, de otra manera se juzgará que todo el material no ha podido satisfacer las exigencias y se le dará únicamente la calidad (tipo especial).

c. Prueba de humedad para hojas contrachapadas (triplay) de maderas finas (caoba y cedro), para uso en exteriores.

Los especímenes se sumergen en agua a la temperatura del cuarto durante cuarenta y ocho (48) horas y se dejan secar durante ocho (8) horas a una temperatura de 60°C (± dos grados), con una circulación de aire suficiente para hacer bajar el contenido de humedad a un máximo de ocho (8)% a base del peso seco al horno. Después se hervirán durante cuatro (4) horas, se enfriarán con agua y se someterán a la prueba de humedad, según se describe anteriormente. Un trozo se clasifica de acuerdo con los requisitos de la tabla anterior (No. 1) y los resultados combinados de la prueba de humedad y de la prueba de agua hirviendo (por lo regular diez especímenes).

CIUDAD DE MÉXICO

D.03 Equipo para pruebas.- Será necesario el siguiente equipo:

a. Tensómetro de quijada.
b. Balanza analítica.
c. Desecador.
d. Estufa.

D.04. Determinación de propiedades.

a. Humedad.- La humedad en por ciento se determinará de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$H = \frac{(P\,H - P\,S) \times 100}{P\,S}$$

Donde:

H = Humedad en por ciento.
PH = Peso de la muestra húmeda.
PS = Peso de la muestra seca.

b. Tensión.- Los valores de la tensión de prueba, las fallas mínimas y el promedio de fallas en porciento, se indican en la tabla 1.

D.04. La inspección visual para determinar las características de calidad y dimensiones, se efectuará a cada hoja del lote. Para las demás pruebas se seleccionará al azar una hoja por cada lote de 100 piezas o fracción (de cada espesor y calidad).

E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. La madera que no cumpla con lo establecido en este deberá rechazarse, aceptándose dentro de las siguientes tolerancias en calidad y dimensiones:

a. Las hojas de calidad "A" podrán tener su trascara de calidad “B".

b. Las hojas de calidad "B" podrán tener su trascara de calidad "B" o calidad "C".

c. Las hojas de madera contrachapa tendrán una tolerancia de ± un milímetro en el largo y en el ancho y de cero punto dos (0.2) milímetros en el espesor, debiendo ser rectangulares con una desviación, de escuadra perfecta, máxima de un milímetro por metro de largo.

CIUDAD DE MÉXICO

E.02. Al realizar las pruebas físicas mencionadas en la cláusula D, pueden ocurrir los siguientes casos:

a. Falla de una hoja o ninguna:
Si no hay falla, o falla sólo una hoja, no hay rechazo.

b. Si falla una hoja se someterán a prueba otras dos; si falla una de ellas el lote será rechazado. Si ninguna falla, se aceptará el lote.

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPITULO 023 TABLAS DE MADERA PRENSADA

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Tablas de madera formadas por partículas de madera (astillas, hojuelas, virutas, aserrín y otras similares) producidas por corte, aserrado, trituración o procesos similares, unidas por una resina sintética o cualquier otro pegamento adecuado y controlada esta unión por métodos precisos de producción.

A.02. Las tablas de partículas de madera prensada se clasifican de acuerdo a su densidad en ligeras, medias y pesadas, resultando las clases siguientes:

a. Clase 1: Con una densidad promedio aproximada de cero punto seis (0.6) toneladas por metro cúbico.

b. Clase 2: Con una densidad promedio aproximada de cero punto ocho (0.8) toneladas por metro cúbico.

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Tablas de Madera Prensada y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Tableros de partículas de madera tipo colchón	NMX-C-325	SECOFIN
Método de muestreo para inspección por atributos	NMX-Z-012	SECOFIN
Generalidades	4.01.001.01	D.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Físicos

a. Dimensiones

1. Anchura: Las tablas de partículas prensadas se aceptan con anchos de 1,22 metros o mayores.

2. Largo: Las tablas de partículas prensadas se aceptan con una longitud de 2,44 metros o mayores.

3. Espesor: Las pablas de partículas prensadas pueden tener espesores comprendidos desde 3,17 hasta 50,8 milímetros, con incrementos de espesor a partir de 3,17 mm en intervalos de 1,6 mm o 3,2 mm

b. Contenido de humedad

1. Al momento del embarque, el contenido de humedad de las tablas de partículas de madera prensada, no debe exceder de 10%.

c. Módulo de ruptura a tensión.- El módulo de ruptura debe tener como límite mínimo los siguientes valores:

1. Clase 1: 127 kilogramos por centímetro cuadrado.

2. Clase 2: 169 kilogramos por centímetro cuadrado.

d. Módulo de elasticidad.- El módulo de elasticidad de las tablas de madera prensada debe tener como mínimo los siguientes valores por cada densidad:

1. Clase 1: 17,8 toneladas por centímetro cuadrado.

2. Clase 2: 28 toneladas por centímetro cuadrado.

e. Unión interna.- La unión interna de las partículas que formen las maderas pesadas, debe tener como promedio mínimo, para las clases 1, 2 y 4.5 kilogramos por centímetro cuadrado.

f. Expansión lineal.- El promedio máximo permisible de expansión lineal en las maderas prensadas es el siguiente:

1. Clase 1: 0.35%.

2. Clase 2: 0.30%.

CIUDAD DE MÉXICO

g. Retención de tornillos.- Las maderas prensadas deben tener una retención de tornillos con promedio mínimo de:

1. En la cara de la madera.
1.1. Clase 1: 82 kilogramos.
1.2. Clase 2: 102 kilogramos.

2. En el canto de la madera.
2.1. Clase 1: 73 kilogramos.
2.2. Clase 2: 91 kilogramos.

C.02. Químicos.

a. Sistemas de aglutinamiento.- Los materiales usados para unir partículas de madera deben ser de tal calidad y distribuidos de tal manera sobre las superficies de contacto, que el producto cumpla con los requisitos especificados en el inciso anterior C.01 de este capítulo.

b. Aditivos.- Los aditivos adecuados que impartan mayor estabilidad dimensional, resistencia al fuego, resistencia a hongos e insectos y algunas otras propiedades deseadas, podrán incorporarse a las tablas de madera prensada al momento de la fabricación, siempre que los productos que contengan los aditivos permitan que las tablas cumplan con los requisitos indicados en este capítulo.

C.03. Fabricación.- Los métodos para fabricación de maderas contrachapadas, deben incluir una clasificación de partículas, por tamaño y secado de las mismas, hasta obtener un contenido uniforme de humedad para posteriormente mezclarlas con el pegamento a base de calor y presión obteniéndose así la densidad adecuada.

Pueden fabricarse homogéneamente o en múltiples capas, cuidando que los métodos y controles a usar, sean de tal manera que produzcan tablas de madera prensada que estén de acuerdo a los requisitos establecidos en esta cláusula.

Las partículas de madera que se usen en la fabricación podrán ser astilladas, hojuelas, virutas, aserrín o formas similares producidas por cualquier madera natural por medio de corte, aserrado, trituración o procesos similares.

D. MUESTREO Y PRUEBAS.

D.01. Para comprobar las propiedades requeridas en esta norma, se deben obtener las siguientes muestras, de acuerdo con el tipo de prueba específica a saber:

a. Densidad.- Muestra de 10 X 10 centímetros.

CIUDAD DE MÉXICO

b. Módulo de ruptura.- Muestra de 5 centímetros de ancho por 30 centímetros de longitud.

c. Módulo de elasticidad.- Muestra de 5 centímetros de ancho por 30 centímetros de longitud.

d. Resistencia interna.- Muestra de 5 por 5 centímetros.

e. Expansión lineal.- Muestra de 5 centímetros de ancho por 30 centímetros de longitud.

f. Extracción de tornillos.- La muestra debe medir 2,5 centímetros como mínimo de espesor.

g. Dureza.- La muestra debe tener dimensiones de 7,5 centímetros de ancho, 15 centímetros de longitud y 2,5 centímetros de espesor como mínimo.

D.02. La inspección visual para comprobar dimensiones se efectuará a cada una de las tablas que formen el lote.

Para efectuar las pruebas indicadas en el inciso D.03 se debe tomar al azar una tabla por cada lote de 100 piezas o fracción.

D.03. Métodos y procedimientos de prueba.- Las maderas prensadas que se usen en obras a cargo de la Administración Pública del Distrito Federal deben someterse a las pruebas que a continuación se especifican, para poder comprobar el cumplimiento de los requisitos necesarios para su aceptación, mencionados en esta norma.

a. Densidad.- Los requisitos sobre densidad deben comprobarse en probetas como se estipula en el subinciso D.01.a, misma que debe cumplir con una humedad de acuerdo al párrafo C.01.b.1. La densidad se determinará dividiendo el peso de la muestra en gramos, entre el volumen en centímetros cúbicos de la misma.

b. Módulo de ruptura.- Para determinar el módulo de ruptura se debe sujetar una muestra del tipo indicado en el subinciso D.01.b, a una fuerza de flexión, concentrada en el centro y perpendicular a la cara de la muestra, hasta lograr una ruptura de la misma. El módulo de ruptura se calcula con la siguiente fórmula.

$$r = \frac{1{,}5\ Pr\ L}{BH^2}$$

En donde:

P_r = Fuerza aplicada hasta la ruptura, en kilogramos.

L = Distancia entre apoyos, en centímetros.

B = Ancho de probeta, en centímetros.

H = Espesor de probeta, en centímetros,

r = Módulo de ruptura, en kilogramos por centímetro cuadrado.

c. Módulo de elasticidad.- El módulo de elasticidad se calcula con la expresión siguiente, utilizando para ello un máquina que, simultáneamente a la aplicación de la fuerza concentrada en el centro de la probeta utilizada para el módulo de ruptura, registre la gráfica de flexión de la misma, utilizando la siguiente fórmula.

$$E = \frac{P_f \cdot L^3}{40\, f\, I}$$

En donde:

P_f = Carga en el límite de proporcionalidad de la curva esfuerzo-deformación, en kilogramos.

L = Distancia entre apoyos, en centímetros.

E = Módulo de elasticidad, en kilogramos por centímetro cuadrado.

I = Momento de inercia de la sección transversal, respecto al eje centroidal perpendicular a la dirección de la carga, en centímetros a la cuarta potencia,

f = Deformación (flecha) correspondiente a la carga P, en centímetros.

CIUDAD DE MÉXICO

d. Resistencia interna.- La resistencia interna de las maderas prensadas se determina aplicando una fuerza de tensión perpendicular a la cara de una muestra como la mencionada en el subinciso D.01.d con una velocidad de aplicación constante. El resultado de dividir la fuerza en kilogramos entre la superficie de la probeta, dará la resistencia interna por centímetro cuadrado.

e. Expansión lineal.- En una muestra como la indicada en el subinciso D.01.e se determina el aumento en longitud, cuando después de acondicionarse a una humedad relativa del 50%, sea estabilizada a una humedad relativa del noventa 90%.

f. Resistencia a la extracción de tornillos.- Se determinará la fuerza necesaria para extraer un tornillo número 10 tipo "A" para lámina, atornillado en el agujero de diámetro de 90% del que corresponde al tornillo, mismo que debe penetrar. 2.5 centímetros como mínimo, debiendo cumplir con lo especificado en el subinciso C.01.g.

g. Dureza.- Consiste en determinar la carga necesaria para incrustar sobre la superficie de ensayo, una esfera de 1.13 centímetros de diámetro; la medida de esta carga será la dureza del material. La muestra utilizable se detalla en el subinciso D.01.g.

E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. Las maderas prensadas deben cumplir, para su aceptación, con todos los requisitos enumerados en este capítulo, pero podrán tener las siguientes tolerancias:

a. La anchura y longitud de las tablas cortadas, debe estar conforme a lo indicado en los párrafos C.01.a.1 y a.2, con una tolerancia permisible de más o de menos 1,6 milímetros.

b. El espesor de las tablas con la superficie terminada deberá ser conforme a lo especificado en el párrafo C.01.a.3. con una tolerancia permisible de más o menos 0,4 milímetros.

c. Los cantos terminados deberán ser conforme a una línea recta que se extiende de una esquina a la otra en el mismo canto, con una desviación máxima de 1,6 milímetros y puede desviarse de la escuadra perfecta un milímetro por metro de longitud, como máximo.

d. A juicio del representante del Gobierno del Distrito Federal, el contenido de humedad máximo especificado puede no ser exigible al llegar las tablas a su destino, pero sí en el momento del embarque.

e. La densidad no debe variar más o menos de 10% respecto a lo acordado por el representante del Gobierno del Distrito Federal.

CIUDAD DE MEXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPÍTULO 024 TABIQUES Y BLOQUES CERÁMICOS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Elementos de forma prismática rectangular, macizos o con una o varias perforaciones o celdas, los cuales se obtienen por moldeo, prensado a máquina, secado y cocción de pastas de barro, que se emplean para la construcción de muros.

A.02. Los siguientes bloques cerámicos se clasifican por su diseño en los siguientes tipos:

a. Tipo MqM.

Son tabiques compactos en toda su masa, admiten perforaciones perpendiculares a sus caras mayores, tales que el volumen total sea inferior al 15% del volumen de la pieza y la superficie de cada perforación sea inferior o igual a 6 cm^2, debiendo quedar sus lados por lo menos a 18 mm de distancia del borde exterior del block y a 30 mm entre sí.

b. Tipo MqP

Bloques que tienen perforaciones perpendiculares a las caras mayores, tales que el volumen total de las perforaciones puede ser superior al 15% e inferior o igual al 35% del volumen de la pieza. El área transversal de cada perforación debe ser menor o igual a 6 cm^2 y su distribución uniforme sobre la superficie total. El espesor de las caras debe ser igual o mayor a 15 mm, siendo las cáscaras las partes exteriores de tabique hueco. El espesor de las paredes debe ser igual o menor a 5 mm en cualquier sentido, entendiéndose por paredes a las partes interiores comprendidas entre los huecos y/o perforaciones.

c. Tipo MqHv.

Bloques cuyos huecos están dispuestos perpendicularmente a la cara de apoyo; el volumen total de los huecos es superior al 35% del volumen total de la pieza. Las cáscaras del tabique o bloque deben tener un espesor igual o mayor a 22 mm. Las paredes interiores deben tener un espesor igual o mayor a 8 mm en cualquier sentido. El área transversal de cada hueco debe

CIUDAD DE MÉXICO

exceder al 20% del área total del tabique o bloque. Las definiciones de cáscaras y paredes, corresponden a las indicadas en el párrafo anterior.

d. Tipo MqHh.

Bloques o tabiques, cuyos huecos están dispuestos paralelamente a la cara de apoyo, de tal manera que el volumen total de los huecos debe ser superior al 40% del volumen total del bloque. La cáscara del bloque debe tener un espesor igual o mayor a 15 mm, o a 18 mm en caso de tratarse de una cáscara doble (con perforaciones hasta del 33%). Las paredes deben tener un espesor igual o mayor a 8 mm. Las definiciones de cáscara y paredes se encuentran en el párrafo "b" de este inciso.

A.03. Por su grado de calidad, los tabiques y bloques se clasifican de acuerdo a la siguiente Tabla 1

TABLA 1 Clasificación de tabiques y bloques

Tipo	Designación	Grado de calidad
MqM	Tabiques macizos	A, B, C, D
MqP	Perforados	B, C, D
MqHv	Huecos verticales	C, D
MqHh	Huecos horizontales	D, E

El grado identifica la resistencia nominal a la compresión de grupos de tabiques.

A.04. Por el acabado de sus caras, los tabiques y bloques se clasifican en normales y esmaltados, con capa de esmalte en una, dos o tres caras.

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Tabiques y Bloques Cerámicos y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Determinación de las dimensiones de ladrillos y bloques para la construcción	NMX-C-038	SECOFIN
Determinación del esfuerzo de adherencia de los ladrillos cerámicos y el mortero de las juntas	NMX-C-082	SECOFIN
Generalidades	4.01.001.01	D.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Los tabiques y bloques cerámicos deben cumplir con los siguientes requisitos físicos:

a. Resistencia.- Los tabiques cerámicos deben cumplir con las resistencias mínimas a la compresión indicadas en la siguiente tabla 2

TABLA 2 Resistencia mínima a la compresión (kg/cm^2)

Tipos	Mqm				MqP			MqHv		MqHh	
Grados de calidad	A	B	C	D	B	C	D	C	D	D	E
Promedio de 5	250	150	120	50	100	75	50	75	50	50	30
Individual	200	100	80	40	80	60	40	60	40	40	20

b. Adherencia.- Los tabiques y bloques deben cumplir con los requisitos de adherencia indicados en la siguiente Tabla 3

TABLA 3 Adherencia mínima (kg/cm^2)

Tipos	Mqm				MqP			MqHv		MqHh	
Grados de calidad	A	B	C	D	B	C	D	C	D	D	E
Promedio de 5	6	4	4	2.5	4	4	2.5	3	2.5	3	2.5
Individual	4	3	2	1.7	3	2	1.7	2	1.7	2	1.7

c. Absorción.- Los tabiques y bloques deberán cumplir con los requisitos de absorción de agua indicados en la Tabla 4 siguiente:

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 4 Absorción de agua (% en peso)

Tipos	Mqm				MqP			MqHv		MqHh	
Grados de calidad	A	B	C	D	B	C	D	C	D	D	E
Promedio de 5	10	14	16	18	14	16	18	14	16	18	27
Individual	12	16	18	20	16	18	20	16	18	18	20

Nota: La absorción debe ser nula en las caras esmaltadas de los tabiques y bloques que tengan dicho acabado.

d. Disgregación.- Los tabiques y bloques cerámicos no deben presentar disgregaciones al tacto o al ser sumergidos en agua.

e. Acabado.- Los tabiques y bloques, por inspección visual en condiciones normales de luz, deben cumplir con los siguientes requisitos de acabado:

1. No se aceptan grietas, desportilladuras, ampollas y otros defectos visibles, que puedan afectar su resistencia a la compresión y/o su apariencia en el muro ya terminado, visto desde una distancia de tres metros.

2. Se acepta la existencia de manchas blanquecinas o de un color marcadamente diferente al color de los ladrillos, siempre y cuando al ser cepillados en seco, no dejen marcas visibles que puedan ser observadas a más de un metro de distancia.

3. Los tabiques o bloques deben estar exentos de módulos nocivos margosos y calizos o de otras sustancias que puedan dar origen a exfoliaciones y eflorescencias perjudiciales.

   El porcentaje máximo permitido de superficie cubierta por eflorescencias es del 25%.

