

EDUCACIÓN

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA



VOLÚMEN 4 SEGURIDAD ESTRUCTURAL.

TOMO I DISPOSICIONES Y CRITERIOS GENERALES.

REVISIÓN 2022

NORMATIVIDAD E INVESTIGACIÓN





VOLUMEN 4. SEGURIDAD ESTRUCTURAL.
TOMO I. DISPOSICIONES Y CRITERIOS GENERALES.

REVISIÓN 2022

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN

1	OBJETIVO	1
2	CAMPO DE APLICACIÓN	4
3	REFERENCIAS	4
4	DEFINICIONES	6
5	ABREVIATURAS	9
6	TERMINOLOGÍA	9
7	DISPOSICIONES GENERALES	10
7.1	Introducción	10
7.2	Sistema de unidades	10
7.3	Aspectos legales	10
7.3.1	Responsable	11
7.3.2	Vía pública	11
7.3.3	Licencias y permisos	11
7.3.4	Bitácora de obra	11
7.4	Planeación, construcción y mantenimiento	11
7.5	Proyecto arquitectónico	12
7.6	Proyecto ejecutivo	12
8	REQUISITOS PARA LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL	12
8.1	Clasificación de las estructuras	13
8.2	Características generales de las edificaciones	13
8.3	Estudios preliminares	13
8.3.1	Selección del terreno	13
8.3.2	Geotecnia	13
8.3.3	Estructuras	14
8.4	Control y ejecución de obra	15
9	CRITERIOS Y ACCIONES	15
9.1	Acciones de diseño	16
9.2	Criterios de diseño estructural	16
9.3	Estados límite de servicio	16
9.4	Acciones permanentes	16
9.5	Cargas variables	16

INTRODUCCIÓN

El volumen 4, “Seguridad Estructural” está integrado por 8 tomos y tienen por objeto regular, en sus aspectos esenciales, el proceso de diseño estructural, construcción, rehabilitación y reforzamiento de inmuebles e instalaciones, destinados al servicio del sistema educativo nacional incorporando la reglamentación para el desarrollo de una construcción segura, confiable y habitable para la sustentabilidad, estableciendo las obligaciones y responsabilidades de los distintos entes que intervienen en dicho proceso.

De manera específica se busca lograr:

- La regulación de la infraestructura física educativa.
- Que las entidades federativas cuenten con una herramienta para normar y hacer más eficiente los procesos de construcción de la INFE.
- La actualización de este documento normativo contempla aspectos de la Ley de la Infraestructura de la Calidad y considera la Ley General de Educación en su artículo 99 y 103, que permitan actualizar cambios que presenten los diferentes ordenamientos normativos y tecnológicos, entre otros, que impacten sustancialmente en el contenido de este Volumen.
- Establecer y promover requisitos de calidad, seguridad, funcionalidad, oportunidad, equidad, sustentabilidad y pertinencia.
- Una INFE menos vulnerable ante el impacto de fenómenos naturales.

Este volumen tiene como uno de sus propósitos mantener en vigor y permanentemente, códigos de procesos de edificación y/o reglamentos de construcción. La continua actualización de estos códigos mediante ciclos de revisión establecidos asegura su uso, garantizando una adecuada aplicación para cada región y respetando la autonomía de las autoridades locales y, en el marco de sus atribuciones, les permita contar con un instrumento actualizable para hacer más eficiente y de mayor calidad la construcción de la INFE.

1 OBJETIVO

Este volumen establece los requisitos mínimos para el diseño estructural y construcción que deben cumplir las edificaciones nuevas, y para la revisión y rehabilitación, en su caso, de estructuras existentes, particularmente este Tomo I, define la Disposiciones y establece Criterios Generales aplicables en los siguientes: Tomo II, Diseño por sismo; Tomo III, Diseño por Viento; Tomo IV, Estructuras de Mampostería; Tomo V, Estructuras de Concreto Reforzado; Tomo VI, Estructuras de Acero y Compuestas; Tomo VII, Diseño de Cimentaciones y Tomo VIII, Diagnóstico y Rehabilitación de Estructuras Existentes.

2 CAMPO DE APLICACIÓN

Estos Volúmenes aplican a la infraestructura física educativa al servicio del sistema educativo nacional.

Cuando existan regulaciones estatales o municipales en los mismos rubros que se establecen en estos Tomos y estas sean más estrictas, se deberá acatar lo establecido por la autoridad local.

3 REFERENCIAS

Para la correcta aplicación de los tomos del Volumen 4, se deben utilizar como referencia las siguientes Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas vigentes en aquellos casos en que sean aplicables; así mismo, se complementa con las siguientes Normas y manuales vigentes o los que los sustituyan:

NMX-B-072-CANACERO-2017 "Industria siderúrgica-Varilla corrugada de acero, grado 60, laminada en frío para refuerzo de concreto-Especificaciones y métodos de prueba".

NMX-B-172- CANACERO-2018 "Industria siderúrgica – Métodos de prueba mecánicos para productos de acero y hierro".

NMX-B-252-1988 "Requisitos generales para planchas, perfiles, tablaestacas y barras de acero laminado, para uso estructural".

NMX-B-253-CANACERO-2020 "Industria Siderúrgica- Alambre de Acero Liso o Corrugado para Refuerzo de Concreto-Especificaciones y Métodos de Prueba".

NMX-B-266-1989 "Requisitos generales para lámina laminada en caliente y en frío, de acero al carbón y de acero de baja aleación y alta resistencia".