4. Los bloques y tabiques con cara o caras esmaltadas no deben presentar burbujas, grietas, desportilladuras u otros defectos que puedan afectar su impermeabilidad o la apariencia en el muro ya terminado. Además, la textura de las caras debe ser lisa y uniforme en toda la superficie.

5. El color y tono deben ser los mismos para todos los componentes de un lote, ya sean tabiques o bloques.

   Esto debe cumplirse principalmente en la cara o caras esmaltadas de los tabiques o bloques que la tengan.

CIUDAD DE MÉXICO

C.02. Manejo y almacenamiento.

a. El manejo de los tabiques y bloques cerámicos debe ser cuidadoso, de tal forma que no produzcan roturas, desportilladuras o se lastimen las aristas de las piezas.

b. Los bloques o tabiques se deben almacenar sobre tarimas de madera para evitar la contaminación del material por contacto directo con el terreno.

Las piezas se deben acomodar en camas cuatrapeadas hasta una altura que no permita el derrumbe de las mismas, ni dañe las piezas inferiores.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. Por cada lote de 5000 piezas o fracción, se deben seleccionar por lo menos 25 piezas. Para los lotes de bloques de 1000 piezas deben seleccionarse 10 por lo menos y un número intermedio proporcional para tamaño de lote intermedio. En cualquiera de los casos, siempre deben escogerse tabiques y bloques enteros que sean representativos del lote del cual se han seleccionado.

D.02. Los diferentes tipos de pruebas, métodos de prueba, procedimientos y equipo para muestreo de los tabiques y bloques cerámicos, señalados en esta Norma, aparecen en el cuadro de Referencias en la cláusula B.

CIUDAD DE MÉXICO

D.03. Si los requisitos de las pruebas establecidas no se cumplen por la existencia de falla, se deben ejecutar dos pruebas más de la misma que falló, y los resultados de estas dos últimas pruebas, deben cumplir los requisitos que no fueron cubiertos por la primera.

E. BASES DE ACEPTACIÓN

E.01. Tolerancias.

a. Se puede aceptar que al momento de ser depositados en la obra de construcción cada lote de tabiques o bloques, contengan piezas partidas en dos o más secciones de cualquier volumen hasta en el 4%.

Para los grados A y B, la cantidad de tabiques o bloques seccionados no debe exceder del 2%.

b. Los tabiques o bloques grado A y B rechazados por la prescripción C.01.a. de la cláusula de requisitos, pueden ser reclasificados en los grados B, C o D, siempre y cuando cumplan con los demás requisitos del grado de calidad correspondiente.

c. Los tabiques y bloques con defectos visuales permitidos, no deberán exceder en número los porcentajes indicados en la siguiente Tabla 5:

TABLA 5 Porcentaje de defectos visuales en bloques y tabiques.

TIPO	Mq				
Grado	A	B	C	D	E
Piezas con defectos visuales permitidos en %	3	5	6	8	10

d. El color y textura de los tabiques y bloques cerámicos pueden fijarse de común acuerdo entre el representante del Gobierno del Distrito Federal y el fabricante, proporcionando en su caso una muestra testigo.

e. Dimensiones.

Los tabiques y bloques cerámicos deben tener las dimensiones requeridas por el representante del Gobierno del Distrito Federal y/o proyecto, siendo sus tolerancias las indicadas en la siguiente Tabla 6:

TABLA 6 Tolerancias dimensionales (En %)

Tipos	Mqm				MqP			MqHv		MqHh	
Grados de calidad	A	B	C	D	B	C	D	C	D	D	E
Largo	±2	±3	±4	±4	±3	3±	±4	±3	±4	±4	±5
Ancho	±2	±3	±4	±4	±3	3±	±4	±3	±4	±4	±5
Altura o peralte	±2	±3	±4	±4	±3	3±	±4	±3	±4	±4	±5

f. Tolerancias de forma

La desviación máxima permisible de la línea recta de las caras de los tabiques o bloques, en las aristas y/o esquinas, debe ser la que se indica en las Tablas 7 y 8 siguientes:

TABLA 7 Desviación máxima de la línea recta sobre la dimensión nominal (en %)

Tipos	Mqm				MqP			MqHv		MqHh	
Grados de calidad	A	B	C	D	B	C	D	C	D	D	E
Desviación	1	1,5	2	2	1,5	2	2	1,5	2	2	2

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 8 Acabado, saltaduras por tabique o bloque permisible en mm

Tipos	Mqm				MqP			MqHv		MqHh	
Grados de calidad	A	B	C	D	B	C	D	C	D	D	E
En esquinas	6	7	8	9	7	8	9	8	9	9	9
En aristas	3	4	5	6	4	5	6	5	6	6	6

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPÍTULO 025 BLOQUES DE CONCRETO PARA MUROS Y LOSAS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Materiales usados generalmente en la construcción de muros, de forma prismática rectangular, huecos, fabricados en moldes con cemento y agregados apropiados como: arena, piedra triturada, piedra pómez y escoria volcánica o tezontle; por su relación del volumen de la pieza y el volumen de sus huecos, se emplean también como elementos aligerantes en losas de entrepisos.

A.02. De acuerdo a su resistencia y al uso a que se les destine, los bloques de concreto se clasifican en:

a. Tipo "A".- Se deben usar en muros sujetos a cargas severas, absorción o golpes. Su baja porosidad permite el uso de este tipo de bloques en exteriores, sin recubrimiento.

b. Tipo "B11.- Se deben usar en muros sujetos a cargas manuales; en muros exteriores es necesario el uso de un recubrimiento o sellador adecuado.

c. Tipo "C".- Sólo se pueden usar en muros divisorios o de relleno sujetos a cargas moderadas. Por su alto porcentaje de absorción en caso de usarse en muros exteriores deben protegerse contra la intemperie por medio de un recubrimiento.

Mediante diseño especial del fabricante, este tipo de bloques por sus características de ligereza, es también usado como elemento aligerante en losas de entrepiso.

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Bloques de Concreto para Muros y Losas que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas, conceptos que deben sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales ya no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones	NMX-C-010	SECOFIN
Determinación de la contracción por secado de los bloques, ladrillos tabiques y tabicones de concreto	NMX-C-024	SECOFIN
Ladrillos, bloques y adoquines de concreto. Resistencia a la compresión. Método de prueba	NMX-C-036	SECOFIN
Bloques, ladrillos o tabiques y tabicones de concreto Determinación de la absorción de agua	NMX-C-037	SECOFIN
Determinación de las dimensiones de ladrillos y bloques para la construcción	NMX-C-038	SECOFIN
Generalidades	4.01.001.01	D.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Físicos.

a. Los requisitos de resistencia y absorción de los bloques de concreto se indican en la Tabla 1, los cuales deben cumplirse a la entrega del material.

TABLA 1 Requisitos de la calidad de bloques de concreto.

Tipo de bloque	Resistencia mínima de ruptura a la compresión (kg/cm^2)		Absorción máxima de agua fría en 24 horas (l/m^2)
	Promedio de 5 piezas	Mínimo individual por pieza	
A	50	40	240
B	35	28	375
C	23	18	- - - -

b. Las dimensiones que deben cumplir los bloques de concreto deben quedar comprendidas dentro de los siguientes rangos:

Ancho: 6 a 30 cm
Altura: 10 a 30 cm
Largo: más de 30 cm

1. Las dimensiones de los bloques enteros para muros, en sus tres tipos "A", "B" o "C" deben ser las siguientes:

   10 x 20 x 40 cm (ancho, alto y largo)
   12 x 20 x 40 cm
   15 x 20 x 40 cm
   20 x 20 x 40 cm

2. Las dimensiones de los bloques o cajas para losas de entrepisos aligeradas correspondientes al tipo "C", deben ser las señaladas en la Tabla 2.

TABLA 2 Dimensiones de bloques o cajas tipo “C” para losas de entrepiso.

Espesor o peralte en cm	Dimensiones en cm	
	Pieza suelta	Caja
10	10 X 20 X 40	10 X 40 X 40
12	12 X 20 X 40	12 X 40 X 40
15	15 X 20 X 40	15 X 40 X 40
	15 X 20 X 40	15 X 40 X 60
		15 X 60 X 60
20	20 X 20 X 40	20 X 40 X 40
	20 X 20 X 60	20 X 40 X 60
		20 X 60 X 60
25	25 X 20 X 40	25 X 40 X 40
	25 X 20 X 60	25 X 40 X 60
		25 X 60 X 60
30	30 X 20 X 40	30 X 40 X 40
	30 X 20 X 60	30 X 40 X 60
		30 X 60 X 60
35	35 X 20 X 60	35 X 40 X 60
		35 X 60 X 60
40	40 X 20 X 60	40 X 40 X 60
		40 X 60 X 60

CIUDAD DE MÉXICO

c. Las piezas en seco deberán cumplir con los requisitos de peso, indicados en la Tabla 3

TABLA 3 peso de bloques y cajas secos

Dimensiones en cm	Bloques (kg/pza)			Cajas (kg/pza) pieza suelta
	Tipo "C”	Tipo "B"	Tipo "A"	
10 X 20 X 40	5,6	8,0	9,6	5,6
12 X 20 X 40	6,4	8,8	10,8	6,4
15 X 20 X 40	7,2	9,6	11,6	7,2
20 X 20 X 40	9,6	13,6	16,4	9,6
20 X 20 X 60				14,0
25 X 20 X 40				11,0
25 X 20 X 60				15,5
30 X 20 X 40				12,4
30 X 20 X 60				18,0
35 X 20 X 60				20,7
40 X 20 X 60				23,6

d. Acabado.- Los bloques deben estar exentos de cuarteaduras, desportilladuras u otros defectos que puedan dificultar su manejo, debilitar su resistencia y perjudicar su apariencia. En caso de que los bloques vayan a ser utilizados en forma aparente, las caras expuestas deben estar libres de imperfecciones, fisuras u otros defectos.

CIUDAD DE MEXICO

e. Contracción.- Los rangos de contracción para bloques tipos "A" y "C" deben quedar comprendidos entre los siguientes valores:

1. Bloques de concreto "A” fabricados con arena y grava (tipo concreto) deben tener una contracción comprendida entre el 0,028 y el 0,033 del 1%.

2. Bloques de concreto tipo "C" fabricados con pómez (tipo ligero) deben tener una contracción comprendida entre el 0,048 y el 0,080 del 1%.

C.02. Fabricación.- Los bloques de concreto en cualquiera de sus tres tipos, se deben fabricar en moldes con máquinas de vibrocompresión, curados por aspersión de agua, al vapor, en autoclave o por métodos de rápido fraguado y carbonatación.

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. Salvo que el representante del Gobierno del Distrito Federal modifique o establezca tamaños de muestras diferentes a las relacionadas a continuación, los lotes de bloques deben ser muestreados de acuerdo con la Tabla 4.

Tabla 4 Tamaño de los lotes para muestreo

Tamaño del lote	Tamaño de la muestra
1 a 1 200	10
1 201 a 3 200	20
3 201 a 10 000	32
10 001 a 35 000	50
35 001 a 150 000	80
150 001 a 500 000	125
500 001 o más	200

D.02. La elección de los tabiques para formar las muestras, debe ser al azar y siguiendo el método estadístico adecuado para el efecto.

D.03. Los métodos de prueba para la verificación de los requisitos que deben cumplir los bloques de concreto y el equipo necesario para ejecutar dichas pruebas, se indican en la cláusula B de Referencias.

E. BASE DE ACEPTACIÓN

CIUDAD DE MÉXICO

E.01. Los bloques de concreto deben cumplir con las características señaladas en la cláusula C, pudiéndose aceptar si se encuentran dentro de las tolerancias señaladas en la Tabla 5.

Para tamaños de muestra entre 20 y 200, si las piezas defectuosas resultan estar entre el número para el que se acepta y el que se rechaza el lote, se procede a tomar un nuevo lote de igual tamaño, se prueba y si en esta ocasión no se cumple con lo anotado en la primera columna, el lote se rechazará.

E.02. Las tolerancias en las dimensiones y pesos de las piezas según el catálogo del fabricante, podrán ser las siguientes:

a. Dimensiones de las piezas:
Longitud y ancho ± 2 mm
Altura ± 3 mm

b. Peso de las piezas.
Bloques tipo "A" ± 8%
Bloques tipo "B" ± 8%
Bloques tipo "C" ± 12%

TABLA 5 Aceptación o rechazo de piezas defectuosas

Tamaño de la muestra	Piezas defectuosas	
	Se acepta el lote	Se rechaza el lote
10	1	2 o más
20	1	4 o más
32	2	5 o más
50	3	6 o más
80	5	8 o más
125	7	10 o más
200	10	13 o más

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPÍTULO 026 PIEZAS DE ARCILLA RECOCIDA PARA RECUBRIMIENTOS EN MUROS Y PISOS

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Materiales utilizados como protección u ornato en pisos y muros, elaborados con arcilla fundentes, caolín y otras materias primas minerales que les dan la resistencia necesaria mediante cocido a altas temperaturas. Pueden tener una de sus caras esmaltadas o de material natural y la otra estriada, para facilitar su adherencia y colocación.

A.02. Los materiales de protección u ornato se dividen en tres tipos:

a. Tipo A: Tienen un color uniforme, su cara superior debe estar perfectamente lisa, libre de grietas, burbujas y materias extrañas.

b. Tipo B: Cuenta con alguna tolerancia en los tonos de su color; no debe tener grietas, pero puede aceptar algunos defectos leves tales como: falta de esmalte, hundimiento, ondulaciones, esmalte picado, burbujas, etc., siempre y cuando los defectos enumerados no sean visibles a una distancia de un metro.

c. Tipo C: Son los materiales que sin reunir los requisitos del tipo B, pueden ser utilizados normalmente.

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Piezas de Arcilla para Recubrimientos en Muros y Pisos y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas conceptos que deberán sujetarse a lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Loseta de barro con vibrado	NMX-C-285	SECOFIN
Muestreo para la inspección por atributos	NMX-Z-012	SECOFIN
Determinación de las dimensiones de ladrillos y bloques para la construcción	NMX-C-038	SECOFIN
Generalidades	4.01.001.01	D.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

a. Dimensiones.

Los materiales utilizados en construcción como ornamento y recubrimiento de muros y pisos, se presentan en una variedad amplia de medidas y formas; pero deben cumplir con las tolerancias y características físicas indicadas en la norma NMX-C-285 que se cita en la cláusula B.

b. Resistencia.

1. La loseta utilizada en pisos, además de cumplir con los requisitos requeridos en los materiales utilizados como recubrimiento de muros, debe ser resistente al desgaste y pasar la prueba indicada en la norma NMX-C-285 citada en la cláusula B de acuerdo a los siguientes valores:

   1.1 Módulo de ruptura 50 kg/cm^2
   1.2 Desgaste mínimo 6 %

2. Cuando se utilizan materiales de recubrimiento u ornato en lugares donde las temperaturas tienen variaciones extremas, es necesario que el espécimen se someta a una prueba de intemperísmo según lo marca la norma NMX-C-285 de la cláusula B.

c. Acabado.

Las piezas deben tener las siguientes características:

1. Ser compactas, suficientemente cocidas y libres de grietas, laminaciones, ampollas y otros defectos que puedan dificultar su empleo.

CIUDAD DE MÉXICO

2. Estar estriadas en una de sus caras, ocupando dicho estriado el 40% ó 60% de su área total.

3. Pueden tener un acabado especial, que se debe indicar al fabricante para que éste ordene su producción.

4. Se pueden someter a un esmaltado integral en una de sus caras.

d. Marcado.

En caso de que el lote de entrega se reciba empacado, los empaques deben llevar el nombre de la persona o fábrica que los elaboró y la clasificación de acuerdo con la Norma y el sello de garantía.

C.02. Químicos.

Las materias primas utilizadas en la elaboración de las piezas de ornato y recubrimiento, deben estar constituidas básicamente por arcillas (barros, caolines), pizarras y tierras aluviales. Los principales constituyentes de los materiales mencionados anteriormente son los silicatos de aluminio hidratado, puros o mezclados, con proporciones varias de sílice, materiales feldespáticos, óxidos de fierro, calcio y magnesio, etc.; estas materias primas deben ser sometidas a selección y clasificación, con lo cual se debe proceder a proporcionar la mezcla que llenara las características de color, resistencia a la compresión y al desgaste.

C.03. Fabricación.

La elaboración de las piezas de barro para recubrimiento, está basada en las materias primas mencionadas en el inciso anterior, el proceso de clasificación de estos elementos se debe efectuar por tamizado; el producto así clasificado se debe mezclar para formar la pasta para fabricar las piezas, las cuales se deben someter a un secado posteriormente al cocido baja la acción de altas temperaturas.

C.04. Equipo de fabricación.

La fabricación de las piezas de barro para recubrimiento y pisos debe hacerse con equipo mecánico para lograr su mejor acabado, como son mezcladoras, prensas de gusano o hélices, por medio de la cual se obliga al material a pasar a través de una boquilla con la forma de las piezas deseada, sus medidas deben considerar la contracción de las piezas durante el proceso de secado y cocido; otros equipos pueden ser: máquina cortadora para dar las dimensiones a las piezas, equipo de transporte y hornos, donde la pieza toma la resistencia deseada por medio de un cocido a altas temperaturas.

CIUDAD DE MÉXICO

D. MUESTREO Y PRUEBAS

D.01. Tamaños de muestras.

El muestreo a que se deben sujetar las piezas de arcilla recocida para recubrimientos y pisos, salvo que el representante del Gobierno del Distrito Federal indique otro criterio, se debe llevar a cabo considerando tamaños, conforme a la Tabla 1:

Tabla 1 Aceptación y rechazo

Lote de entrega	Lote de muestra	Criterio de aceptación	
		Ac	Re
2 a 8	2	0	1
9 a 15	2	0	1
16 a 25	2	0	1
26 a 50	2	0	1
51 a 90	2	0	1
91 a 150	3	0	1
151 a 280	5	0	1
281 a 500	8	0	2
501 a 1200	13	1	3
1201 a 3200	20	1	4
3201 a 10000	32	2	5
10001 a 35000	50	3	6
35001 a 150000	80	5	8
150001 a 500000	125	7	10
500001 o más	200	10	13
Ac = Número de aceptación Re = Número de rechazo			

D.02. Salvo que el producto y/o el representante del Gobierno del Distrito Federal indique lo contrario, el muestreo de los materiales para recubrimientos y pisos de barro se debe efectuar conforme a lo señalado en la norma NMX-Z-012 citada en la cláusula B, puede efectuarse también de común acuerdo entre contratista y el representante del Gobierno del Distrito Federal.