NMX-B-290-CANACERO 2021- "Industria Siderúrgica-Malla electrosoldada de acero liso o corrugado para refuerzo de concreto-Especificaciones y métodos de prueba"

NMX-B-292-CANACERO-2018 "Industria siderúrgica-Torón de siete alambres sin recubrimiento con relevado de esfuerzos para concreto presforzado – especificaciones y métodos de prueba".

NMX-B-293-CANACERO-2019 "Industria siderúrgica – Alambre de acero, sin recubrimiento con relevado de esfuerzos para usarse en concreto presforzado – Especificaciones y métodos de prueba".

NMX-B-456-CANACERO-2017 "Industria siderúrgica-Armaduras electrosoldadas de alambre de acero para castillos y dalas-Especificaciones y métodos de prueba".

NMX-B-457-CANACERO-2019 "Industria siderúrgica-varilla corrugada de acero baja aleación para refuerzo de concreto-especificaciones y métodos de prueba".

NMX-C-003-ONNCCE-2010 "Industria de la construcción – Cal hidratada – Especificaciones y métodos de ensayo".

NMX-C-021-ONNCCE-2015 "Industria de la construcción – Cemento para albañilería (mortero) – Especificaciones y métodos de ensayo".

NMX-C-061-ONNCCE-2010 "Industria de la construcción – Cementos hidráulicos – Determinación de la resistencia a la compresión de cementantes hidráulicos". NMX-C-061-ONNCCE-2015 INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN-CEMENTANTES HIDRÁULICOS-DETERMINACIÓN DE LA RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE CEMENTANTES HIDRÁULICOS (CANCELA A LA NMX-C-061-ONNCCE-2010)

NMX-C-083-ONNCCE-2014 "Industria de la construcción – Concreto – Determinación de la resistencia a la compresión de especímenes - Método de ensayo". (CANCELA A LA NMX-C-083-ONNCCE-2002).

NMX-C-084-ONNCCE-2018 "Industria de la Construcción-Agregados para concreto-Partículas más finas que la criba 0,075 mm (No. 200) por medio de lavado-Método de ensayo"

NMX-C-111-ONNCCE-2017 "Industria de la Construcción-Agregados para Concreto Hidráulico-Especificaciones y Métodos de Ensayo"

NMX-C-122-ONNCCE-2004 "Industria de la construcción – Agua para concreto – Especificaciones".

NMX-C-128-ONNCCE-2020 "Industria de la Construcción-Concreto sometido a Compresión-Determinación de Módulo de Elasticidad Estático y Relación de Poisson-Método de Ensayo"

NMX-C-156-ONNCCE-2020 "Industria de la construcción-concreto hidráulico-determinación del revenimiento en el concreto fresco-método de ensayo"

NMX-C-160-ONNCCE-2004 "Industria de la construcción – Concreto – Elaboración y curado en obra de especímenes de concreto". NMX-C-159-ONNCCE-2016 INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN-CONCRETO-ELABORACIÓN Y CURADO DE ESPECÍMENES DE ENSAYO. (CANCELA A LA NMX-C-159-ONNCCE-2004 Y NMX-C-160-ONNCCE-2004)

NMX-C-162-ONNCCE-2010 "Industria de la construcción-concreto hidráulico-determinación de la masa unitaria, cálculo del rendimiento y contenido"

INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN - CONCRETO HIDRÁULICO-DETERMINACIÓN DE LA MASA UNITARIA, CÁLCULO DEL RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE AIRE DEL CONCRETO FRESCO POR EL MÉTODO GRAVIMÉTRICO (CANCELA A LA NMX-C-162-ONNCCE-2000).

NMX-C-163-ONNCCE-1997 "Industria de la Construcción-Concreto hidráulico-Determinación de la resistencia a la tensión por compresión diametral de cilindros de concreto-Método de ensayo"

NMX-C-163-ONNCCE-2019 Industria de la Construcción-Concreto hidráulico-Determinación de la resistencia a la tensión por compresión diametral de cilindros de concreto-Método de ensayo (Cancela a la NMX-C-163-1997-ONNCCE).

NMX-C-169-ONNCCE-2009 "Industria de la construcción – Concreto – Extracción de especímenes cilíndricos o prismáticos de concreto hidráulico endurecido".

NMX-C-192-ONNCCE-2018 "Industria de la Construcción-Concreto-Determinación del Número de Rebote Utilizando el Dispositivo Conocido como Esclerómetro-Método de Ensayo"

NMX-C-255-ONNCCE-2013 "Industria de la construcción-concreto-determinación del número de rebote utilizando el dispositivo conocido como esclerómetro"

NMX-C-275-ONNCCE-2004 "Industria de la Construcción-Concreto Hidráulico-Determinación de la Velocidad de Pulso Ultrasónico a Través del Concreto-Método de Ensayo" **NMX-C-275-ONNCCE-2020, INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN-CONCRETO HIDRÁULICO-DETERMINACIÓN DE LA VELOCIDAD DE PULSO ULTRASÓNICO A TRAVÉS DEL CONCRETO-MÉTODO DE ENSAYO (CANCELA A LA NMX-C-275-ONNCCE-2004).**

NMX-C-404-ONNCCE-2012 "Industria de la construcción – Mampostería – Bloques, tabiques o ladrillos y tabicones para uso estructural – Especificaciones y métodos de ensayo".

NMX-C-405-ONNCCE-2014 "Industria de la construcción tubos de concreto preesforzado, sin cilindro de acero, para conducción y distribución de agua a presión-especificaciones y métodos de ensayo". **NMX-C-405-ONNCCE-2014 INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN-PANELES PARA USO ESTRUCTURAL APLICADOS EN SISTEMAS CONSTRUCTIVOS-ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE ENSAYO (CANCELA A LA NMX-C-405-1997-ONNCCE).**

NMX-C-406-1997-ONNCCE "Industria de la construcción – Sistemas de vigueta y bovedilla y componentes prefabricados similares para losas – Especificaciones y métodos de prueba". **NMX-C-406-ONNCCE-2014 INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN-COMPONENTES PARA SISTEMAS DE LOSAS PREFABRICADAS DE CONCRETO -ESPECIFICACIONES Y MÉTODOS DE ENSAYO. (CANCELA A LA NMX-C-406-1997-ONNCCE).**

NMX-C-486-ONNCCE-2014 "Industria de la Construcción - Mampostería - Mortero para uso Estructural - Especificaciones y Métodos de Ensayo".

NMX-C-414-ONNCCE-2017 "Industria de la Construcción-Cementantes Hidráulicos-Especificaciones y Métodos de Ensayo"

NMX-C-464-ONNCCE-2010 "Industria de la construcción – Mampostería – Determinación de la resistencia a compresión diagonal y módulo de cortante de muretes, así como determinación de la resistencia y la resistencia a compresión y módulo de elasticidad de pilas de mampostería de arcilla o de concreto – Métodos de ensayo".

NMX-C-567-2-ONNCCE-2020 "Industria de la construcción-diseño por viento de edificaciones y otras construcciones-parte 2: métodos de ensayo en túnel de viento".

NMX-H-118-1996 "Industria siderúrgica -sujetadores roscados externamente de acero al carbono-especificaciones."

NMX-R-003-SCFI-2011 "Escuelas – Selección del terreno para construcción – Requisitos", Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de julio de 2011.

NMX-R-079-SCFI-2015 "Escuelas-Seguridad Estructural De La Infraestructura Física Educativa-Requisitos". Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de enero de 2016.

4 DEFINICIONES

Para los propósitos de este volumen se establecen las siguientes definiciones:

Autoridad. Instituciones Encargadas de la Infraestructura Física Educativa en las Entidades Federativas y las instancias de Gobierno Local, Municipal, Estatal y Federal

encargadas de la obra pública, planeación y construcción de escuelas; así como personas físicas o morales que construyan escuelas públicas y/o privadas.

Bitácora. Documento foliado físico o electrónico de carácter técnico, legal y de comunicación en el que se anotan los incidentes del proceso de obra, así como las observaciones e instrucciones especiales del Director Responsable de Obra, Corresponsable de Obra, del Supervisor o del Verificador, de los representantes de la autoridad local y, en su caso, de los corresponsables, del propietario o Promotor y del Constructor.

Calidad. El cumplimiento de los requisitos inherentes a la infraestructura física educativa establecidos en la legislación, normatividad y lineamientos aplicables.

Conservación. Aquellos trabajos que deban ejecutarse en una edificación, en sus instalaciones, equipos y sistemas, con el objeto de restituir sus condiciones de operación y funcionamiento. Los trabajos de conservación se clasificarán en: mantenimiento y reparación.

Construcción. Conjunto de actividades efectuadas para edificar, instalar, rehabilitar, ampliar o modificar uno o más espacios educativos o parte de ellos.

Director Responsable de Obra (DRO)

- a) Persona física profesional, calificada y acreditada con registro por las autoridades correspondientes a la localidad, responsable de la observancia de la Ley, reglamentos y demás disposiciones aplicables en el acto que otorga su responsiva.
- b) Persona física profesional asignada para tal efecto por las autoridades correspondientes según la etapa o actividad de responsabilidad, cuando no exista esta figura en la reglamentación local; y
- c) Figura de Corresponsable como el profesional que solidariamente se responsabiliza con el DRO en alguna especialidad.

Especificaciones. Descripción de las características y conjunto de requisitos que deben cumplir los materiales, procesos, equipos e insumos y servicios establecidos por el cliente para la realización de una obra.

Infraestructura Física Educativa (INFE). Muebles e inmuebles destinados a la educación impartida por el Estado y los particulares con autorización o con reconocimiento de validez oficial de estudios, así como a los servicios e instalaciones necesarios para su correcta operación.

Inmueble educativo. Conjunto de bienes e instalaciones destinados a la educación impartida por el Estado y por los particulares con autorización o reconocimiento de validez oficial de estudios.

Mantenimiento. Trabajos y operaciones necesarias que se realizan en las construcciones, instalaciones, sistemas, mobiliario y equipo con el fin de sostener y asegurar su buen funcionamiento.

Manual o guía de operación y mantenimiento. Documento que contiene procedimientos e instrucciones para sostener y asegurar el buen funcionamiento de las construcciones, instalaciones, mobiliario y equipo con los que operan los inmuebles educativos.

Mitigación de riesgos. Conjunto de acciones preventivas orientadas a disminuir el impacto o daño que puede causar la ocurrencia de un fenómeno perturbador potencialmente destructivo sobre la infraestructura física educativa.

Proyecto ejecutivo. Conjunto de planos y documentos que conforman los proyectos arquitectónicos y de ingenierías de una obra, el catálogo de conceptos, así como las descripciones e información suficientes para que ésta se pueda llevar a cabo.

Pruebas geotécnicas. Conjunto de procedimientos y métodos, tanto de campo como de laboratorio, mediante los cuales se determinan la posición del nivel freático, el tipo de materiales y las propiedades mecánicas de los estratos del subsuelo.