CIUDAD DE MEXICO

E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. Si el resultado de las pruebas efectuadas cumple con los requisitos de la presente Norma y se encuentra dentro de las tolerancias de defectos permitidos, se puede aceptar el lote. Si el resultado excede el número de aceptación, pero no alcanza el de rechazo, a juicio del representante del Gobierno del Distrito Federal se puede aceptar el lote muestreado.

E.02. Tolerancia en las dimensiones, de acuerdo a lo señalado en la Tabla 2

TABLA 2 Tolerancia en las dimensiones, de acuerdo x

Largo en cm	Ancho en cm	Espesor máx. en cm	Tolerancia para largo y ancho
10	10	2,5	2 mm en más o en menos
15	10	2,5	2 mm en más o en menos
15	15	2,5	3 mm en más o en menos
20	10	2,5	3 mm en más o en menos
20	20	2,5	3 mm en más o en menos
30	15	2,5	4 mm en más o en menos
30	30	2,5	4 mm en más o en menos

E.03. Material que no esté dentro de estos requisitos y tolerancias será rechazado.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPITULO 027 LADRILLOS Y TABIQUES DE ARCILLA RECOCIDA

A. DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN

A.01. Las piezas de forma prismática que se obtienen por la cocción de mezclas de arcilla con otros materiales y agua, previamente secados.

A.02. Estas piezas se clasifican:

a. Según las dimensiones:

1. Ladrillo, con dimensiones nominales de 2 x 14x 28 cm.
2. Tabique, con dimensiones nominales de 7 x 14 x 28 cm.

b. Según la calidad (resistencia, color, tiempo de cocción), en:

1. Tipo A o rojizo

Son de alta resistencia (más de 70 kg/cm^2), recocidos a altas temperaturas y tiempo prolongado de cocción, color rojizo e incluso negruzco por ser el que está directamente expuesto a las flamas.

2. Tipo B o colorado

Son de baja resistencia (más de 50 kg/cm^2), recocido a temperatura baja y en corto tiempo de cocción, color entre amarillo y rojo por ser el que se encuentra hasta la parte alejada de las flamas.

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS

B.01. Existen algunos conceptos que intervienen o pueden intervenir en Ladrillos y Tabiques de Arcilla Recocida y que son tratados en otros capítulos de estas u otras Normas conceptos que deberán sujetarse en lo que corresponda a lo indicado en las cláusulas de Requisitos de Calidad, Muestreo y Pruebas, capítulos que se asientan en la siguiente tabla y de los cuales no se hará más referencia en el texto de este capítulo.

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Ladrillos y bloques cerámicos de barro, arcilla y/o similares	NMX-C-006	SECOFIN
Determinación de las dimensiones de ladrillos y bloques para la construcción	NMX-C-038	SECOFIN
Determinación de las dimensiones de las características del quemado superficial de los materiales de construcción	NMX-C-294	SECOFIN
Generalidades	4.01.001.01	D.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Físicos.

a. Los ladrillos y tabiques de arcilla recocida, hechos a mano, deberán satisfacer los requisitos físicos y mecánicos que se indican en la Tabla 1.

TABLA 1 Requisitos físicos y mecánicos

Concepto	Tipos		
	"A"	"B"	"C"
Esfuerzo de ruptura a la flexión en kg/cm^2, mínimo	15	12	10
Esfuerzo de compresión a la aparición de la primera grieta, en kg/cm^2, mínimo	30	25	20
Esfuerzo de compresión a la ruptura en kg/cm^2, mínimo	70	60	50
Por ciento de absorción a las 24 horas de permanencia en agua fría, máximo	20	23	25
Por ciento de absorción a las 5 horas de permanencia en agua en ebullición, máximo	25	28	30
Coeficiente de saturación máximo	0,80	0,82	0,84

C.02. Manejo y almacén.- Estas piezas se deben manejar y transportar a modo de evitar desportilladuras o roturas. Se deben estibar de canto y en las cabeceras (extremos horizontales de las hiladas) se deben colocar en posición perpendicular con cierta pendiente para proteger la hilada, evitando deslizamientos y rompeduras.

D. MUESTREOS Y PRUEBAS

D.01. El número de piezas para conformar una muestra y el número de éstas se debe determinar siguiendo los criterios establecidos en las normas señaladas en la cláusula B de Referencias.

D.02. La elección de las piezas debe hacerse como se indica en la misma Norma citada en D.01. y en caso de que exista una conformación especial para los lotes, se seguirá el procedimiento estadístico de elección adecuado al caso.

D.03. Las pruebas se deben llevar a cabo según lo indicado en las normas señaladas en la clausula B de Referencias.

E. BASE DE ACEPTACIÓN

E.01. El representante del Gobierno del Distrito Federal debe rechazar cualquier lote de piezas cuya(s) muestra(s) no haya (n) cumplido con los requisitos aquí establecidos y sometidos a verificación conforme a las pruebas citadas en la cláusula D.

Si el material ha sido puesto en obra y posteriormente rechazado por no cumplir con las Normas, se debe marcar el lote correspondiente y ordenar su retiro que será por cuenta y riesgo del contratista.

E.02. La tolerancia en dimensiones para las piezas de arcilla recocida debe ser de ± 5%

En lo referente a los demás requisitos físicos, la tolerancia será de ± 3%.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPÍTULO 028 SELLO PARA CAPA DE RODAMIENTO

A. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO.

A.01. Material bituminoso natural o procesado, pétreo graduado o mezcla asfáltica que reúna las características mínimas de calidad, que al ser aplicado sobre la superficie de una vialidad, mejore su textura o restablezca el índice de servicio de proyecto.

A.02. Por sus características, el material sellador se clasifica en:

a. Asfáltico, que puede ser:

1. Asfalto. Subproducto obtenido de la destilación del petróleo para eliminar solventes volátiles y parte de sus aceites, formado por hidrocarburos y minerales, con apariencia de color negro y compacto.

2. Betún. Material mineral de origen natural, rico en carbono y en hidrógeno, el que una vez procesado se convierte en asfalto.

b. Químico asfáltico. Cuando al cemento AC-20, se le agregan productos químicos para mejorar las propiedades sellantes del mismo, pudiendo ser:

CIUDAD DE MÉXICO

1. Emulsión asfáltica
2. Emulsión asfáltica modificada
3. Asfalto modificado
4. Aditivos

c. Mezcla asfáltica, producto obtenido por la incorporación y distribución uniforme de un material asfáltico en un pétreo, pudiendo ser:

1. Mortero asfáltico (slurry seal)
2. Micro aglomerado

d. Pétreo, material natural seleccionado o sujeto a tratamiento de disgregación, cribado, trituración o lavado, que aglutinado con un material asfáltico, se emplea en la elaboración de mezclas asfálticas.

A.03. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de calidad del material de sello pétreo, bituminoso o mezclado entre sí, que permitan mejorar la textura superficial, renovar la superficie asfáltica deteriorada o mejorar la resistencia al deslizamiento de los neumáticos de los vehículos sobre la carpeta asfáltica.

B REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CAPÍTULO	NORMAS Y MÉTODOS DE PRUEBA DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Equivalente de arena	M.MMP.4.04.004/02	S.C.T.
Desgaste en la Máquina de los Ángeles	M.MMP.4.04.006/02	S.C.T.
Intemperismo acelerado	M.MMP.4.04.008/03	S.C.T.
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua	M.MMP.4.05.042/03	S.C.T.
Partículas alargadas y lajeadas	M.MMP.4.04.005/02	S.C.T.
Determinación de la viscosidad Saybolt-Furol. Materiales bituminosos	NMX-C-087-1980	ONNCCE
Determinación de la viscosidad en materiales bituminosos	NMX-C-096-2002	ONNCCE
Método de muestreo de materiales bituminosos utilizados en la construcción	NMX-C-203-1973	ONNCCE
Materiales pétreos para carpeta, mezcla asfáltica y riego de sello	4.01.01.007	G.D.F.
Mezclas asfálticas	4.01.01.008	G.D.F.
Aditivos para materiales asfálticos	4.01.02.053	G.D.F.
Materiales asfálticos modificados	4.01.02.056	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. El material que se utilice en la elaboración del sello para capa de rodamiento debe cumplir con las siguientes características de calidad:

a. El asfalto y las emulsiones asfálticas deben cumplir con lo señalado en el capítulo 4.01.01.008 “Materiales asfálticos”.

b. Los aditivos deben cumplir con lo señalado en el capítulo 4.01.02.053 “Aditivos para materiales asfálticos”.

c. El asfalto y la emulsión asfáltica modificados deben cumplir con lo señalado en el capítulo 4.01.02.056. “Materiales asfálticos modificados”.

d. Los requisitos de calidad de los materiales que se utilicen para la elaboración del mortero asfáltico que se empleará como sello para capa de rodamiento, deben obtenerse de los capítulo 4.01.02.001 “Mezclas asfálticas” y 4.01.01.007 “Materiales pétreos para carpeta, mezcla asfáltica y riego de sello”.

C.02. Slurry seal. Mezcla asfáltica en estado semifluido, elaborada en frío compuesta por agregados pétreos finos graduados, emulsión asfáltica, agua, “filler” mineral y/o aditivos. Esta mezcla se utiliza para el sellado de grietas, corregir defectos severos, oxidación, pérdida de aglutinante y para aumentar la resistencia al derrape y prevenir el acuaplaneo en vialidades.

CIUDAD DE MÉXICO

C.03. Micro aglomerado. Mezcla asfáltica compuesta por agregados pétreos con un tamaño máximo de 10 mm, emulsión asfáltica modificada o cemento asfáltico (generalmente modificado) y/o aditivo y filler o polvo mineral de aportación. Esta mezcla puede ser:

a. Elaborada en frío

b. Elaborada en caliente

Se utiliza para tratamiento superficial de espesor delgado (1 a 3,5 cm), y no debe ser considerado como un elemento de la estructura del pavimento.

C.04. La granulometría de la mezcla asfáltica para micro carpeta, dependiendo del nivel de rugosidad de la carpeta y de la densidad del tránsito vehicular, puede ser según se muestra en las Tablas 1 y 2

TABLA 1 Granulometría de mezcla asfáltica para micro carpeta, elaborada en frío

Malla	Tipo A	Tipo B
	% que pasa	% que pasa
3/8”	100	100
No 4	90-100	70-90
No 8	65-90	45-70
No 16	45-70	28-50
No 30	30-50	19-34
No 50	18-30	7-18
No 100	10-21	7-18
No 200	5-15	5-15

TABLA 2 Granulometría para mezcla asfáltica en caliente, para elaboración de micro carpeta

Malla	% que pasa			
	M-10	M-8	F-10	F-8
1/2”	100	---	100	---
3/8”	75-97	100	75-97	100
5/16”	---	75-97	---	75-97
No 4	15-28	15-28	25-40	25-40
No 10	11-22	11-22	18-32	18-32
No 40	8-16	8-16	10-20	10-20
No 200	5-8	5-8	7-10	7-10

CIUDAD DE MÉXICO

NOTAS: M = Micro carpeta tipo mono granular, para capas de 1 a 2 cm de espesor
F= Micro carpeta tipo capa fina, para capas de 2 a 3,5 cm de espesor

C.05. El filler de aportación debe ser del 10% en peso total de la mezcla y cumplir con las siguientes proporciones:

a. Para mezclas F, el 100% de aportación (10% en peso)

b. Para mezclas M, el 50% de aportación (5% en peso)

C.06. La velocidad de rompimiento de la emulsión que se va a emplear en la mezcla para micro carpeta, elaborada en frío, debe ser determinada por el proyecto o por la Residencia de Obra y antes de su aplicación debe mantenerse estable.

C.07. Además de lo establecido anteriormente, para el diseño de la mezcla asfáltica para micro carpetas, se deben cumplir las siguientes especificaciones señaladas en la Tabla 3:

TABLA 3 Características de los insumos materiales que deben considerarse en el diseño de mezclas asfálticas para micro carpetas

Descripción del concepto	Requisito de calidad	Métodos de prueba
Características del agregado		
Azul de metileno	1 % máximo	UNE-EN933-9:1999
Equivalente de arena	65 %máximo	M.MMP. 4.04.004 S.C.T.
Desgaste en la máquina de Los Ángeles	25 % máximo	M.MMP.4.04.006 S.C.T.
Intemperismo acelerado	12 % máximo	M.MMP.4.04.008 S.C.T.
Partículas alargadas y lajeadas	Para carpetas tipo M = 20% máximo F = 25% máximo	M.MMP.4.04.005/02 S.C.T.
Características de la mezcla		
Resistencia a la tracción indirecta	Para carpetas tipo: F = 350 kPa mínimo M = 800 kPa mínimo	NLT-346/90
Pérdida de estabilidad por inmersión en agua	25 % máximo	M.MMP.4.05.042/03 S.C.T.
Estabilidad	750 kg_f mínimo	Método Marshall
Fluencia	Entre 1 y 5 mm	Método Marshall
% de vacíos	Entre 4 y 8	Método Marshall
% de asfalto	5 a 5,5% en peso de la mezcla	4.01.02.001 Mezclas asfálticas G.D.F.

C.08. Requisitos para el almacenamiento del material bituminoso para sello:

a. Los depósitos que se utilicen deben reunir los requisitos mínimos necesarios para evitar la contaminación de los productos que se almacenen en ellos.

b. Deben estar protegidos contra incendios y fugas.

CIUDAD DE MÉXICO

c. Cuando sea necesario, debe disponerse de los elementos para carga, descarga y limpieza en su caso.

C.09. Transporte del material bituminoso para sello

a. Los tanques para transporte deben ser herméticos, con tapas y dispositivos apropiados para evitar fugas, y disponer de los letreros de identificación del material.

b. Estos vehículos deben estar protegidos contra incendios y fugas.

c. Cuando sea necesario se debe disponer de los elementos para carga, descarga y limpieza en su caso.

C.10. Identificación del material bituminoso para sello. El fabricante debe entregar los envases con la hoja de datos de seguridad del producto y una etiqueta adherida a cada envase, localizada en área visible con la información siguiente:

a. Nombre del fabricante
b. Marca del producto
c. Peso total
d. Contenido neto
e. Número del lote
f. Instrucciones de uso y cuidados en el manejo
g. Fecha de fabricación
h. Fecha de caducidad
i. Leyenda de “Hecho en México” o país de procedencia

CIUDAD DE MÉXICO

C.11. El almacenamiento del sellador pétreo debe llevarse a cabo de acuerdo a lo siguiente:

a. El material pétreo una vez tratado, se debe almacenar en tolvas o silos metálicos sin orificios, con superficie interior limpia y lisa, o bien en un sitio específicamente destinado para tal uso; cuando en dicho sitio no se cuente con un firme, previamente a su utilización se debe:

b. Remover la materia vegetal y limpiar la superficie.

c. Conformar, nivelar y compactar la superficie dejando una sección transversal uniforme que permita el drenaje.

d. Colocar, compactar y mantener sobre el terreno, una capa de quince centímetros de espesor como mínimo, utilizando el mismo material pétreo por almacenar, para evitar la contaminación del resto del material que se coloque encima.

e. Durante el almacenamiento se debe evitar la circulación de vehículos sobre los montículos de materiales, pero en caso de que esto sea estrictamente necesario, se debe colocar un camino de tablas para evitar la contaminación del material pétreo.

f. Cuando el material pétreo no vaya a usarse por un periodo prolongado, es conveniente que se cubra con lonas para protegerlo del intemperismo y suciedad.

C.12. El transporte del material pétreo debe realizarse de acuerdo a lo señalado en la reglamentación federal aplicable y el Reglamento de Tránsito del Distrito Federal vigente.

C.13. El tiempo de transporte de la mezcla asfáltica de micro aglomerados, debe ser menor que 120 minutos.

C.14. La compactación (compacidad), debe realizarse con dos rodillos metálicos de 8 a 12 toneladas de peso sin vibración, con un número de pasadas superior a seis (no compactar con equipo neumático para evitar la adherencia del material). La vibración se recomienda únicamente en las juntas

CIUDAD DE MÉXICO

C.15. Las temperaturas de manejo del micro aglomerado, debe ser de acuerdo con lo establecido en el capítulo 4.01.02.001. “Mezclas asfálticas” de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. Para comprobar la calidad del sellador bituminoso de pavimentos, se deben obtener muestras que representen los lotes almacenados ya sea en bodega del fabricante o en la obra, de acuerdo al muestreo señalado en la norma mexicana NMX-C-203, citada en la cláusula B de Referencias.

E.02. Se considera como lote toda la cantidad de un mismo producto de la misma fecha de elaboración que el fabricante almacene y ponga a disposición del representante del Gobierno del Distrito Federal.

E.03. El personal designado debe limitarse a muestrear la cantidad que interesa al Gobierno del Distrito Federal, marcando claramente los envases que correspondan al lote de muestreo.

E.04. Deben distribuirse dos clases de muestras: las parciales y las compuestas. Las parciales son aquellas que se obtengan de un solo envase, seleccionado al azar y las compuestas son las que resulten de combinar todas las pruebas parciales pertenecientes a un mismo lote.

E.05. Una muestra parcial debe obtenerse en uno de cada 50 envases, cuando más; pero cada lote debe contener cinco muestras parciales como mínimo.

E.06. Una muestra compuesta debe ser el resultado de la combinación de cinco o más muestras parciales según el tamaño del lote y la capacidad de los envases. La muestra compuesta será la que represente al lote muestreado y por lo tanto la que se someta a ensaye para comprobar si cumple con la calidad requerida.

E.07. Todas las muestras que se obtengan para comprobación de calidad, deben identificarse mediante la aportación de los siguientes datos:

CIUDAD DE MÉXICO

a. Marca comercial del producto
b. Nombre del fabricante
c. Lugar y fecha del muestreo
d. Cantidad del producto representado por la muestra
e. Nombre de la prueba a la que se someterá según norma
f. Fecha de fabricación del producto
g. Obra a la que se destinará el producto
h. Nombre del muestreador
i. Nombre del que realizó la prueba
j. Nombre y firma del responsable de(l)(los) resultado(s) de la(s) prueba(s)

Cuando la muestra se obtenga del fabricante y el envío del producto a la obra quede supeditado a los resultados de su ensaye, los envases deben marcarse por

el exterior con la finalidad de constatar la consistencia entre los lotes muestreados y el que se reciba en obra, en caso de ser aceptada.

CIUDAD DE MÉXICO

E.08. Las pruebas a las que se debe someter el sellador bituminoso son las siguientes:

a. La prueba para determinar el peso específico relativo a la densidad de los cementos asfálticos, consiste en la relación entre el peso de un volumen dado del material a 298 K (25 ºC) y el peso de un volumen igual de agua a la misma temperatura, esta prueba debe realizarse como se indica en las normas señaladas en la cláusula B de Referencias.

b. Para la prueba de viscosidad de los cementantes asfálticos, se utilizará el método Saybolt-Furol, el cual permite conocer sus características de flujo a la temperatura de 408 K (135 ºC), pudiéndose realizar esta prueba a otras temperaturas comprendidas entre 393 K (120 ºC) y 508 K (235 ºC), con la finalidad de conocer la susceptibilidad al calor de los cementos asfálticos y determinar las viscosidades apropiadas para su utilización. Dicha prueba se debe realizar de acuerdo a lo estipulado en las normas señaladas en la cláusula B de Referencias.

c. Para determinar la consistencia del sello bituminoso, debe medirse la penetración vertical de una aguja en una muestra de dicho material bajo condiciones establecidas de peso, tiempo y temperatura; la profundidad a la que penetra la aguja mencionada, se mide en décimos de milímetro. Dicha prueba debe realizarse de acuerdo a lo estipulado en las normas señaladas en la cláusula B de Referencias.

d. La prueba de ductilidad de los cementos asfálticos, medida por la máxima distancia a la cual una briqueta de características especificadas puede ser estirada sin romperse, bajo condiciones de temperatura y velocidad, debe realizarse de acuerdo a lo establecido en las normas señaladas en la cláusula B de Referencias.

e. La prueba de solubilidad de los cementos asfálticos consiste esencialmente en disolver en percloroetileno o tetracloroetileno una muestra del sellador bituminoso, filtrándola a través de una capa de fibra de asbesto, en donde se retiene la fracción insoluble, de acuerdo a lo establecido en las normas señaladas en la cláusula B de Referencias.

f. La prueba de punto de inflamación consiste en tomar la temperatura mínima a la que el sellador bituminoso produce flamas instantáneas al estar en contacto con el fuego directo, de acuerdo a las normas señaladas en la cláusula B de Referencias.

CIUDAD DE MÉXICO

g. La prueba de punto de reblandecimiento, consiste en determinar la temperatura máxima a la cual una muestra del sello bituminoso se mantiene en el anillo horizontal. Los resultados de esta prueba permiten estimar la consistencia de los cementos asfálticos, de acuerdo a las normas señaladas en la cláusula B de Referencias.

h. La prueba de la película delgada que sirve para estimar el endurecimiento que sufren los cementos asfálticos que en películas de pequeño espesor se someten a los efectos del calor y del aire, evaluando dicho endurecimiento mediante la penetración que conserva el sello bituminoso y la pérdida de peso que experimenta al sometérsele a un proceso de calentamiento, de acuerdo a la norma señalada en la cláusula B de Referencias.

i. La prueba de resistencia a la abrasión en húmedo, consiste en analizar varias proporciones del sello bituminoso que se aplicará a los especímenes de prueba y determinar cual resiste la abrasión en húmedo. Para esta prueba se debe tomar en cuenta el procedimiento del método de prueba de pérdida de estabilidad por inmersión en agua.

E.09. El muestreo y las pruebas del sellador pétreo debe realizarse de acuerdo a lo señalado en el capítulo 4.01.01.007 “Materiales pétreos para carpeta, mezcla asfáltica y riego de sello”.

F BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. El lote de material que no cumpla con lo establecido en esta norma, debe ser rechazado.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES
CAPÍTULO 029 RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN RECICLADOS

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Residuo de la construcción: Material, producto o subproducto generado durante las actividades de excavación, demolición o desmantelamiento de instalaciones de obra, pública o privada.

A.02. Residuos de la construcción reciclados: Material que ha tenido un proceso de selección, molienda, cribado y almacenamiento, entre otros, y que por sus características puede ser reincorporado en las obras a cargo del Gobierno del Distrito Federal.

A.03. Los materiales definidos en A.02, se clasifican:

a. Por su origen:
1. Pétreos
2. Limo-arcilloso (tepetate)
3. Prefabricados de mortero y de concreto
4. Derivados de arcilla
   4.1. Recocida
   4.2. Vitrificada
5. Concreto hidráulico
6. Concreto asfáltico
7. Otros

CIUDAD DE MÉXICO

b. Por su potencial reincorporación en construcción de:

1. Terraplenes
2. Sub-bases
3. Bases
4. Carpetas asfálticas
5. Terraplenes
6. Plantillas
7. Camas (Plantillas para tuberías)
8. Relleno de zanjas que alojan conductos
9. Relleno de excavaciones para cimientos
10. Relleno de oquedades y cavernas
11. Cubierta en capas de rellenos sanitarios
12. Cubiertas en áreas ajardinadas
13. Mejoramiento de terreno bajo el nivel de la subrasante
14. Explanadas

c. Por su granulometría el material que resulta del reciclado de los materiales de construcción comprende:

1. Gruesos, con partículas mayores a 4,75 mm (3/16”).

2. Finos, con partículas menores o iguales a 4,75 mm (3/16”), debiendo pasar más del 95 % de la fracción gruesa por la malla 4,75 (No. 4) y menos del 5 % por la malla 0,075 (No. 200).

A.04. Los residuos de la construcción como papel, madera, metales, plástico, residuos de podas, tala y jardinería, paneles de yeso, vidrio, entre otros, no son considerados en este capítulo, en virtud de que su reuso no es aplicable a las obras consideradas en el subinciso A.03.b.

A.05. El objeto de este capítulo es determinar parámetros de calidad mínimos de los residuos de construcción reciclados, para ser utilizados en las obras a cargo del Gobierno del Distrito Federal.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. El presente capítulo se complementa con la normatividad siguiente:

CONCEPTOS	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Ley Ambiental del Distrito Federal.	G.0.D.F.	G.D.F
Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal.	G.0.D.F	G.D.F.
Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.	D.0.F.	SEMARNAT
Reglamento de Impacto Ambiental y Riesgo.	G.0.D.F	G.D.F.
Reglamento de Transporte del Distrito Federal.	G.0.D.F	G.D.F.
Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y sus Normas Técnicas Complementarias	G.0.D.F	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTOS	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Características de los residuos peligrosos, el listado de los mismos y los límites que hacen a un residuo peligroso por su toxicidad al ambiente.	NOM-CRP-001 ECOL	SEMARNAT
Peso y dimensiones máximas con los que se pueden circular los vehículos de autotransporte que transiten en los caminos y puentes de jurisdicción federal.	NOM-012-STC-2	S.C.T.
Materiales para terraplén.	N-CMT-1-01-02	S.C.T.
Materiales para sub-bases.	N-CMT-4-02-001-04	S.C.T.
Materiales para bases hidráulicas	N-CMT-4-02-002-04	S.C.T.
Materiales para subrasante	N-CMT-1-03	S.C.T.
Rellenos.	N-CTR-CAR-1-01-011-00	S.C.T.
Muestreo de materiales para terracerías	M-MMP-1-01	S.C.T.
Muestreo de materiales para revestimiento, sub-base y base.	M-MMP-4-01-001	S.C.T.
Granulometría	M-MMP-4-01-003	S.C.T.
Límites de consistencia	M-MMP-4-01-006	S.C.T.
Valor soporte de California	M-MMP-4-01-007	S.C.T.
Equivalente de arena	M-MMP-4-01-008	S.C.T.
Desgaste Los Ángeles	M-MMP-4-01-009	S.C.T.
Grado de compactación	M-MMP-4-01-011	S.C.T.
Partículas alargadas y lajeadas	M-MMP-4-01-016	S.C.T.
Cribas para la clasificación de materiales granulares	NMX-B-231	SECOFIN

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTOS	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Agregados. Muestreo	NMX-C-30	ONNCCE
Agregados. Determinación de partículas ligeras.	NMX-C-72	ONNCCE
Agregados. Determinación de la sanidad por medio del sulfato de sodio o del sulfato de magnesio.	NMX-C-75	ONNCCE
Agregados. Especificaciones.	NMX-C-111	SECOFIN
Agregados. Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado grueso.	NMX-C-164	SECOFIN
Agregados. Contenido total de humedad por secado. Método de prueba.	NMX-C-166	SECOFIN
Agregados ligeros. Especificaciones.	NMX-299	SECOFIN
Clasificación y especificaciones de manejo de residuos de la construcción en el Distrito Federal	NADF-007-RNAT-2004	G.D.F.
Exploración y muestreo de materiales.	2.01.01.002	G.D.F.
Geotecnia.	2.02.02.001	G.D.F.
Sistemas de alcantarillado	2.03.04.006	G.D.F.
Plantas de tratamiento de desechos sólidos	2.03.05.003	G.D.F.
Terraplenes y rellenos	3.01.01.013	G.D.F.
Sub-base.	3.01.01.014	G.D.F.
Base hidráulica.	3.01.01.015	G.D.F.
Base negra.	3.01.01.016	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTOS	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Construcción de guarniciones, banquetas y andaderos.	3.01.01.028	G.D.F.
Áreas ajardinadas y forestación	3.01.01.032	G.D.F.
Plantilla.	3.01.02.004	G.D.F.
Generalidades.	4.01.01.001	G.D.F.
Materiales para terracería y terracerías.	4.01.01.005	G.D.F.
Materiales para revestimientos, sub-bases y bases.	4.01.01.006	G.D.F.

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. El material producto de residuos de la construcción para ser procesado y ser utilizado en las obras clasificadas en el subinciso A.03.b, debe estar libre de residuos orgánicos como papel, cartón, madera, textiles, entre otros.

C.02. Debe estar libre de residuos peligrosos que por sus características, corrosivas, radioactivas, explosivas, tóxicas, inflamables, biológico-infecciosas, o de reactividad, representen un peligro para el ambiente o la salud, como se define en la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos, y en la Norma Oficial Mexicana NOM-CRP-001-ECOL-SEMARNAT, indicadas en la cláusula B de Referencias.

C.03. Los residuos de la construcción reciclados, no deben usarse para la construcción de sub-bases y bases de vialidades primarias, filtros de cualquier tipo en obra civil, donde la función de colmatación provoquen un deterioro y para la fabricación de concretos hidráulicos del tipo estructural, definidos en el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y en la Norma Técnica Complementaria para Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto indicados en la cláusula B de Referencias.

C.04. El material resultado del proceso de reciclado de residuos de la construcción que se use en las obras indicadas en el subinciso A.03.b, excepto las indicadas en el inciso C.03, de esta cláusula, puede sustituir al material virgen, en el porcentaje que determine el proyectista en su diseño, una vez que demuestre plenamente mediante estudios y pruebas de laboratorio la resistencia a las solicitaciones a las que será sometido el material y además garantice la vida útil especificada en el proyecto ejecutivo de la obra que se realice para el Gobierno del Distrito Federal, respaldando además el porcentaje de material reciclado establecido, mediante el estudio de beneficio-costo.

C.05. Los residuos de la construcción reciclados que se utilicen para la formación de terraplenes, no deben contener material orgánico como la turba, ni producto de despalmes, deben cumplir, con los requisitos de calidad que se establecen en la norma N-CMT-1-01/02, "Materiales para terraplén", de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, indicada en la cláusula B de Referencias y en la siguiente Tabla 1

TABLA 1. Requisitos de calidad de materiales para terraplén

CARACTERÍSTICAS	VALOR EN %
Límite líquido, máximo	50
Valor soporte de California (CBR) (1), mínimo	5
Expansión, máxima	5
Grado de compactación(2)	90 ± 2

CIUDAD DE MÉXICO

(1) En especímenes compactados dinámicamente, al porcentaje de compactación indicado en esta tabla, con un contenido de agua igual al del material en el banco a 1,50 m de profundidad.

(2) Respecto a la masa volumétrica seca máxima del material compactado con el contenido de agua óptimo, obtenida mediante la prueba AASTHO estándar, salvo que el proyecto o el Gobierno del Distrito Federal indiquen otro parámetro. Cuando el material no sea compactable, de acuerdo con lo indicado en el Manual M-MMP-1-02 "Clasificación de fragmentos de roca y suelos", se colocará en capas del espesor mínimo que permita el tamaño máximo del material y se bandeará, previa aplicación de un riego de agua a razón de 150 L / m3, dando como mínimo tres pasadas en toda la superficie en cada capa, con el equipo apropiado de 36,7 toneladas.

C.06. Las sub-bases que se construyan con residuos de la construcción reciclados, estos materiales tendrán que cumplir con los requisitos de calidad establecidos en las normas N-CMT-4-02-001-04 “Materiales para sub-bases”.

C.07. Las características granulométricas que deben cumplir los residuos de la construcción reciclados que se utilicen para la sub-base en pavimentos asfálticos, son las especificadas en el capítulo 4.01.01.006 “Materiales para revestimiento, sub-base y base” del Libro 4 Tomo I “Calidad de los materiales”, de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, indicado en la cláusula B de Referencias

C.08. Tomando en consideración lo establecido en el subinciso C.04 de este capítulo los residuos de la construcción reciclados que se empleen en la conformación de sub-bases para pavimentos asfálticos, deben cumplir con los requisitos de calidad que se describen en la norma N-CMT-4-02-001-04, “Materiales para sub-bases”, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, indicada en la cláusula B de Referencias y en la siguiente Tabla 2.

TABLA 2. Requisitos de calidad de los materiales para sub-bases de pavimento asfáltico

CARACTERÍSTICAS	VALOR EN %	
	ΣL≤106 (1)	ΣL>106 (1)
Límite líquido(2), máximo	30	25
Índice plástico (2), máximo	10	6
Valor soporte de California (CBR) (2,3), mínimo	50	60
Equivalente de arena (2), mínimo	30	40
Desgaste Los Ángeles(2) , máximo	50	40
Grado de compactación (2,4), mínimo	100	100

(1) ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento.

(2) Determinado mediante el procedimiento de prueba que corresponda, indicadas en las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes que se señalan en la cláusula B de Referencias.

(3) Con el grado de compactación indicado en esta Tabla 2.

(4) Respecto a la masa volumétrica seca máxima debe ser obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, salvo que el proyecto o el representante del Gobierno del Distrito Federal indique otro procedimiento.

C.09. Los residuos de la construcción reciclados que se utilicen para la conformación de bases en pavimentos asfálticos, deben cumplir con lo especificado en el capítulo 4.01.01.006 “Materiales para revestimiento, sub-base y base” del Libro 4 Tomo I “Calidad de los materiales”, de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, siempre que no se contraponga con los requisitos establecidos en el inciso C.07 de este capítulo.

C.10. Las características granulométricas que deben cumplir los residuos de la construcción reciclados que se utilicen en las bases de pavimentos asfálticos, son las especificadas en el capítulo 4.01.01.006 “Materiales para revestimiento, sub-base y base” del Libro 4 Tomo I “Calidad de los materiales”, de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, indicado en la cláusula B de Referencias.

C.11 Los residuos de la construcción reciclados que se utilicen en la construcción de bases hidráulicas de pavimentos asfálticos o pavimentos de concreto hidráulico, deben cumplir con los requisitos de calidad especificados en la norma N-CMT-4-02-002-04, “Materiales para bases hidráulicas”, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, indicada en la cláusula B de Referencias y en la siguiente Tabla 3.

TABLA 3. Requisitos de calidad de los materiales para bases de pavimentos con carpeta de mezcla asfáltica.

CARACTERÍSTICAS	VALOR EN %	
	ΣL≤106 (1)	ΣL>106 (1)
Límite líquido (2) máximo	25	25
Índice plástico (2) máximo	6	6
Valor soporte de California (CBR)(2,3) mínimo	80	100
Equivalente de arena(2) mínimo	40	50
Desgaste Los Ángeles (2) máximo	35	30
Partículas alargadas y lajeadas (2) máximo	40	35
Grado de compactación (2,4) mínimo	100	100

(1) ΣL = Número de ejes equivalentes acumulados, de 8,2 toneladas, esperado durante la vida útil del pavimento.

(2) Determinado mediante el procedimiento de prueba que corresponda, indicadas en las normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes que se señalan en la cláusula B de Referencias.

(3) Con el grado de compactación indicado en esta Tabla 3.

(4) Respecto a la masa volumétrica seca máxima obtenida mediante la prueba AASHTO Modificada, salvo que el proyecto o el Gobierno del Distrito Federal indique otro procedimiento.

Además, debe cumplir con lo especificado en el capítulo 4.01.01.006 “Materiales para revestimiento, sub-base y base” del Libro 4 Tomo I “Calidad de los materiales”, de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, indicado en la cláusula B de Referencias.

C.12. Para la construcción de bases para andaderos peatonales, ciclopistas, guarniciones, banquetas y firmes, sobre las que no transiten o tengan acceso los vehículos automotores establecidos en la Norma Oficial Mexicana NOM-012-SCT-2, indicada en la cláusula B de Referencias de este capítulo; pueden emplearse residuos de la construcción reciclados, cumpliendo con las especificaciones de proyecto en cuanto a su calidad, granulometría y compactación.

C.13 Los residuos de la construcción reciclados que se utilicen para fabricar mezclas asfálticas y construir carpetas asfálticas, deben cumplir con lo establecido en el capítulo 4.01.02 057 “Mezcla asfáltica elaborada con material recuperado de carpetas asfálticas”, del Libro 4 Tomo III “Calidad de los materiales”, de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, indicada en la cláusula B de Referencias de este capítulo.

C.14. Para la construcción de pedraplenes con el empleo de residuos de la construcción reciclados, las especificaciones del proyecto ejecutivo serán las que determinen la calidad del material y su granulometría.

C.15 Las plantillas formadas con residuos de la construcción reciclados, podrán ser cementadas o sin cementar y la calidad y su granulometría serán las que determine el proyecto.

CIUDAD DE MÉXICO

C.16. Para la construcción de camas para tuberías, relleno de zanjas que alojan conductos, relleno de excavaciones para cimientos o para explanadas, pueden emplearse residuos de la construcción reciclados, cumpliendo con las especificaciones de proyecto.

C.17. Los residuos de la construcción reciclados que se usen para la construcción de pedraplanes, plantillas y rellenos de: zanjas que alojan conductos, excavaciones para cimientos, oquedades y cavernas, deben cumplir con lo especificado en el proyecto ejecutivo.

C.18 Los residuos de la construcción reciclados que se utilicen para cubierta de capas de relleno sanitario deben cumplir con lo señalado en el capítulo 2.03.05.003 “Plantas de tratamiento de desechos sólidos“ del Libro 2 tomo II “Servicios Técnicos”, de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, indicado en la cláusula B de Referencias de este capítulo y la granulometría para material de cubierta debe cumplir con lo especificado en la Tabla 4 y la Gráfica 1. Sin embargo, la capa final o sello del relleno sanitario debe cumplir con lo establecido en los incisos, C.23, al C.27, del capítulo citado, en este inciso, por lo que en esta última capa, no se acepta material reciclado.