Reparación. Conjunto de acciones para arreglar o corregir partes y/o elementos dañados en las construcciones, instalaciones, mobiliario y equipo con los que cuenta un inmueble educativo.

Supervisión. Conjunto de actividades consistentes en realizar un seguimiento puntual de carácter normativo, técnico, administrativo y de control de calidad, efectuado por una persona física o moral con experiencia y conocimientos en la materia, para asegurar que la obra se ejecute con la calidad, costo y tiempo establecidos en el contrato, proyecto ejecutivo, especificaciones técnicas y normatividad vigente.

Peligro. Probabilidad de ocurrencia en un sitio dado de un fenómeno perturbador potencialmente dañino y de cierta intensidad, durante un cierto periodo de tiempo.

Reconstrucción. Reposición total o parcial de una edificación.

Reconversión. Cambio del uso o destino que de manera original se le asignó a un espacio o una edificación.

Rehabilitación. Trabajos necesarios para restablecer las condiciones y características de resistencia o funcionamiento de un inmueble educativo.

Riesgo. Medida de los daños o pérdidas probables de personas, bienes o servicios, y vulnerabilidad de éstos como resultado de la interacción del peligro generado por un fenómeno perturbador.

Seguridad. Conjunto de condiciones establecidas para mitigar los riesgos y garantizar la integridad física de usuarios, equipos y bienes muebles.

Tomo. Tomo I, Disposiciones y establece Criterios Generales; Tomo II, Diseño por sismo; Tomo III, Diseño por Viento; Tomo IV, Estructuras de Mampostería; Tomo V, Estructuras de Concreto Reforzado; Tomo VI, Estructuras de Acero y Compuestas; Tomo VII, Diseño de Cimentaciones y Tomo VIII, Diagnóstico y Rehabilitación de Estructuras Existentes

5 ABREVIATURAS

Para los propósitos de este volumen se establecen las siguientes abreviaturas:

CDS-MDOC. Capítulo de Diseño por Sismo del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad.

CDV-MDOC. Capítulo de Diseño por Viento del Manual de Diseño de Obras Civiles de la Comisión Federal de Electricidad.

DOF. Diario Oficial de la Federación.

DRO. Director Responsable de Obra.

INIFED. Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa.

INFE. Infraestructura Física Educativa.

IMCA. Instituto Mexicano de la Construcción en Acero.

LOPSRM. Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas.

NTC. Normas Técnicas Complementarias.

NTC-Criterios y Acciones. Normas técnicas complementarias sobre criterios y Acciones para el diseño estructural de las edificaciones del RCDF.

NTC-Diseño Arquitectónico. Normas Técnicas Complementarias para Diseño Arquitectónico

NTC-Sismo. Normas técnicas complementarias para Diseño por Sismo del RCDF.

NTC-Viento. Normas técnicas complementarias para Diseño por Viento del RCDF.

NTC-Mampostería. Normas técnicas complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Mampostería del RCDF.

NTC-Concreto. Normas técnicas complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras de Concreto del RCDF.

NTC-Metálicas. Normas técnicas complementarias para el Diseño y Construcción de Estructuras Metálicas del RCDF.

NTC-Cimentaciones. Normas técnicas complementarias para Diseño y Construcción de Cimentaciones del RCDF.

NMX. Norma Mexicana.

NOM. Norma Oficial Mexicana.

RCDF. Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

SEP. Secretaría de Educación Pública.

6 TERMINOLOGÍA

Para los propósitos de estas normas correspondientes al Volumen 4, se establece la siguiente terminología:

Evaluación de la conformidad. Determinación del grado de cumplimiento con las normas oficiales mexicanas o la conformidad con las normas mexicanas, las normas internacionales u otras especificaciones, prescripciones o características. Comprende, entre otros, los procedimientos de muestreo, prueba, calibración, certificación y verificación.

Normas y especificaciones del INIFED. Normas y Especificaciones para estudios, proyectos, construcción e instalaciones del INIFED.

Verificación. Constatación ocular o comprobación mediante muestreo, medición, pruebas de laboratorio, cálculos o examen de documentos que se realiza para evaluar la conformidad en un momento determinado.

7 DISPOSICIONES GENERALES

7.1 Introducción

En este apartado se establecen los aspectos generales que se deben considerar al inicio de una obra.

7.2 Sistema de unidades

El sistema de unidades adoptado en el presente Estándar, y con el que se debe trabajar para el desarrollo de un proyecto, planos, memorias, bitácoras, y otros documentos que forman parte del contrato de obra para la infraestructura educativa, deben ser compatibles con lo indicado en la NOM-008-SCFI-2002 - "Sistema general de unidades de medida".

La información y ecuaciones que aparecen en el presente Estándar se presentan en primera instancia utilizando el sistema internacional de unidades (SI), y entre paréntesis se incluyen además las expresiones en el sistema métrico decimal convencional. Cada sistema debe utilizarse con independencia, sin hacer combinaciones entre sistemas de unidades. Cuando no se presentan expresiones entre paréntesis, las presentadas son iguales en ambos sistemas, es decir, los coeficientes son adimensionales.

7.3 Aspectos legales

Las obras de construcción, instalación, modificación, ampliación, reparación y demolición, así como el uso de las edificaciones deben sujetarse a las disposiciones de la Ley de

Desarrollo Urbano de cada entidad; del reglamento de construcción local y de sus normas técnicas complementarias y demás disposiciones jurídicas y administrativas aplicables.