TABLA 4 Granulometría para material de cubierta de relleno sanitario

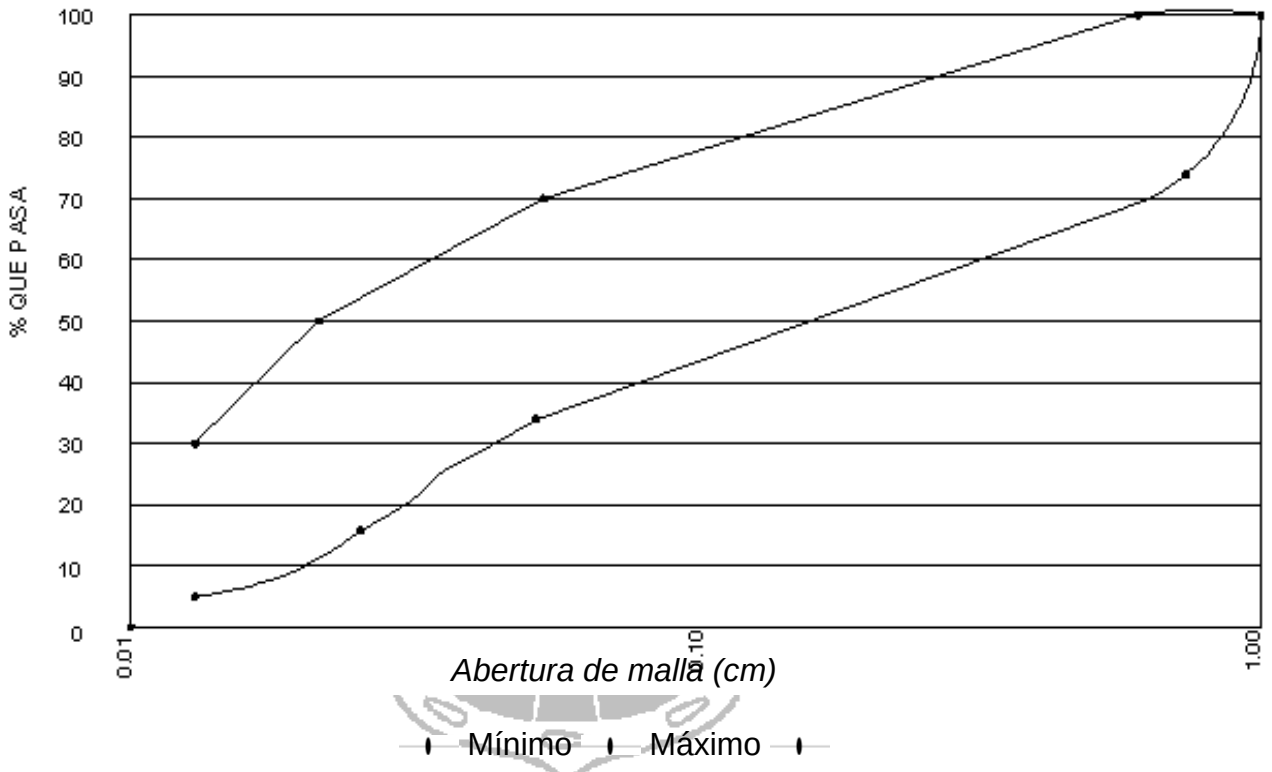
Especificación:

Material areno arcilloso o areno limoso, tipo tepetate con las siguientes características:

GRANULOMETRÍA			
Abertura de malla	Centímetros	% que pasa mínimo	% que pasa máximo
3/8”	0,9525	100	100
No 4	0,6350	70	100
No 40	0,0635	30	70
No 100	0,0254	10	50
No 200	0,0127	5	30
LÍMITES DE CONSISTENCIA			
Límite líquido		25	60
Límite plástico		20	35
Índice plástico		5	15
Contracción lineal		2	5

CIUDAD DE MÉXICO

GRÁFICA 1.- Granulometría para material de cubierta de relleno sanitario.



C.19 Los residuos de construcción reciclados que se utilicen en áreas ajardinadas deben cumplir con lo señalado en el capítulo 3.01.01.032 "Áreas ajardinadas y forestación" del Libro 3 tomo I "Construcción e instalaciones", de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, indicado en la cláusula B de Referencias de este capítulo.

C.20 Para el mejoramiento de terreno bajo el nivel de la subrasante con el empleo de los residuos de la construcción reciclados, debe atenderse a lo especificado en el inciso C.04 de este capítulo y en lo establecido en la norma N-CMT-1-03 de las Normas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, indicada en la cláusula B de Referencias.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. Para los terraplenes, la determinación del tamaño de las muestras, el número de éstas y su selección deben estar de acuerdo con lo establecido en la norma M-MMP-1-01 “Muestreo de materiales para terracerías”, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, indicado en la cláusula B de Referencias de este capítulo.

E.02. En el caso de las sub-bases y bases la selección de las muestras, el número de éstas y su tamaño deben estar de acuerdo con lo establecido en la norma M-MMP-4-01-001 “Muestreo de materiales para revestimiento, sub-base y base, de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, indicado en la cláusula B de Referencias de este capítulo.

E.03. En el caso de las mezclas asfálticas la selección de las muestras, el número de éstas y su tamaño deben estar de acuerdo con lo establecido en el capítulo 4.01.02.001 “Mezclas asfálticas” del Libro 4 Tomo II “Calidad de los materiales”, de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, indicado en la cláusula B de Referencias de este capítulo.

E.04. Para los pedraplenes, plantillas, rellenos de zanjas que alojan conductos, de excavaciones para cimientos y explanadas y para áreas ajardinadas, el tamaño de las muestras y el número de éstas deben estar de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

CIUDAD DE MÉXICO

E 05 Las pruebas para comprobar la calidad del material reciclado, usado para los terraplenes serán las que a continuación se indican, señaladas en la cláusula B de Referencias de este capítulo:

4.01.01.006	Granulometría
M-MMP-4-01-006	Límites de consistencia
M-MMP-4-01-007	Valor soporte de California
M-MMP-4-01-011	Grado de compactación

E.06. Las pruebas para comprobar la calidad del material reciclado, utilizado para las sub-bases son las que a continuación se indican, señaladas en la cláusula B de Referencias de este capítulo:

4.01.01.006	Granulometría
M-MMP-4-01-006	Límites de consistencia
M-MMP-4-01-007	Valor soporte de California
M-MMP-4-01-008	Equivalente de arena
M-MMP-4-01-009	Desgaste Los Ángeles
M-MMP-4-01-011	Grado de compactación

E 07 Las pruebas para comprobar la calidad del material reciclado, usado para las bases son las que a continuación se indican, señaladas en la cláusula B de Referencias de este capítulo:

4.01.01.006	Granulometría
M-MMP-4-01-006	Límites de consistencia
M-MMP-4-01-007	Valor soporte de California
M-MMP-4-01-008	Equivalente de arena
M-MMP-4-01-009	Desgaste Los Ángeles
M-MMP-4-01-011	Grado de compactación
M-MMP-4-01-016	Partículas alargadas y lajeadas

E.08. Las pruebas para comprobar la calidad del material reciclado empleado para la elaboración de mezclas asfálticas, son las indicadas en el capítulo 4.01.02.001 “Mezclas asfálticas”, del Libro 4 Tomo II de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, indicado en la cláusula B de Referencias de este capítulo.

E.09. Las pruebas para comprobar la calidad del material reciclado, utilizado para los pedraplenes, plantillas, camas para tuberías, rellenos de: zanjas que alojan conductos, excavaciones para cimientos, para áreas ajardinadas y explanadas, serán las indicadas en el proyecto.

F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. Para emplear los residuos de la construcción reciclados en las obras clasificadas en el inciso A.03 de este capítulo, éstos deben cumplir satisfactoriamente las pruebas que indique el presente capítulo, el proyecto o el representante del Gobierno del Distrito Federal.

En el caso de que alguna de las pruebas resulte negativa se deben efectuar dos pruebas más; sí una de ellas no cumple las tolerancias establecidas, se debe rechazar el material.

F.02. Las tolerancias que deben cumplir los residuos de la construcción reciclados para la formación de terraplenes son las señaladas a continuación. El incumplimiento de alguno de estos requisitos es motivo de rechazo por parte del Gobierno del Distrito Federal; por lo que:

a. La granulometría es la que marque el proyecto o señale el representante del Gobierno del Distrito Federal

b. El límite líquido no debe exceder de 50.

c. El valor soporte de California no debe ser menor que cinco.

d. El grado de compactación próctor debe ser de 90 % ± 2 mínimo.

e. La expansión no debe ser mayor que cinco.

F.03. Las tolerancias que deben cumplir los residuos de la construcción reciclados que se empleen en la construcción de sub-bases para pavimentos asfálticos y de concreto hidráulico, son las señaladas a continuación. El incumplimiento de alguno de estos requisitos es motivo de rechazo por parte del Gobierno del Distrito Federal; por lo que:

a. Debe cumplir con la granulometría especificada en el capítulo 4.01.01.006 “Materiales para revestimiento, sub-base y base” del Libro 4 Tomo I “Calidad de los materiales”, de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal, indicado en la cláusula B de Referencias.

b. El límite líquido, el índice plástico, el valor soporte de California, el equivalente de arena, el desgaste del material en la máquina de Los Ángeles y el grado de compactación de la prueba AASHTO; deben estar dentro del rango indicado en la Tabla 2 de este capítulo.

F.04. Las tolerancias que deben cumplir los residuos de la construcción reciclados que se utilicen como base de pavimentos asfálticos o pavimentos de concreto hidráulico, serán las señaladas a continuación. El incumplimiento de alguno de estos requisitos es motivo de rechazo por parte del Gobierno del Distrito Federal, por lo que:

a. Debe cumplir con la granulometría indicada en el capítulo 4.01.01.006 “Materiales para revestimiento, sub-base y base” del Libro 4 Tomo I “Calidad de los materiales”, de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal.

b. El límite líquido, el índice plástico, el valor soporte de California, el equivalente de arena, el desgaste de los materiales mediante el empleo de la máquina de Los Ángeles, las partículas alargadas y lajeadas y el grado de compactación de la prueba AASHTO; deben estar dentro del rango indicado en la Tabla 3 de este capítulo

F.05. Las tolerancias que deben cumplir los residuos de la construcción reciclados que se utilicen para base de andaderos peatonales, ciclopistas, guarniciones, banquetas y firmes, serán las señaladas en el proyecto ejecutivo. El incumplimiento de alguno de los requisitos será motivo de rechazo por parte del Gobierno del Distrito Federal.

F.06. Las tolerancias que deben cumplir los residuos de la construcción reciclados que se utilicen para fabricar mezclas asfálticas y construir carpetas asfálticas, serán las establecidas en el capítulo 4.01.02 057 “Mezcla asfáltica elaborada con material recuperado de carpetas asfálticas” del Libro 4 tomo III, de las Normas de Construcción de la Administración Publica del Distrito Federal, indicada en la cláusula B de Referencias de este capítulo.

F.07. Las tolerancias que deben cumplir los residuos de la construcción reciclados que se utilicen para pedraplenes, plantillas, explanadas y áreas ajardinadas; rellenos de: zanjas que alojan conductos y excavaciones para cimientos; para ser aceptados serán las que indique el proyecto.

F.08. En cualquier momento el representante del Gobierno del Distrito Federal podrá verificar que el material suministrado cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en este capítulo, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de alguno de ellos.

CIUDAD DE MÉXICO

ANEXO AL CAPÍTULO 4.01.01.029 "RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN RECICLADOS"

Con la finalidad de dar cumplimiento a lo dispuesto en la Fracción I del Art. 27 de la Ley Orgánica de la Administración Pública del Distrito Federal, en lo relativo a considerar criterios ambientales que garanticen un desarrollo sustentable en los proyectos y obras públicas que realiza la administración pública local, resulta necesario establecer las siguientes disposiciones complementarias al presente capítulo, con el objeto de que a juicio de las dependencias, órganos desconcentrados, delegaciones y entidades y conforme a las características y/o especificaciones de los trabajos sea indispensable su aplicación, estén consideradas en las bases de licitación respectivas.

DISPOSICIONES GENERALES

I.- Deberá incluirse en el catálogo de conceptos todo lo referente al tratamiento, manejo y uso de los materiales de demolición o excavación.

Las dependencias, órganos desconcentrados, delegaciones y entidades del Distrito Federal deberán establecer desde el proyecto programas enfocados al tratamiento, manejo y uso de materiales de demolición o excavación. Con la finalidad de que las áreas operativas del sector obras conformen adecuadamente los catálogos de conceptos de las obras a realizar y sean manifestadas por los contratistas en sus propuestas técnicas.

El concursante debe tener conocimiento de los sitios de disposición autorizados por las autoridades competentes (procurando generar lo mínimo de residuos de la construcción, con el fin de no encarecer la obra por el costo de la transportación), por lo que es necesario definir el manejo y uso de los materiales de demolición o excavación.

CIUDAD DE MÉXICO

II.- Todo contratista participante en una licitación pública, invitación restringida y adjudicación directa, en su programa de obra manifestará claramente, el manejo y uso que se dará a los materiales producto tanto de demolición como de excavación. Y en su propuesta por escrito, lo siguiente:

a. Nombre y ubicación del sitio donde recibirán los residuos de la obra.

b. Cuotas a pagar por recepción de materiales producto de demolición o excavación.

c. Distancias de rutas del acarreo seleccionado

d. Tipo de material que recibe el sitio de tiro seleccionado

e. Las áreas para selección y almacenaje de materiales que puedan emplearse en la misma obra.

Los concursantes que no manifiesten en su programa de obra el manejo y uso de materiales provenientes de demoliciones y/o excavaciones, podrán ser descalificados en el proceso de selección de propuestas, cuando la licitante lo haya establecido en las bases de licitación en apego con lo dispuesto en el Art. 33 fracciones IX y X de la Ley de Obras Públicas del Distrito Federal.

III.- Se procurará que los materiales que se obtengan en demolición se empleen en la misma obra, de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

Se debe dar cumplimiento a los porcentajes establecidos en los apartados 7.5.1 al 7.5.6. de la Norma NADF-007-RNAT, relativos al aprovechamiento de los residuos de la construcción.

IV.- Respecto a las demoliciones, será necesario implementar un sistema de clasificación y separación de los materiales para su procesamiento, aprovechando los granulares que se obtengan para la elaboración de concreto de resistencia baja para ser usados en plantillas, así mismo la pedacería de tabique resultante para la misma función o la construcción de elementos no estructurales; se deberán realizar las acciones necesarias que eviten la contaminación y permitan su reutilización en la que se cumpla con los parámetros de calidad y eficiencia, sin que esto implique un costo superior al considerado en la integración de los precios unitarios del Tabulador General de Precios Unitarios del Gobierno del Distrito Federal donde se emplean materiales vírgenes.

V.- En el caso de excavaciones para cimentaciones o colocación de tuberías, el material excavado que pueda reutilizarse, debe cumplir con las características estructurales especificadas en el proyecto, previo análisis del material, de tal suerte que el resultado de las pruebas de laboratorio permitan la mezcla del material excavado con material de residuos de la construcción reciclados; de ser necesario para el mejoramiento de la mezcla, podría agregarse algún cementante.

VI.- Como una estrategia que el servidor público podría emplear en las obras de mantenimiento de escuelas, hospitales y otros edificios públicos, sería la de no retirar los acabados en los pisos, sino colocar los nuevos sobre los existentes, conociendo la capacidad de carga del inmueble y calculando el costo que representaría la demolición, la carga, los acarreos y la recepción de estos materiales en el sitio de disposición final.

El servidor público de la dependencia, órgano desconcentrado, delegación o entidad, debe elaborar el procedimiento constructivo detallado de la obra en cuestión.

Se debe normar la cantidad de sobre posición de pisos que se autorizarán durante la vida útil del inmueble lo cual es una consecuencia y no un lineamiento, ya que depende de las condiciones específicas de la obra.

CIUDAD DE MÉXICO

Se deberán solicitar los estudios estructurales necesarios en los que las aulas estén ubicadas en segundo o tercer nivel, a fin de no sobrecargar la estructura. Proponer soluciones seguras y estéticas a las entradas de las aulas que requieran cambio de piso, en beneficio de los usuarios.

VII.- Cuando se trate de trabajos de impermeabilización, se deben obtener del mercado aquellos productos disponibles que garanticen una vida útil acorde con la establecida en el proyecto, que funcione para impermeabilizar la parte del inmueble como apoyos de estructuras metálicas, bases o soportes de equipos, bajadas de agua pluvial, etc.

Cuando la superficie esté impermeabilizada pero tenga zonas dañadas, se deben retirar éstas y repararlas colocado materiales similares nuevos, cuidando el correcto calafateo entre la parte reparada y la zona contigua para evitar penetración de humedad entre ellas. Se puede hacer la impermeabilización sin retirar la existente, siempre y cuando se establezca en proyecto y garantice el funcionamiento correcto.

VIII.- Para obras viales, se buscará reutilizar el material de fresado en nuevas mezclas.

Para lo anterior deberá tomarse en consideración el capítulo 4.01.02.057 “Mezcla asfáltica elaborada con material recuperado de carpetas asfálticas” del Libro 4 tomo II de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal.

IX.- Para el caso de desmantelamiento de estructura de acero.

Preferentemente se debe emplear el material obtenido para habilitar nuevas estructuras o elementos de acero requeridos, previo estudio correspondiente en la misma obra, como se indica en el capítulo 3.01.02.002 “Demolición y desmantelamiento en edificaciones” del Libro 3 tomo II, de las Normas de Construcción de la Administración Pública del Distrito Federal.

X.- Para actividades de poda y derribo de árboles.

Los residuos de poda y derribo de árboles se deben tratar como se establece en la Norma para el Distrito Federal NADF-001-RNAT-2006, que establece los requisitos y especificaciones técnicas que deben cumplir las autoridades, empresas privadas y particulares que realizan poda, derribo, trasplante y restitución de árboles en el Distrito Federal; así mismo, podrán emplearse a las “Plantas de Procesamiento de Composta” existentes dentro de la infraestructura de la Dirección General de Servicios Urbanos.

XI.- En obras de desenzolve

Para el producto recuperado de estos trabajos, si las condiciones específicas lo permiten, se le designará un lugar dentro de la misma obra para almacenarlo y ser reutilizado posteriormente como fertilizante o mejorador de suelos, debiendo hacerse de conformidad con lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-004-SEMARNAT-2002 “Protección ambiental. Lodos y bio sólidos. Especificaciones y límites máximos permisibles de contaminantes para su aprovechamiento y disposición final” y en la Ley Ambiental del Distrito Federal y su Reglamento.