En este volumen se detallan a las especificaciones, diseño y cálculo de estructuras destinadas a la construcción de INFE, puntualizando que esta normatividad técnica es de observancia obligatoria en los términos que marca la Ley General de Educación vigente siendo aplicable a todas las edificaciones y espacios que formen parte integrante de un plantel escolar, independientemente del uso particular al que esté destinado.

7.3.1 Responsable

El DRO, los corresponsables o la persona física profesional, calificada y acreditada con registro por las autoridades correspondientes de la localidad, encargados de la observancia de la Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las mismas, reglamentos y demás disposiciones aplicables, son los que se comprometen a dar cumplimiento de esta norma, así como de la utilización de insumos que cumplan con las disposiciones correspondientes. El propietario, el constructor y sus representantes serán responsables solidarios.

7.3.2 Vía pública

Para las actividades de planeación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de instalaciones y de estructuras que tengan algún efecto en la vía pública, así como en las instalaciones para las conducciones subterráneas y aéreas en la vía pública y sobre el alineamiento y número oficial, se deberá cumplir con los requerimientos aplicables correspondientes a la autoridad local.

7.3.3 Licencias y permisos

Para construir, ampliar, reparar o modificar una obra o instalación el DRO y los Corresponsables, previo al inicio de los trabajos, deben solicitar la licencia de construcción correspondiente según el reglamento de construcción local.

7.3.4 Bitácora de obra

Durante el desarrollo de los trabajos la supervisión debe vigilar y o controlar las incidencias de la obra para lo cual utilizará como instrumento de control técnico y legal la bitácora de obra y su uso será conforme a lo establecido en la Norma Mexicana NMX-R-024-SCFI-2015 - *Escuelas – Supervisión de obra de la infraestructura física educativa – Requisitos*, o la que la sustituya.

7.4 Planeación, construcción y mantenimiento

Se deberá realizar con base a la norma mexicana NMX-R-118-SCF-2020 “Escuelas –Calidad de la infraestructura física educativa – Requisitos”. La verificación del cumplimiento de los requisitos se realizará con base en la cadena de valor de la INFE mediante la comprobación física y documental en sus etapas de: planeación, contratación, proyecto ejecutivo, construcción y supervisión, así como en elementos para conservación del ambiente.

En aspectos de diseño y construcción deberán aplicar la norma mexicana NMX-R-079-SCFI-2015 “Escuelas-Seguridad Estructural De La Infraestructura Física Educativa-Requisitos”.

7.5 Proyecto arquitectónico

Para garantizar las condiciones de habitabilidad, accesibilidad, funcionamiento, higiene, acondicionamiento ambiental, eficiencia energética, comunicación, seguridad en emergencias, integración al contexto e imagen urbana de las edificaciones, los proyectos arquitectónicos correspondientes deben cumplir con los requerimientos establecidos en las normas técnicas complementarias para el proyecto arquitectónico del reglamento de construcciones local vigente o en ausencia de éste, las correspondientes a las del RCDF.

7.6 Proyecto ejecutivo

Debe contener como mínimo:

- Proyecto arquitectónico, incluyendo planos y memoria descriptiva del mismo.
- Proyecto de las instalaciones hidráulicas, sanitarias, eléctricas, de gas y especiales, con sus correspondientes memorias de cálculo, planos y memorias descriptivas.
- Proyecto estructural con la descripción detallada de las características de la estructura y, en su caso, el proyecto de protección a colindancias.
- Estudio de Mecánica de Suelos, que indique la caracterización del terreno, es decir, propiedades físicas y propiedades mecánicas. Además, debe contener la capacidad de carga y las propiedades de deformación del terreno, para calcular asentamientos totales o diferenciales. Finalmente deberá contener las recomendaciones del tipo de cimentación que se deberá emplear.
- Memoria de Cálculo Estructural, en el que se muestre claramente el sistema estructural resistente a cargas y acciones sísmicas y de viento, con definición de dimensiones, secciones, cuantías, materiales y otras características importantes que se requieran señalar, que permitan la ejecución de la estructura de acuerdo con la normativa vigente en la zona, firmada por el profesional responsable.
- Especificaciones de construcción relacionándolas con la normatividad vigente.
- Características y especificaciones de los materiales, productos, elementos y componentes para uso estructural y en instalaciones.

8 REQUISITOS PARA LA SEGURIDAD ESTRUCTURAL

8.1 Clasificación de las estructuras

Para los efectos de estas Normas Técnicas consignadas en el Volumen 4, basadas en una selección de normas y especificaciones técnicas tomadas de diversos documentos oficiales vigentes y comprende una serie de reglas y principios de carácter no limitativo, aplicables específicamente a la construcción de espacios y edificaciones escolares que pueden ser emplazadas en cualquier localidad del territorio nacional y que por su importancia y naturaleza se clasifican como perteneciente al Grupo A, de acuerdo con la clasificación de las estructuras, establecidas en las Normas Técnicas Complementarias Para Diseño Por Sismo, del Reglamento de construcción del DF, este tipo de estructuras son edificaciones cuyo funcionamiento es esencial a raíz de una emergencia urbana o de desastre. Se incluyen en este grupo los edificios de aulas, laboratorios, talleres, gimnasios, oficinas administrativas, y estructuras de techumbres usadas como cubiertas de patios, así como cualquier otra edificación Escolar.

Se considerará también dentro de esta misma clasificación a los elementos estructurales secundarios como bardas perimetrales del predio, pretilos en pasillos y azoteas, recubrimientos de fachadas, elementos no estructurales, así como apéndices sobre las edificaciones como son las estructuras para tanques de agua.

8.2 Características generales de las edificaciones

En zonas sísmicas C y D, según se define en el Capítulo 10 de Diseño por sismo, toda edificación deberá cumplir con los requisitos de estructura regular (ver Capítulo 10).

Adicionalmente, las edificaciones de concreto, acero y compuestas en la zona sísmica D deberán cumplir con los requisitos de detallado de los sistemas dúctiles o especiales que se establecen en la Sección 13.8, si son de concreto, y de la Sección 14.10 si son de acero y compuestas.

8.3 Estudios preliminares

8.3.1 Selección del terreno

La selección del terreno se deberá realizar con base a la norma mexicana NMX-R-003-SCFI-2011 - *Escuelas – Selección del terreno para construcción – Requisitos*, considerando las condiciones que no son aptas para la construcción en el medio físico natural y el medio físico transformado.

Se debe consultar el mapa de riesgos del municipio en caso de existir.

8.3.2 Geotecnia

1. Introducción
2. Descripción del predio y condiciones actuales del inmueble educativo.

3. Elaboración de los programas de exploración y muestreo del subsuelo.
4. Visita al sitio para conocer la problemática general y en su caso modificar o complementar el programa original de exploración.
5. Exploración y muestreo.
 - a. Marco geológico.
6. Descripción de las zonificaciones geotécnica, sísmica e hidrometeorológicas.
 - a. Trabajos de campo:
 - i. Recopilación de la información de geotecnia y sísmica existente.
 - ii. Tipos, cantidad y profundidad de sondeos.
 - iii. Descripción de los sondeos, de obtención de muestras y de pruebas realizadas en el lugar.
 - iv. Pruebas indirectas para determinar el periodo del terreno T_s , velocidad de las ondas de corte, V_s y, el espesor del estrato equivalente, H_s
 - b. Trabajos de gabinete:
 - i. Selección del número, tipo y procedimiento de las pruebas de laboratorio.
 - ii. Definición del origen, composición y propiedades del subsuelo.
 - iii. Perfiles estratigráficos y modelo geotécnico.
 - iv. Propiedades del terreno de cimentación. Al menos se definirá la capacidad de carga a la profundidad que se especifique en el proyecto y la velocidad de ondas de corte para fines de diseño sísmico del sitio de desplante.
 - v. Condiciones del agua subterránea y cuerpos de agua cercanos.
 - vi. Condiciones especiales (licuación, subsidencia, fallas geológicas, inundación, cortes o taludes inestables, cavernas, etc.)
 - vii. Croquis y figuras.
7. Análisis de alternativas para cimentaciones o rehabilitaciones de estas.
8. Elaboración de especificaciones generales sobre el procedimiento constructivo de las cimentaciones o rehabilitación de estas.
9. Recomendaciones para la realización de otro tipo de estudios, los cuales contendrán los puntos anteriores más los específicos para el tipo de prueba.
10. Reporte fotográfico que incluirá fotografías panorámicas, áreas y tomas desde los vértices, al que se anexarán croquis indicando los puntos y direcciones de las tomas.
11. Memoria de cálculo
12. Conclusiones

8.3.3 Estructuras

El diseño estructural deberá considerar la norma mexicana NMX-R-079-SCFI-2015 “Escuelas-Seguridad Estructural de la Infraestructura Física Educativa-Requisitos”. Y los siguientes aspectos:

1. Las especificaciones deben incluir requerimientos del proyecto para los materiales estructurales, su fabricación, colocación, tolerancias y controles de calidad.
2. Las especificaciones para elementos deben incluir los criterios normativos de su diseño y de detallado.
3. Las especificaciones más relevantes deben abreviarse e incluirse en los planos.
4. Los planos deben mostrar la ubicación y denominación de los elementos estructurales, sus dimensiones, sus refuerzos y sus conexiones a una escala y nivel de detalle que permita la construcción en una secuencia razonable por un contratista competente y con experiencia en construcciones con los materiales especificados.
5. Las plantas, elevaciones, cortes y detalles deberán ejecutarse en una escala, cantidad y extensión adecuadas para representar claramente la relación entre los elementos y sus interconexiones.
6. Los planos estructurales del proyecto deben incluir como mínimo lo siguiente:
 - a. Detalles típicos y notas.
 - b. Cuadro o plantas de cargas de uso.
 - c. Plantas de cimentaciones, secciones y detalles.
 - d. Plantas de estructuras, secciones y detalles.
 - e. Elevaciones de todos los ejes estructurales, secciones y detalles.
 - f. Plantas del sistema de pisos y techos, secciones y detalles.
 - g. Detalles de uniones.
 - h. Otros detalles.
7. Conclusiones

Todos los documentos incluirán los datos del Responsable que corresponda, nombre, número de cédula profesional, número y localidad de registro, así como firmas del encargado del desarrollo del proyecto, de los técnicos y especialistas involucrados.

8.4 Control y ejecución de obra

El Responsable debe supervisar el cumplimiento de las disposiciones constructivas establecidas en esta Norma Mexicana y del proyecto ejecutivo. Son aplicables a cada edificación y a cada empresa constructora que participe en la obra.