XII.- A partir de los residuos de la construcción, crear un catálogo general de materiales susceptibles de ser reciclados, dicho catálogo debe contar con los requerimientos básicos señalados en la norma NADF-007-RNAT-2004, características indispensables, el cual podría estar en línea para consulta de los Entes de la Administración Pública y tener la posibilidad de solicitarlo a la Secretaría de Obras y Servicios, para tener la certidumbre de que no existirá problema alguno en la utilización de materiales así obtenidos.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES BÁSICOS
CAPÍTULO 030 AGREGADOS PÉTREOS PARA FILTROS

A. DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Materiales de origen pétreo, granulares, que agrupados permiten el paso del agua a través de sus vacíos, reteniendo las partículas sólidas que dicho líquido contenga.

A.02. Los agregados pétreos para filtros se pueden clasificar por su uso, para:

a. Vialidades.
b. Áreas ajardinadas
c. Muros de retención.
d. Pozos de extracción de agua.
e. Pozos de inyección o infiltración de agua
f. Plantas potabilizadoras.
g. Plantas de tratamiento de aguas residuales

A.03. El objeto de este capítulo es establecer las características generales de calidad que debe cumplir el material del filtro, como son la granulometría y la permeabilidad para obtener los resultados que se consignan en el proyecto.

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. El presente capítulo está relacionado con la siguiente normatividad:

CONCEPTOS	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Tubos de concreto sin refuerzo	NMX- C-009	ONNCCE
Agregados. Muestreo.	NMX-C-030	ONNCCE
Agregados. Determinación de partículas ligeras.	NMX-C-072	ONNCCE
Agregados. Determinación de la sanidad por medio del sulfato de sodio o del sulfato de magnesio.	NMX-C-075	ONNCCE
Agregados. Especificaciones.	NMX-C-111	ONNCCE
Agregados. Determinación de la masa específica y absorción del agua del agregado grueso.	NMX-C-164	ONNCCE

CIUDAD DE MÉXICO

CONCEPTOS	CAPÍTULO DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Agregados ligeros. Especificaciones.	NMX-C-299	ONNCCE
Muestreo de materiales para filtros	M-MMP-3-03-001	S.C.T.
Granulometría de materiales para filtros	M-MMP-3-03-002	S.C.T.
Resistencia a la compresión de tubos de concreto perforado	M-MMP-3-03-005	S.C.T.
Límites de consistencia	M-MMP-4-01-006	S.C.T.
Equivalente de arena	M-MMP-4-01-008	S.C.T.
Desgaste mediante la prueba de la máquina de Los Ángeles de materiales pétreos para mezclas asfálticas	M-MMP-4-04-006	S.C.T.
Exploración y muestreo de materiales.	2.01.01.002	G.D.F.
Geotecnia.	2.02.02.001	G.D.F.
Generalidades.	4.01.01.001	G.D.F.
Tubos y piezas especiales de concreto simple	4.01.02.011	G.D.F.

CIUDAD DE MÉXICO

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. El material para filtro debe ser grava y/o arena de origen sílico, libre de arcilla, limo, polvo y materia orgánica.

C.02. El material debe ser granular natural o granular triturado. En el caso del filtro para pozo para extracción de agua, este material debe contener aristas angulosas.

C.03. La granulometría debe determinarse mediante el análisis granulométrico para definir el coeficiente de uniformidad (Cu) de acuerdo al proyecto definitivo.

El coeficiente de uniformidad está dado por la siguiente relación:

$$Cu = \frac{D_{60}^{F}}{D_{10}^{F}}$$

Donde:

D_{60}^{F} = Tamaño de las partículas del material de filtro, para el cual el sesenta por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, en milímetros.

D_{10}^{F} = Tamaño de las partículas del material del filtro, para el cual el diez por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, en milímetros.

C 04. Permeabilidad. Para que el material permita el flujo de agua, debe cumplir con la siguiente relación:

$$\frac{D_{15}^{F}}{D_{15}^{S}} \geq 5$$

Donde:

D_{15}^{F} = Tamaño de las partículas del material de filtro, para el cual el quince por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, en milímetros.

D_{15}^{S} = Tamaño de las partículas del material de suelo que circunda al subdrén, para el cual el quince por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, en milímetros.

C.05. Migración de partículas finas. Para evitar la migración de partículas finas del suelo circundante, hacia el interior del material de filtro, se deben cumplir las relaciones siguientes:

$$\frac{D_{15}^{F}}{D_{85}^{S}} \leq 5 \quad y \quad \frac{D_{50}^{F}}{D_{50}^{S}} \leq 25$$

Donde:

D_{15}^{F} , D_{50}^{F} = Tamaño de las partículas del material de filtro, para los cuales el quince y el cincuenta por ciento en masa del material, respectivamente, son menores que esos tamaños, determinados gráficamente de la curva granulométrica, en milímetros.

D_{85}^{S} , D_{50}^{S} = Tamaño de las partículas del material del suelo que circunda al subdrén, para los cuales el quince y el cincuenta por ciento en masa del

material, respectivamente, son menores que esos tamaños, determinados gráficamente de la curva granulométrica, en milímetros.

C.06. Los tubos colectores para subdrenes que se colocan en zanjas con el propósito de desalojar el agua captada por el filtro, pueden ser de concreto o de policloruro de vinilo (PVC), de sección circular, perforados o ranurados.

a. Los tubos deben ser rectos, con una longitud no mayor de ciento veinticinco centímetros, con tolerancia de menos trece milímetros.

b. Los diámetros internos y los espesores de la pared de los tubos, deben ser los que se indican en la Tabla 1 de este capítulo, con las tolerancias allí indicadas, según su diámetro interno nominal.

TABLA 1. Variaciones permisibles en las dimensiones transversales de los tubos de concreto para subdrenes

Diámetro interno nominal (mm)	Tolerancia en diámetro (mm)	Espesor mínimo de pared (mm)	Tolerancia en espesor (mm)	Resistencia mínima de ruptura kN/m (kg/m)
100	+ 10,0	16,0	-2,0	22,0 (2 243)
150	+ 10,0	16,0	-2,0	22,0 (2 243)
200	+ 10,0	19,0	-2,0	22,0 (2 243)

CIUDAD DE MÉXICO

c. Las perforaciones en los tubos de concreto o de PVC, deben ser distribuidos de la siguiente manera: cuatro hileras de orificios o dos hileras de ranuras, ubicados en la mitad inferior con respecto al eje horizontal y en forma simétrica con relación al eje vertical de la sección transversal, como se ilustra en la Figura 1 de este capítulo. La primera hilera debe quedar a cero coma cuarenta radianes (22,5º) del eje horizontal y la segunda, a cero coma ochenta radianes (45º), con una tolerancia de más o menos cero coma cero nueve radianes (± 5º), en ambos casos. Para las ranuras, las hileras deben quedar a cero coma cuarenta radianes (22,5º) del eje horizontal, con la misma tolerancia.

d. Los orificios se deben ubicar en tresbolillo según se ilustra en la Figura 1 de esta norma y tener un diámetro mínimo de cinco milímetros y máximo de ocho milímetros; estar espaciados longitudinalmente a cien milímetros centro a centro, con una tolerancia de más menos tres milímetros.

e. Las ranuras deben tener un ancho mínimo de tres milímetros y máximo de cinco milímetros y una longitud mínima de veinticinco milímetros y máxima

de cien milímetros, deben estar espaciadas longitudinalmente como mínimo a setenta y cinco milímetros centro a centro, o como máximo ciento cincuenta milímetros.

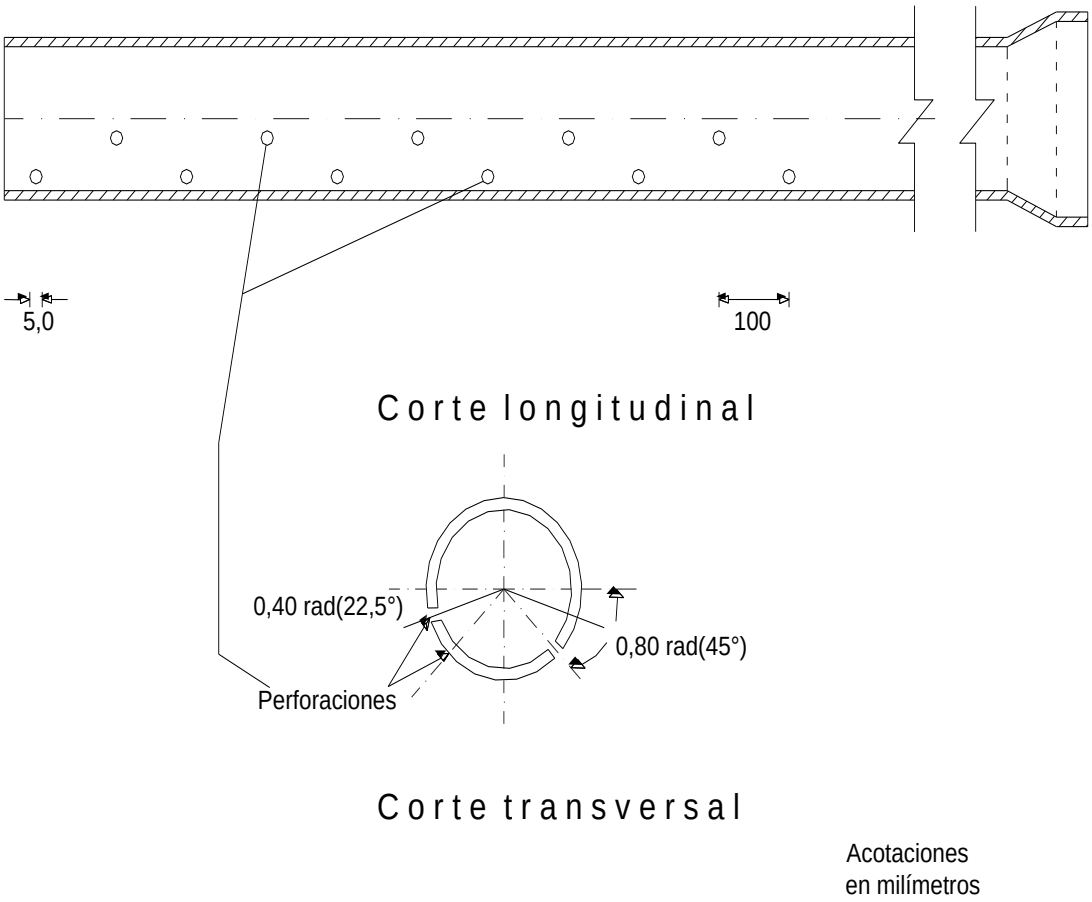


FIGURA 1.Tubo para subdrenes

f. El acabado del tubo debe cumplir con la Norma Mexicana NMX-C-09 indicada en la Cláusula B de Referencias de este capítulo

g. La absorción de los tubos debe ser de ocho por ciento con respecto a su masa seca, como máximo.

h. Los tubos no deben presentar ninguna mancha de humedad en su superficie al ser sometidos a la prueba de permeabilidad.

C.07. Obstrucción. Para evitar la obstrucción de las perforaciones del tubo colector o la fuga de finos del material para filtro debe cumplirse con la siguiente relación:

a. Para perforaciones circulares:

$$\frac{D_{85}^{F}}{d} \geq 1{,}5$$

Donde:

D_{85}^{F} =Tamaño de las partículas del material para filtro, para el cual el ochenta y cinco por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente, en milímetros.

d = Diámetro de las perforaciones del tubo, en milímetros.

b. Para ranuras:

$$\frac{D_{85}^{F}}{a} > 1{,}2$$

Donde*:*

D_{85}^{F} = Tamaño de las partículas del material para filtro, para el cual el ochenta y cinco por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente, en milímetros.

a = Ancho de la ranura

CIUDAD DE MÉXICO

C.08. Uniformidad. Para evitar la segregación del material para filtro al momento de colocarlo debe cumplir con el coeficiente de uniformidad siguiente:

$$\frac{D_{60}^{F}}{D_{10}^{F}} \leq 20$$

Donde:

D_{60}^{F} = Tamaño de las partículas del material de filtro, para el cual el sesenta por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, en milímetros.

D_{10}^{F} = Tamaño de las partículas del material del filtro, que corresponde al diez por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente de la curva granulométrica, en milímetros.

C.09. Filtro en vialidades

Los materiales que se empleen para filtro en los sistemas de drenaje en vialidades deben cumplir además con los siguientes requisitos de calidad:

a. Granulometría. El material debe tener las características que se indican en la Tabla 2 y en la Figura 2.

TABLA 2. Requisitos de granulometría de los materiales para filtros

Designación	Abertura nominal (criba) mm	Material que pasa %
1 1/2”	37,50	100
1”	25,00	80 - 100
3/4”	19,00	65 - 100
3/8”	9,50	40 - 80
No. 4	4,75	20 - 55
No. 10	2,00	0 - 35
No. 20	0,85	0 - 20
No. 40	0,425	0 - 12
No. 60	0,25	0 - 9
No. 100	0,15	0 - 7
No. 200	0,075	0 - 5

CIUDAD DE MÉXICO

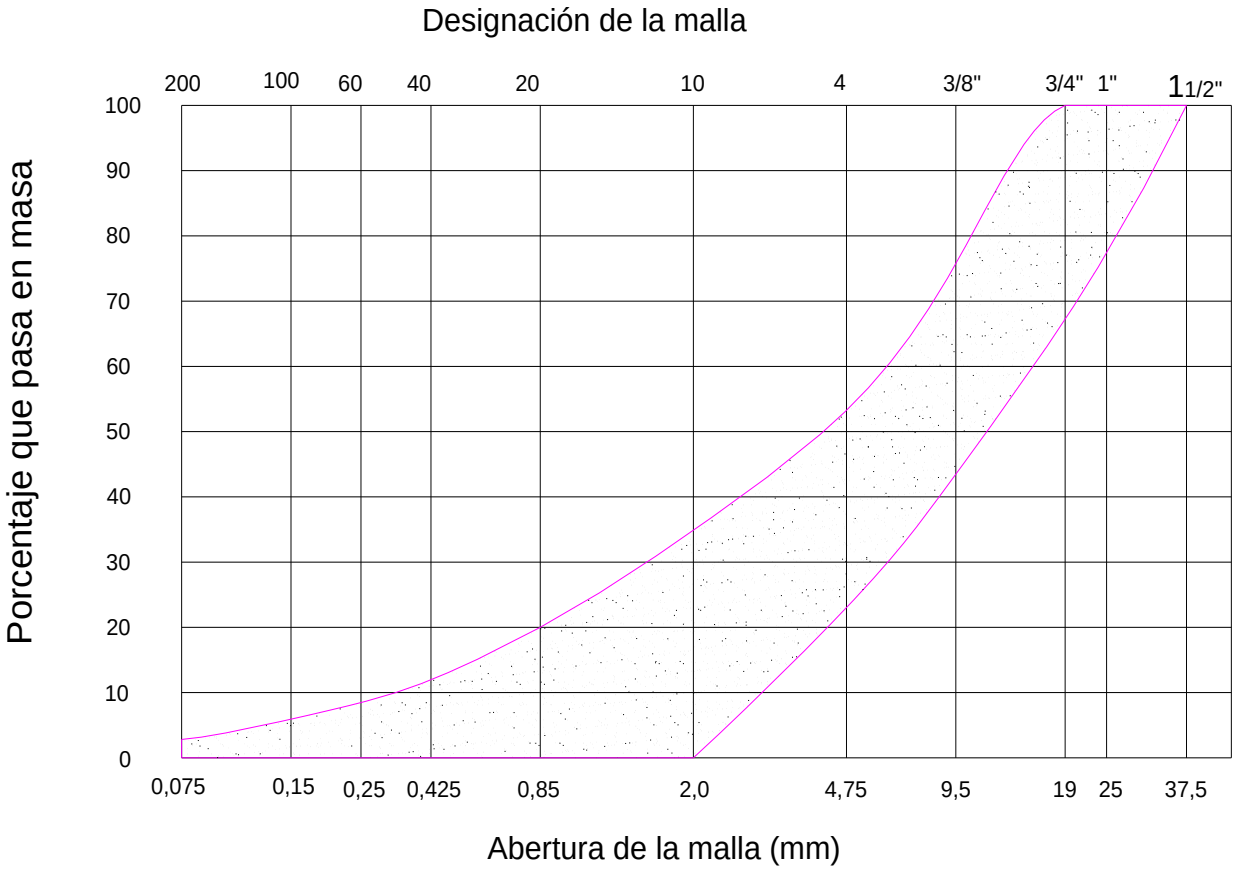


FIGURA 2. Zona granulométrica recomendable de los materiales para filtros en vialidades.

CIUDAD DE MÉXICO

La curva granulométrica del material por emplear debe tener una forma semejante a la de las curvas que se muestran en la Figura 2 de este capítulo, considerando que el material no debe contener más del cinco por ciento de partículas finas en masa y que el tamaño máximo de las partículas no debe ser mayor de treinta y ocho coma un milímetros (1½”) de diámetro. Además, es recomendable que las curvas granulométricas del suelo por proteger y las del material para filtro seleccionado sean sensiblemente paralelas.

b. Respecto a límites de consistencia, equivalente de arena y desgaste, el material debe cumplir con los valores indicados en la Tabla 3.

TABLA 3. Características de los materiales para filtros en vialidades

Características	Valor %
Límite líquido	25 máximo
Índice plástico	6 máximo
Equivalente de arena	30 mínimo
Desgaste en la máquina de Los Ángeles	40 máximo

C.10. Filtro para muros de retención. Para el caso del material para filtro para muros de retención, debe cumplir lo indicado en los incisos C.07, C.08 y C.09 de este capítulo.

C.11. Filtro para áreas ajardinadas. Para el caso del material para filtro para áreas ajardinadas, debe cumplir lo indicado en los incisos C.07, C.08 y C.09 de este capítulo.

C.12. Material para filtro para pozo de extracción de agua.

Para este tipo de filtro, la grava que se utilice debe ser de cuarzo, de partículas redondas, duras y limpias.

Se deben descartar las piedras trituradas mecánicamente porque presentan superficies planas y angulares que disminuyen notablemente los espacios libres que permiten el paso del agua; además, dificultan el movimiento de las partículas durante su instalación y el desarrollo del pozo.