9 CRITERIOS Y ACCIONES

9.1 Acciones de diseño

Se considerarán tres categorías de acciones, de acuerdo con la duración en que obran sobre las estructuras con su intensidad máxima:

1. Acciones permanentes,
2. Acciones variables, y
3. Acciones accidentales.

La definición de estas acciones y la combinación de éstas se tomarán como se establece en el reglamento local o en el capítulo 2 de las NTC-Criterios y Acciones y los CDS y CDV del MDOC, según apliquen. La intensidad de dichas acciones se evaluarán con base en los procedimientos de esta norma

9.2 Criterios de diseño estructural

Se considerará que se alcanza un estado límite de comportamiento en una construcción cuando se presenta una combinación de fuerzas, desplazamientos, niveles de fatiga, o varios de ellos, que determina el inicio o la ocurrencia de un modo de comportamiento inaceptable de dicha construcción.

Los estados límite se clasifican en dos grupos: estados límite de falla y estados límite de servicio.

Los criterios para la determinación de las resistencias de diseño, así como los factores de carga y las combinaciones de acciones en las cuales se usan, se tomarán como se establece en el reglamento local o en capítulo 3 de las NTC-Criterios y Acciones y los CDS y CDV del MDOC, según apliquen.

9.3 Estados límite de servicio

Los requisitos para revisión de los desplazamientos para el estado límite de servicio, vibraciones y otros estados límite se tomarán como se establece en el reglamento local o el capítulo 4 de las NTC-Criterios y Acciones. Asimismo, se deberán cumplir los Estados límite que se establecen en esta Norma Mexicana, en donde se indique.

9.4 Acciones permanentes

La definición y evaluación de las cargas muertas y otras acciones estáticas como empujes de tierras y líquidos se tomarán como se establece en el capítulo 5 de las NTC-Criterios y Acciones. Se incluirán los incrementos al peso de losas y capa de mortero sobre la misma, como se establece en dicho capítulo.

9.5 Cargas variables

La definición de las cargas vivas se tomará como se establece en el capítulo 6 de las NTC-Criterios y Acciones.

Para la aplicación de las cargas vivas unitarias se deberá tomar en consideración las siguientes disposiciones:

- i. La carga viva máxima W_m se deberá emplear para diseño estructural por fuerzas gravitacionales y para calcular asentamientos inmediatos en suelos, así como para el diseño estructural de los cimientos ante cargas gravitacionales,
- ii. La carga instantánea W_a se deberá usar para diseño sísmico y por viento y cuando se revisen distribuciones de carga más desfavorables que la uniformemente repartida sobre toda el área,
- iii. La carga media W se deberá emplear en el cálculo de asentamientos diferidos y para el cálculo de flechas diferidas, y
- iv. Cuando el efecto de la carga viva sea favorable para la estabilidad de la estructura, como en el caso de problemas de flotación, volteo y de succión por viento, su intensidad se considerará nula sobre toda el área, a menos que pueda justificarse otro valor.

Las cargas uniformes de la Tabla 1 se considerarán distribuidas sobre el área tributaria de cada elemento.

Tabla 1 - Cargas vivas unitarias kN/m² (kg/m²)

Destino de piso o cubierta	W	W_a	W_m	Observaciones
a) Habitación (internados de escuelas)	0.7 (70)	0.9 (90)	1.7 (170)	1
b) Oficinas y laboratorios	1.0 (100)	1.8 (180)	2.5 (250)	2
c) Aulas	1.0 (100)	1.8 (180)	2.5 (250)	-
d) Comunicación para peatones (pasillos, escaleras, rampas, vestíbulos y pasajes de acceso libre al público)	0.4 (40)	1.5 (150)	3.5 (350)	3 y 4
e) Estadios y lugares de reunión sin asientos individuales	0.4 (40)	3.5 (350)	4.5 (450)	5
f) Otros lugares de reunión (bibliotecas, auditorios, teatros, gimnasios, restaurantes o comedores y similares)	0.4 (40)	2.5 (250)	3.5 (350)	5
g) Bodegas	$0.8W_m$	$0.9W_m$	W_m	6
h) Azoteas con pendiente no mayor de 5 %	0.15 (15)	0.7 (70)	1.0 (100)	4 y 7
i) Azoteas con pendiente mayor de 5 %; otras cubiertas, cualquier pendiente.	0.05 (5)	0.2 (20)	0.4 (40)	4, 7, 8 y 9
j) Volados en vía pública (marquesinas, balcones y similares)	0.15 (15)	0.7 (70)	3 (300)	-
k) Garajes y estacionamientos (exclusivamente para automóviles)	0.4 (40)	1.0 (100)	2.5 (250)	10

1. Para elementos con área tributaria mayor de 36 m², W_m podrá reducirse, tomando su valor en kN/m² igual a:

$$1 + \frac{4.2}{\sqrt{A}} \left(100 + \frac{420}{\sqrt{A}} \right); \text{ en } kg/m^2 \quad (1)$$

En donde:

A es el área tributaria en m². Cuando sea más desfavorable se considerará en lugar de W_m , una carga de 5 kN (500 kg) aplicada sobre un área de 500 mm × 500 mm en la posición más crítica

Para sistemas de piso ligeros con cubierta rigidizante, se considerará en lugar de W_m , cuando sea más desfavorable, una carga concentrada de 2.5 kN (250 kg) para el diseño de los elementos de soporte y de 1 kN (100 kg) para el diseño de la cubierta, en ambos casos ubicadas en la posición más desfavorable.

Se considerarán sistemas de piso ligero aquéllos formados por tres o más miembros aproximadamente paralelos y separados entre sí no más de 800 mm y unidos con una cubierta de madera contrachapada, de duelas de madera bien clavadas u otro material que proporcione una rigidez equivalente.