CIUDAD DE MÉXICO

C.13. El material para filtro de pozo debe cumplir las siguientes características:

a. Su permeabilidad debe ser como mínimo cien veces mayor que la permeabilidad del material del acuífero protegido, permitiendo así un flujo fácil, con un mínimo de pérdidas hidráulicas y debe cumplirse con la siguiente relación

$$4 < \frac{D_{85}^{F}}{D_{85}^{A}} < 5$$

Donde:

D_{85}^{F} = Tamaño de las partículas del material de filtro, para el cual el ochenta y cinco por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente, en milímetros.

D_{85}^{A} = Tamaño de las partículas del material del acuífero, para el cual el ochenta y cinco por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente, en milímetros

b. Los granos del acuífero deben ser retenidos por el filtro, sin que se obstruya y debe cumplirse con la siguiente relación.

$$\frac{D_{85}^{F}}{D_{85}^{A}} < 5$$

Donde:

D_{85}^{F} y D_{85}^{A} equivalen a lo indicado en el inciso C.13. a.

c. Las partículas menores del propio filtro deben ser retenidas por los granos de mayor tamaño, para lo cual todo su material debe estar bien graduado y contener un máximo de cinco por ciento de finos.

d. El proyecto ejecutivo debe especificar el tamaño efectivo de las partículas, así como el coeficiente de uniformidad.

C.14. Como ejemplo de curva granulométrica del material para filtro que debe satisfacer las condiciones, que se muestran en la Figura 3.

$$6\ D_{70}^{A} \leq 7m\ 8\ D_{70}^{F} \leq 9\ D_{70}^{A}$$

Donde:

D_{70}^{F} = Tamaño de las partículas del material de filtro, para el cual el setenta por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente, en milímetros.

D_{70}^{A} = Tamaño de las partículas del material del acuífero, para el cual el setenta por ciento en masa del material es menor que ese tamaño, determinado gráficamente, en milímetros

$$Cu^{F} \leq 2{,}5$$

Donde:

Cu^{F} = Coeficiente de uniformidad del filtro

CIUDAD DE MÉXICO

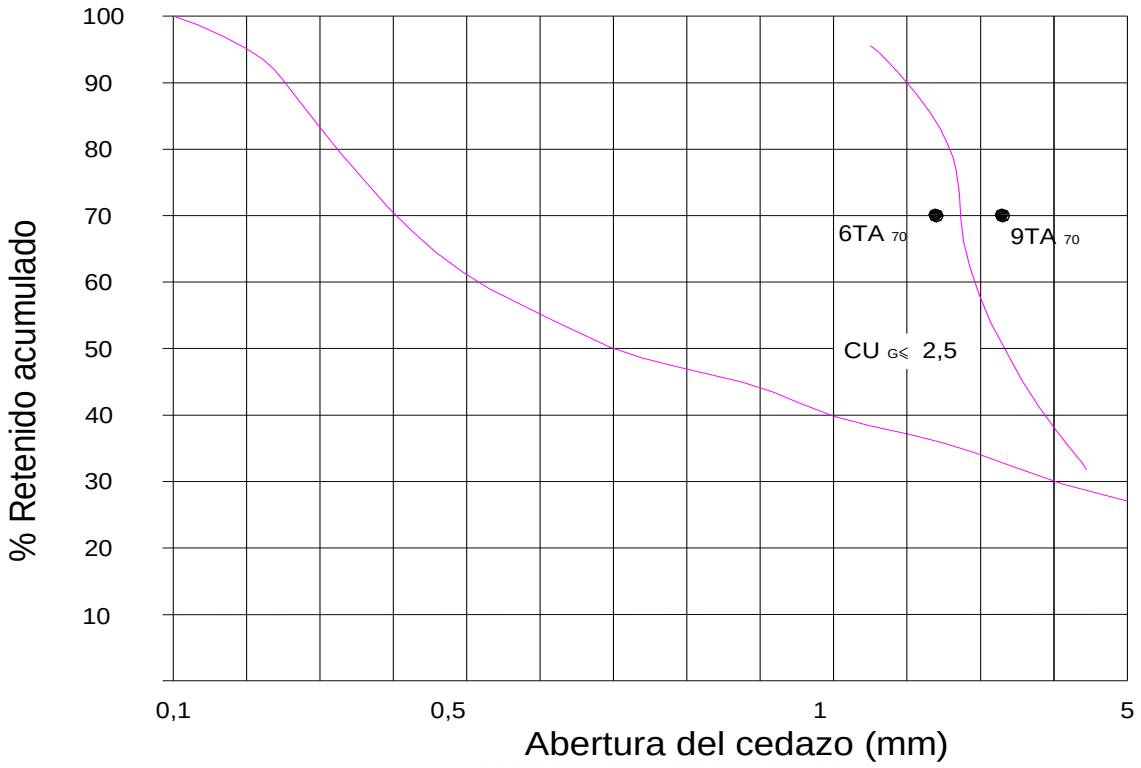


FIGURA 3. Ejemplo de curva granulométrica para filtros

C.15. Material para filtro para pozo de inyección o infiltración de agua

El material para filtro de este tipo de pozo debe cumplir con lo indicado en las especificaciones del proyecto correspondiente.

C.16. Plantas potabilizadoras y plantas de tratamiento de aguas residuales

En el proyecto ejecutivo se deben especificar las características de los materiales para filtros.

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. El proceso de muestreo del agregado pétreo para filtros, debe ser el indicado en la Norma Mexicana NMX-C -30 “Agregados. Muestreo” y en la Norma M-MMP-3-03-001 “Muestreo de materiales para filtros”, citadas en la Cláusula B de Referencias.

E.02. Los métodos de prueba para determinar que los materiales para filtros cumplen con las características de proyecto deben ser los indicados en la Tabla 4.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA. 4. Métodos de prueba para materiales pétreos para filtros

Tipo de prueba	Norma aplicable *
Granulometría de materiales para filtros	M-MMP-3-03-002
Resistencia a la compresión de tubos de concreto perforado	M-MMP-3-03-005
Límites de consistencia: Límite líquido Índice plástico	M-MMP-4-01-006
Equivalente de arena	M-MMP-4-01-008
Desgaste mediante la prueba de la máquina de los Ángeles de materiales pétreos para mezclas asfálticas	M-MMP-4-04-006

* Citadas en la Cláusula B de Referencias de este capítulo.

F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. El material para filtro no debe ser proveniente de calizas, debido a la solubilidad que presenta, ni de material de residuos de la construcción reciclados, por ser material heterogéneo, que puede tener partículas que se degraden con la acción del agua.

F.02. La aceptación de los materiales para filtros, sometidos a las pruebas indicadas en este capítulo, se hará tomando en cuenta lo siguiente:

a. El responsable del estudio geotécnico, debe determinar que el material cumple con las características y los requisitos de calidad indicados en la Cláusula C de este capítulo, según el tipo de material requerido en el proyecto ejecutivo, probando muestras obtenidas como se establece en la norma M-MMP-3-03-001 “Muestreo de materiales para filtros” y aplicando los procedimientos de prueba que se señalan en el inciso E.02 de este capítulo, e indicar en cada caso, el tratamiento mecánico a que debe sujetarse el material.

F.03. Durante el proceso de producción, con objeto de controlar la calidad del material para filtro, el contratista de obra, por cada trescientos metros cúbicos o fracción del material pétreo de un mismo tipo y una vez tratado mecánicamente, debe realizar las pruebas necesarias que le indique la supervisión, que aseguren que cumple con la granulometría y el equivalente de arena, indicados en este capítulo, y debe entregar al representante del Gobierno del Distrito Federal los resultados de dichas pruebas. Las pruebas se deben realizar en muestras obtenidas como se establece en la norma M-MMP-3-03-001 “Muestreo de materiales para filtros”, mediante los procedimientos de prueba contenidos en las normas que señalan en el inciso E.02 de este capítulo. Será motivo de rechazo por parte del Gobierno del Distrito Federal, el incumplimiento de cualquiera de los requisitos establecidos en este inciso.

CIUDAD DE MEXICO

F.04. En cualquier momento el representante del Gobierno del Distrito Federal, podrá verificar que el material suministrado cumpla con cualquiera de los requisitos de calidad establecidos en este capítulo, siendo motivo de rechazo el incumplimiento de cualquiera de ellos.

F.05. Almacenamiento. Con el propósito de evitar la alteración de las características de los materiales para filtro antes de su utilización en la obra, debe tenerse cuidado en su almacenamiento, atendiendo los siguientes aspectos:

a. El material para filtro, una vez clasificado, se debe almacenar en un sitio específicamente destinado para tal uso, cuando en dicho sitio no se cuente con un firme, previo a su utilización:

1. Se debe remover el material vegetal y limpiar la superficie.

2. Se debe conformar, nivelar y compactar la superficie dejando una sección transversal uniforme que permita el drenaje.

3. Se debe colocar, compactar y mantener sobre el terreno, una capa de quince centímetros de espesor como mínimo, del mismo material pétreo por almacenar, para evitar la contaminación del material que se coloque encima.

b. Para evitar que se mezclen los diferentes materiales de distintos montículos, éstos deben estar lo suficientemente alejados uno del otro o separados entre sí por barreras colocadas con tal propósito.

c. Cuando el material no vaya a usarse por un período prolongado, es recomendable cubrirlo con lonas para protegerlo de la intemperie.

CIUDAD DE MÉXICO

LIBRO 4 CALIDAD DE LOS MATERIALES
PARTE 01 OBRA CIVIL
SECCIÓN 01 MATERIALES BÁSICOS
CAPÍTULO 031 FIERRO GALVANIZADO POR INMERSIÓN EN CALIENTE

A. DEFINICIONES, CLASIFICACIÓN Y OBJETO

A.01. Recubrimiento de zinc y/o aleaciones zinc-hierro por inmersión de las piezas de hierro o acero en un baño de zinc fundido.

A.02. Para el presente capítulo, se tienen las siguientes definiciones:

a. Área de referencia. Superficie en la que en su interior debe efectuarse un número especificado de medidas individuales.

b. Condiciones ambientales agresivas. Son aquellas que tienen presencia en un ambiente húmedo, con variaciones en temperatura e impurezas atmosféricas de baja acidez o alcalinidad, que aceleran la velocidad de oxidación de una determinada pieza de hierro o acero

c. Condiciones ambientales extraordinariamente agresivas. Exposición atmosférica a la que se someten los elementos metálicos de hierro o acero, cuyas emisiones industriales contienen gases sulfurosos, neblinas y vapores corrosivos; entre otros, y que dejan expuesto el metal base, generando un ciclo de corrosión y reduciendo su vida útil.

d. Condiciones de duración en servicio. Exposición ambiental dentro del periodo de tiempo establecido en las especificaciones de proyecto que considera la densidad media del recubrimiento, al que se someten los elementos metálicos de hierro o acero

e. Condiciones de duración en servicio excepcionalmente prolongado. Se refiere al periodo de duración del galvanizado de elementos metálicos de hierro o acero en condiciones de servicio, mayor que aquel que produce la densidad media del recubrimiento.

f. Espesor del recubrimiento. Espesor total de zinc y/o de aleaciones de zinc-hierro, expresado en micrómetros (µm).

g. Espesor local del recubrimiento. Valor medio del espesor del recubrimiento, obtenido a partir del número especificado de medidas efectuadas dentro de un área de referencia por un ensayo magnético; o bien, el valor único del ensayo gravimétrico.

CIUDAD DE MÉXICO

h. Espesor medio del recubrimiento. Valor medio de los espesores locales, determinados sobre una pieza de gran tamaño, o bien sobre todas las piezas que constituyen la muestra de control.

i. Lote para inspección. Pedido individual o entrega individual.

j. Masa de recubrimiento. Masa total de zinc y/o de aleaciones de zinc-hierro por unidad de superficie, expresada en gramos por metro cuadrado (g/m^2).

k. Masa local del recubrimiento. Valor de la masa del recubrimiento, obtenido mediante un solo ensayo gravimétrico.

l. Masa media del recubrimiento. Valor medio de las masas del recubrimiento obtenidas sobre una muestra de control seleccionada.

m. Muestra de control. Pieza o grupo de piezas tomadas de un lote para fines de control.

n. Sistema duplex. Aplicación de una o varias capas de pintura sobre el recubrimiento galvanizado, con el fin de protegerlo de la acción corrosiva de agentes químicos.

ñ. Superficie significativa. Parte de la pieza cubierta o a cubrir, para la que el recubrimiento juega un papel esencial en cuanto a su utilización y/o su aspecto.

o. Valor mínimo. En el interior de un área de referencia, el valor más bajo medido en un ensayo gravimétrico o la media más baja obtenida a partir del número especificado de medidas en un ensayo magnético.

p. Visión normal corregida. Inspección física, magnética o gravimétrica, cuyos resultados determinaron la necesidad de corregir algunas superficies no recubiertas.

q. Límites prácticos. Dificultad del acceso al sitio del elemento metálico por reparar, contar con los elementos necesarios y la persona capacitada para su aplicación. (Por ejemplo: para la proyección térmica de zinc, es necesario contar con una pistola alimentada con alambre de zinc, que proyecte zinc fundido y una persona capacitada en su manejo).

A.03. El fierro galvanizado por inmersión en caliente se clasifica:

a. En función de su composición metalúrgica para su galvanización:

1. Acero al carbono no aleado
2. Acero débilmente aleado
3. Fundición gris y maleable

CIUDAD DE MÉXICO

b. No adecuados para galvanización

1. Aceros que contienen azufre

c. Por la forma de su perfil

1. Rectos:

1.1. Placas

1.2. Vigas (I, H, T, Canal, Monten, entre otros)

1.3. Barras (rectangulares)

2. Curvos

2.1. Barras y varillas lisas o corrugadas

2.2. Tubos

2.2.1. Cilíndricos cónicos

2.2.2. Cilíndricos rectos

2.2.3. Rectangulares

A.04. El objeto del presente capítulo es el de establecer los requisitos mínimos de calidad de los aceros galvanizados por inmersión en caliente, utilizados en las obras a cargo de la Administración Pública del Distrito Federal.

NOTA 1: Este capítulo no aplica para las láminas y alambre galvanizados en continuo, tubos y conductos galvanizados por inmersión en caliente en instalaciones automáticas y para los productos galvanizados por inmersión en caliente para los que existan normas específicas.

CIUDAD DE MÉXICO

B. REFERENCIAS DEL CONCEPTO EN OTROS DOCUMENTOS

B.01. El presente capítulo tiene relación con la normatividad siguiente:

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Industria siderúrgica-Productos de hierro y acero recubiertos con cinc (Galvanizados por inmersión en caliente)-Especificaciones y métodos de prueba.	NMX-H-004-2008	SCFI

CONCEPTO	NORMAS DE REFERENCIA	DEPENDENCIA
Tubos de acero con o sin costura negros y galvanizados por inmersión en caliente DOF 18/VII/90	NMX-B-177/90	SCFI
Industria siderúrgica. Método de reparación de áreas dañadas y sin recubrimientos galvanizados por inmersión en caliente. DOF 21/II/97	NMX-H-127/96	SCFI

C. REQUISITOS DE CALIDAD

C.01. Los insumos deben cumplir con lo que señale en cada caso la norma mexicana correspondiente, teniendo el fabricante la opción de buscar la combinación, calidad y mezcla apropiada para que el resultado sea el requerido.

El fabricante tiene la facultad de escoger el procedimiento de galvanización, así mismo la responsabilidad en cuanto a los resultados especificados.

C.02. El representante del Gobierno del Distrito Federal puede solicitar al proveedor o al fabricante proporcionar a petición del galvanizador, la siguiente información:

a. La composición y cualquier otra propiedad del metal de base que pueda influir en la calidad de la galvanización.

b. Croquis, dibujos o planos que identifiquen las zonas de las piezas metálicas, en las que no se aceptarán irregularidades superficiales como gotas, marcas de contacto, áreas sin recubrimiento, u otras que se determinen de común acuerdo entre el representante del Gobierno del Distrito Federal y el galvanizador.

c. Identificación de la(s) superficie(s) significativa(s) mediante croquis o muestra(s) metálica(s).

d. Una muestra de la pieza o parte de ella que represente el acabado requerido.

e. Cualquier requisito especial relativo a los tratamientos previos de las piezas por galvanizar.

f. Cualquier espesor especial de recubrimiento.

CIUDAD DE MÉXICO

g. Por así requerirlo el proyecto, la posibilidad de aplicar el recubrimiento centrifugado que cumpla con lo señalado en la Tabla 2, en lugar de la Tabla 1.

h. Indicar cualquier tratamiento posterior o revestimiento que se deba aplicar a los elementos metálicos, una vez galvanizados.

i. Establecer las condiciones en el contrato acerca de la inspección de los elementos metálicos para determinar la aceptación o rechazo.

j. Establecer contractualmente si se requiere un certificado de conformidad, emitido por el propio galvanizador o por un organismo con esa autoridad.

C.03. El representante del Gobierno del Distrito Federal debe establecer en el plano o en las piezas a galvanizar, las zonas del elemento estructural metálico que va a estar sometido a solicitaciones mecánicas especiales, para que dichas zonas sean tratadas con especial atención y la adherencia no presente demérito en su calidad.

C.04. Previo acuerdo entre el representante del Gobierno del Distrito Federal y el galvanizador, en los elementos metálicos se deben prever los medios para el manejo de las piezas en la planta galvanizadora, como preparación de los orificios, “orejas” y otros mecanismos para el izado y maniobras; así mismo, que permitan la evacuación de los gases y de los líquidos de las partes huecas y se realice la ventilación o drenaje apropiados, como parte de la seguridad en el trabajo.

De no estar establecido previamente, el galvanizador debe solicitar por escrito al representante del Gobierno del Distrito Federal la autorización correspondiente para tomar las medidas necesarias y que se realicen los trabajos para izado o maniobras o en su caso la ventilación o drenaje, según corresponda.

CIUDAD DE MÉXICO

C.05. El galvanizador debe verificar las condiciones en que se encuentran las superficies de las piezas, para en su caso eliminar el óxido, grasas, películas de carbono (residuos de aceite de laminación), pintura, escoria de soldadura y otras impurezas similares y posteriormente proceder a la limpieza de las superficies, mediante abrasivos a presión o el decapado en ácido. Una vez preparada la superficie, puede iniciarse el galvanizado por inmersión en caliente de las piezas de hierro o acero.

C.06. El metal fundido en volumen de trabajo no debe contener menos de 98 % de zinc en promedio. Cuando se utilicen agentes abrillantadores, su contenido no debe ser mayor que 0,02 % en masa en relación al contenido de zinc en la tina de galvanizado.