2. Para elementos con área tributaria mayor de 36 m², W_m podrá reducirse, tomando su valor en kN/m² igual a:

$$1.1 + \frac{8.5}{\sqrt{A}} \left(110 + \frac{850}{\sqrt{A}} \right); \text{ en } kg/m^2 \quad (2)$$

En donde:

A es el área tributaria en m². Cuando sea más desfavorable se considerará en lugar de W_m , una carga de 10 kN (1000 kg) aplicada sobre un área de 500 mm × 500 mm en la posición más crítica.

Para sistemas de piso ligero con cubierta rigidizante, definidos como en la nota 1, se considerará en lugar de W_m , cuando sea más desfavorable, una carga concentrada de 5 kN (500 kg) para el diseño de los elementos de soporte y de 1.5 kN (150 kg) para el diseño de la cubierta, ubicadas en la posición más desfavorable.

3. En áreas de comunicación de internados se considerará la misma carga viva que en el inciso a).
4. Para el diseño de los pretilas y barandales en escaleras, rampas, pasillos y balcones, se deberá fijar una carga por metro lineal no menor de 1 kN/m (100 kg/m) actuando al nivel de pasamanos y en la dirección más desfavorable.
5. En estos casos deberá prestarse particular atención a la revisión de los estados límite de servicio relativo a vibraciones.
6. Atendiendo al destino del piso se determinará la carga unitaria, W_m , que no será inferior a 3.5 kN/m² (350 kg/m²) y deberá especificarse en los planos estructurales y en placas colocadas en lugares fácilmente visibles de la edificación.

7. Las cargas vivas especificadas para cubiertas y azoteas no incluyen las cargas producidas por tinacos y anuncios, ni las que se deben a equipos u objetos pesados que puedan apoyarse en o colgarse del techo. Estas cargas deben preverse por separado y especificarse en los planos estructurales.

Adicionalmente, los elementos de las cubiertas y azoteas deberán revisarse con una carga concentrada de 1 kN (100 kg) en la posición más crítica.

8. Además, en el fondo de los valles de techos inclinados se considerará una carga debida al granizo establecida en la Tabla 2 por cada metro cuadrado de proyección horizontal del techo que desagüe hacia el valle. Esta carga se considerará como una acción accidental para fines de revisión de la seguridad y se le aplicarán los factores de carga correspondientes.
9. Para tomar en cuenta el efecto de granizo, W_m se tomará igual a lo establecido en la Tabla 2 y se tratará como una carga accidental para fines de calcular los factores de carga. Esta carga no es aditiva a la que se menciona en el inciso i) y en la nota 8.
10. Más una concentración de 15 kN (1500 kg), en el lugar más desfavorable del miembro estructural de que se trate.

Tabla 2 - Cargas de granizo

Zonificación (Ver Figura 1)	Carga viva accidental en el fondo de valles de techos, W_a kN (kg)	Carga viva máxima en techos, W_m kN/m² (kg/m²)
Zona A	0	0
Zona B	0,2 (20)	0,65 (65)
Zona C	0,3 (30)	1,0 (100)

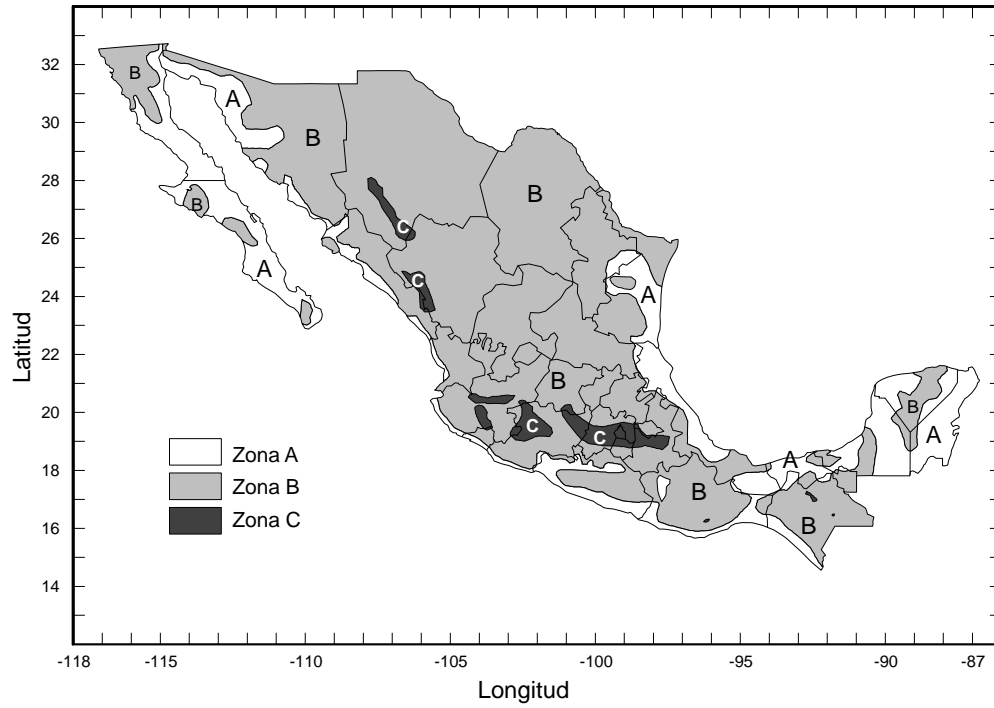


Figura 1 - Zonas de cargas de granizo

Los requisitos para las cargas vivas transitorias, cambios de temperatura, deformaciones impuestas y vibraciones se tomarán como se establece en el reglamento local o capítulo 6 de las NTC-Criterios y Acciones.