C.07. El galvanizador puede agregar al baño pequeñas cantidades de ciertos elementos como aluminio, níquel o estaño, para ayudar en el proceso de ciertos aceros reactivos o para mejorar la apariencia del producto terminado. El uso de estos micro elementos se permite siempre y cuando el baño contenga no menos de 98 % de zinc. Los elementos pueden agregarse al baño como parte de una carga de zinc pre aleado o directamente al baño, usando una aleación principal.

C.08. El galvanizador debe informar al representante del Gobierno del Distrito Federal del método de recubrimiento que empleará, cuando le sea solicitado algún requisito especial, por ejemplo pintura sobre el galvanizado.

C.09. El espesor del recubrimiento aplicado mediante galvanización por inmersión en caliente, cuya finalidad es la de proteger los productos de hierro y acero contra la corrosión, debe ser especificado contractualmente. Cuando se trate de tubos rectos, curvos, cónicos La duración de la protección a la corrosión debe ser proporcional a su espesor. Para condiciones extraordinariamente agresivas y/o duraciones en servicio excepcionalmente prolongadas, las especificaciones deben ser objeto de acuerdo entre el galvanizador y el representante del Gobierno del Distrito Federal.

En caso de requisitos particulares, por ejemplo, cuando se especifique que el recubrimiento galvanizado aplicado sobre un elemento metálico de hierro y/o acero, el galvanizador debe entregarlo pintado, el representante del Gobierno del Distrito Federal, debe recibir previamente una muestra con el acabado final especificado.

C.10. El espesor local de recubrimiento indicado en la Tabla 2, debe determinarse únicamente en relación con las áreas de referencia seleccionadas de acuerdo con lo señalado en el inciso C.15.

C.11. La masa media del recubrimiento no debe tener una densidad menor que 7,2 g/cm^3.

C.12. Para el control de rutina del espesor del recubrimiento, el galvanizador debe realizar el número suficiente de medidas sobre un área de referencia y comprobar el espesor local mediante el método magnético.

C.13. El número, ubicación y tamaño de las áreas de referencia, deben seleccionarse en función de la forma y tamaño de las piezas, con el fin de obtener resultados lo más representativos posibles del espesor medio o de la masa media del recubrimiento por unidad de superficie.

C.14. En una pieza larga de la muestra de control, las áreas de referencia se deben tomar y/o cortar a una distancia aproximada de 100 mm de cada extremo y aproximadamente en el centro de la pieza; además, se debe incluir una sección transversal completa del área de referencia

C.15. El número de áreas de referencia depende del tamaño de la pieza individual en la muestra de control y debe ser como sigue:

a. Para las piezas que tengan una superficie significativa, mayor que 2 m^2 (piezas grandes). En cada pieza de la muestra de control, se deben seleccionar como mínimo tres áreas de referencia.

   En cada pieza de la muestra de control, el espesor medio del recubrimiento de las áreas de referencia debe ser igual o mayor a los valores del espesor promedio de recubrimiento que se indican en las Tablas 1 ó 2.

b. Para las piezas que tengan una superficie mayor que 10 000 mm^2 y hasta 2 m^2 inclusive. En cada pieza de la muestra de control se debe seleccionar como mínimo, un área de referencia.

c. Para las piezas que tengan una superficie comprendida entre 1 000 mm^2 y 10 000 mm^2, inclusive. En cada pieza de la muestra de control, se debe seleccionar un área de referencia.

d. Para las piezas que tengan una superficie menor que 1 000 mm^2. Se debe agrupar un número suficiente de piezas para obtener un área de referencia de al menos 1 000 mm^2. El número de áreas de referencia debe ser tomada como se indica en la última columna de la Tabla 5; por lo tanto, el número total de piezas probadas debe ser igual al número de piezas necesarias para obtener un área de referencia multiplicado por el número correspondiente de la última columna de la Tabla 5, que está en función del tamaño del lote (o el número total de piezas galvanizadas, si este número es menor).

CIUDAD DE MEXICO

C.16. En los subincisos C.15.b., C.15.c. y C.15.d., el espesor del recubrimiento en cada área de referencia, debe ser igual o superior a los valores del espesor local del recubrimiento indicado en las Tablas 1 ó 2, según corresponda. El espesor promedio de todas las áreas de referencia de la muestra debe ser igual o superior a los valores del espesor promedio del recubrimiento, indicados en las Tablas 1 ó 2, según corresponda.

Cuando el espesor del recubrimiento de zinc se determine por el método magnético, las áreas de referencia deben ser representativas y estar incluidas dentro de las que habrían sido seleccionadas para el método gravimétrico.

C.17. Cuando se han seleccionado más de cinco piezas para obtener un área de referencia superior a 1 000 mm^2, se debe efectuar una única medida magnética sobre cada una de las piezas, siempre que el área de la superficie sea suficiente para hacer la medición. En caso contrario, se puede utilizar el método gravimétrico.

C.18. Dentro de cada área de referencia que deberían tener al menos 1 000 mm^2, se deben realizar como mínimo cinco lecturas magnéticas individuales; el valor promedio del recubrimiento sobre cada área de referencia, debe ser igual o superior al espesor local indicado en las Tablas 1 ó 2. El espesor medio del recubrimiento de todas las áreas de referencia debe calcularse de la misma manera en los métodos magnético y gravimétrico.

C.19. No deben realizarse medidas de espesor sobre las superficies resultantes de cortes, áreas situadas a menos de 10 mm de los bordes, superficies que hayan sido cortadas con soplete, ni en las esquinas.

TABLA 1 Espesores mínimos del recubrimiento sobre muestras sin centrifugar.

Espesor de la pieza	Espesor local del recubrimiento (valor mínimo)[a] µm	Espesor medio del recubrimiento (valor mínimo)[b] µm
Acero ≥ 6 mm	85	100
Acero ≥ 3 mm hasta < 6 mm	65	85
Acero ≥ 1,5 mm hasta < 3 mm	45	65
Acero < 1,5 mm	35	45
Piezas moldeadas ≥ 6 mm	70	80
Piezas moldeadas < 6 mm	60	70

[a] Ver el subinciso A.02.f.

[b] Ver el subinciso A.02.g.

C.20. El espesor local del recubrimiento indicado en la Tabla 1, debe determinarse únicamente en relación con las áreas de referencia seleccionadas, de acuerdo con el inciso C.15.

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 2 Espesores mínimos del recubrimiento sobre muestras centrifugadas

Espesor de la pieza	Espesor local del recubrimiento (valor mínimo)[a] µm	Espesor promedio del recubrimiento (valor mínimo)[b] µm
Piezas con roscas:		
Diámetro ≥ 20 mm	45	55
Diámetro ≥ 6 mm hasta < 20 mm	35	45
Diámetro < 6 mm	20	25
Otras piezas (incluidas piezas moldeadas):		
≥ 3mm	45	55
< 3 mm	35	45
[a] Ver el subinciso A.02.f. [b] Ver el subinciso A.02.g.		

C.21. El conjunto de las superficies no recubiertas de una misma pieza a reacondicionar por el galvanizador, no debe ser mayor que el 0,5 % de la superficie total de la misma. Cada superficie no recubierta a reacondicionar, no debe medir más de 10 cm^2.

El recubrimiento se debe realizar mediante proyección térmica de zinc o mediante una pintura rica en zinc, dentro de los límites prácticos de estos sistemas. También pueden utilizarse barras de aleación de zinc. En cualquier caso, el representante del Gobierno del Distrito Federal debe ser informado por el galvanizador, acerca del método de recubrimiento que va a aplicar.

C.22. Cuando el galvanizador tenga conocimiento que la especificación de un recubrimiento después de la galvanización no es el correcto, el representante del Gobierno del Distrito Federal debe ser informado de que está permitida la reparación de las zonas dañadas así como de los métodos propuestos y de los materiales a utilizar para la reparación de las zonas no recubiertas o dañadas. El representante del Gobierno del Distrito Federal y los aplicadores de los recubrimientos subsecuentes, deben asegurarse de la compatibilidad de los mismos con los métodos y materiales de reparación utilizados, de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-H-127 SCFI “Industria siderúrgica. Método de reparación de áreas
dañadas y sin recubrimientos galvanizados por inmersión en caliente”, indicada en la cláusula B de Referencias.

CIUDAD DE MÉXICO

C.23. El espesor del recubrimiento en las zonas re acondicionadas debe ser por lo menos 30 µm superior a los valores de espesor local indicados en las Tablas 1 ó 2 para el recubrimiento galvanizado en caliente, salvo indicación en contrario del cliente al galvanizador; por ejemplo, cuando la superficie galvanizada vaya a ser revestida a su vez con otro recubrimiento y el espesor en las zonas reacondicionadas sea el mismo que el del recubrimiento galvanizado en caliente. El recubrimiento de las superficies reacondicionadas debe ser capaz de proporcionar protección de sacrificio al acero sobre el que se aplique.

No se aceptará, la utilización de soldadura de ningún tipo en piezas galvanizadas.

C.24. El procedimiento de galvanización debe proporcionar una unión apropiada, en la que las piezas recubiertas deben resistir sin desprendimiento, ni descascarillado una manipulación coherente con la naturaleza y espesor del recubrimiento.

C.25. Para obtener la masa del recubrimiento por unidad de superficie en gramos por metro cuadrado, puede aplicarse el método de la norma EN-ISO-1460. Una vez obtenido este valor, se puede convertir en espesor local (medido con micrómetro), dividiéndolo por la densidad nominal (7,2 g/cm^3).

En las Tablas 3 y 4 se indican las masas aproximadas del recubrimiento que corresponden a los espesores señalados en las Tablas 1 y 2

TABLA 3 Masas mínimas del recubrimiento que corresponden a los espesores señalados en la Tabla 1, en muestras sin centrifugar.

Espesor de la pieza	Recubrimiento local (Mínimo)[a]		Recubrimiento medio (Mínimo)[b]	
	g/m^2	µm	g/m^2	µm
Acero ≥ 6 mm	610	85	720	100
Acero ≥ 3 mm hasta< 6 mm	468	65	610	85
Acero ≥ 1,5 mm hasta < 3 mm	325	45	468	65
Acero <1,5 mm	250	35	325	45
Piezas moldeadas ≥ 6 mm	505	70	575	80
Piezas moldeadas < 6 mm	430	60	505	70
a. Ver el subinciso A.02.h. b. Ver el subinciso A.02.j.				

CIUDAD DE MÉXICO

TABLA 4 Masas mínimas del recubrimiento que corresponden a los espesores señalados en la Tabla 2 en muestras centrifugadas.

Espesor de la pieza	Recubrimiento local (Mínimo)[b]		Recubrimiento medio (Mínimo)[c]	
	g/m^2	µm	g/m^2	µm
Piezas con roscas:				
Diámetro ≥ 20 mm	325	45	395	55
Diámetro ≥ 6 mm hasta < 20 mm	250	35	325	45
Diámetro < 6 mm	145	20	180	25
Otras piezas (Incluidas piezas moldeadas)				
≥ 3mm	325	45	395	55
< 3 mm	250	35	325	45
a Ver el subinciso A.02.h. b Ver el subinciso A.02.j.				

C.26. De considerarlo necesario, el representante del Gobierno del Distrito Federal, puede solicitar una prueba de corte cuadriculado que permita conocer las condiciones mecánicas del recubrimiento, la aceptación o rechazo del trabajo encomendado debe hacerse en las instalaciones del galvanizador.

CIUDAD DE MÉXICO

E. MUESTREO Y PRUEBAS

E.01. El galvanizador debe permitir al representante del Gobierno del Distrito Federal el acceso a sus instalaciones para verificar el proceso y los resultados de las pruebas a las que se deben someter las piezas metálicas de hierro o acero galvanizadas por inmersión en caliente y que estén acordes con lo establecido contractualmente.

E. 02. De cada lote para inspección se debe tomar al azar, una muestra de control para ensayar el espesor. El número mínimo de piezas a tomar de cada lote para inspección y formar la muestra de control, debe ser el indicado en la Tabla 5

TABLA 5 Tamaño de la muestra control en relación con el tamaño del lote

Número de piezas en el lote para inspección	Número mínimo de piezas en la muestra control
1 a 3	Todas
4 a 500	3
501 a 1 200	5
1 201 a 1 300	8
1 301 a 10 000	13
10 001 a 35 000	20

E.03. El método de prueba no destructiva generalmente empleado es el método magnético; de ser necesario otro método de ensayo, debe ser establecido de común acuerdo por el representante del Gobierno del Distrito Federal y el galvanizador.

E.04. Previo a la realización de la prueba, el instrumento medidor de los espesores del recubrimiento debe estar calibrado por un laboratorio acreditado y aceptado por el representante del Gobierno del Distrito Federal.

E.05. Debe contarse con una muestra patrón de espesor conocido a la que se le puedan hacer mediciones con el instrumento, con el fin de ajustarlo y así obtener el mismo valor de la muestra.

E.06. Una vez calibrado el instrumento, se escogen tres secciones como mínimo de la pieza a la que se le va a medir el espesor, una sección en el centro y una en cada extremo; establecidas las secciones, se procede a la medición. Estas lecturas deben repetirse cuando menos en cinco ocasiones en cada lugar seleccionado de la pieza. Calcular el promedio de las cinco lecturas y obtener así el espesor promedio de esa sección de la pieza. Se repite haciendo la misma cantidad de lecturas en otra sección de la pieza y así sucesivamente, dependiendo del número de secciones que pudieran seleccionarse en la pieza. El promedio final se obtiene de promediar los espesores promedios, dando como resultado el espesor promedio de recubrimiento de la pieza, mismo que debe compararse con el indicado en la Tabla 1.

E.07. La medida del espesor de la capa de galvanizado de piezas pequeñas, debe hacerse en tres partes distintas por lo menos, excepto en superficies roscadas. Los sitios de medida deben establecerse de común acuerdo entre el representante del Gobierno del Distrito Federal y el galvanizador. A partir del número de lecturas de cada parte seleccionada, se obtienen los promedios de los espesores y el promedio final se compara con los valores del espesor especificado en la Tabla 2.

E.08. Cuando se trate de medir el recubrimiento del galvanizado en piezas de acero con diferentes perfiles, soldados entre sí, deben probarse de manera independiente; es decir, a manera de ejemplo las placas son diferentes a las tuberías y éstas a las barras.

E.09. Para lotes mayores de 500 piezas, se deben medir más de tres piezas. Cuando se han seleccionado más de cinco piezas para obtener un área de referencia superior a 1 000 mm^2, se debe efectuar una única medida magnética sobre cada una de las piezas, siempre que el área de la superficie sea suficiente para hacer la medición. En caso contrario, se puede utilizar entre otros, el método gravimétrico.

E.10. De ser necesario el empleo del método gravimétrico para obtener la masa media del recubrimiento indicado en el inciso C.11 de este capítulo, puede pesarse la pieza metálica una vez preparada la superficie de acuerdo a lo indicado en el inciso C.05 y posteriormente, una vez galvanizada, se vuelve a pesar; la diferencia de peso es la cantidad de zinc que fue agregada al elemento metálico. Dicho peso debe ser dividido entre el área total de la superficie de la pieza, para obtener el valor de recubrimiento que será comparado.

F. BASES DE ACEPTACIÓN

F.01. La inspección del lote para aceptación o rechazo debe efectuarse antes de que los productos salgan de la planta de galvanización, excepto cuando el representante del Gobierno el Distrito Federal proporcione otra especificación en el momento de establecer la obligación contractual.

CIUDAD DE MÉXICO

F.02. En la inspección de aceptación, la(s) superficie(s) significativa(s) de toda(s) las pieza(s) galvanizada(s) por inmersión en caliente examinada(s) con visión normal corregida, deben estar excenta(s) de ampollas o protuberancias sin metal sólido en su interior, rugosidades y puntos punzantes y de zonas no recubiertas.

F.03. No deben constituir causa de rechazo de las piezas recubiertas mediante galvanización en caliente, a condición de que el espesor del recubrimiento permanezca por encima del valor mínimo especificado.

a. Zonas grises, ligeramente obscuras de aspecto celular

b. Manchas de almacenamiento húmedo (productos de corrosión blancos o de color oscuro).

F.04. Por ningún motivo se aceptarán las piezas metálicas recubiertas mediante galvanización en caliente, con demérito en la calidad señalada en el inciso F.02 de este capítulo y cuyo acabado final se haya especificado pintura.

F.05. No se aceptarán las piezas metálicas galvanizadas mediante inmersión en caliente que contengan residuos de sales de flujo, grumos y cenizas de zinc.

F.06. Las piezas rechazadas por el representante del Gobierno del Distrito Federal, deben ser reacondicionadas bajo la responsabilidad y costo a cargo del galvanizador. El re acondicionamiento de las piezas debe realizarse de acuerdo con lo establecido en el inciso C.21. y posteriormente someter las piezas reacondicionadas a una nueva inspección de aceptación o rechazo.

F.07. El espesor del recubrimiento no debe ser menor a los valores indicados en las Tablas 1 ó 2, según corresponda cuando se pruebe según lo indicado en el inciso C.11., sobre el número apropiado de áreas de referencia indicado en el inciso C.15.

F.08. Si de acuerdo a lo señalado en el inciso C.21., las superficies no recubiertas son mayores que 10 cm^2, la pieza que contiene esas superficies debe ser re galvanizada.

F.09. Sólo mediante solicitud por escrito del representante del Gobierno del Distrito Federal, el galvanizador podrá destruir cualquier pieza para realizar las determinaciones de pérdida de masa.

CIUDAD DE MÉXICO

F.10. Si el espesor del recubrimiento medido en una muestra de control no cumple con los requisitos señalados en el inciso F.06, se debe volver a medir sobre el doble número de piezas del lote para prueba que las tomadas inicialmente (o la totalidad de las piezas si su número es inferior). Si esta nueva muestra de control ampliada es conforme, todo el lote para aceptación o rechazo puede aceptarse. Si esta nueva muestra de control ampliada no es conforme, las piezas que no cumplan con los requisitos deben rechazarse; y la re galvanización será por cuenta del galvanizador.

F.11. A solicitud del representante del Gobierno del Distrito Federal, el galvanizador debe entregar una declaración de conformidad con lo señalado en la norma NMX-H-004-SCFI y en el presente capítulo.

F.12. El representante del Gobierno del Distrito Federal no debe aceptar la prueba gravimétrica si el número de piezas es 10 o menor, si dicha prueba supone destrucción de piezas.

F.13. Por ningún motivo el representante del Gobierno del Distrito Federal aceptará un recubrimiento diferente al establecido contractualmente, excepto para el caso en el que el galvanizador demuestre que el procedimiento especificado de común acuerdo no cumple con los requisitos de calidad de la Tabla 1 o de la Tabla 2.

CIUDAD DE MÉXICO