



UNAM



OBRAS

Dirección General de  
Obras y Conservación

## Disposiciones en materia de Construcción Sustentable



Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad



# Contenido

<b>1. Introducción</b>	7
<b>2. Objetivo</b>	9
<b>3. Definiciones</b>	9
<b>4. Normas de referencia y documentos técnicos de apoyo</b>	12
<b>5. Disposiciones Generales</b>	17
5.1. Disposiciones en Ciudad Universitaria	18
<b>6. Localización del Sitio</b>	18
6.1. Selección de sitio	19
6.2. Movilidad sustentable	19
6.2.1. <i>Accesos peatonales</i>	
6.2.2. <i>Transporte Público</i>	
6.2.3. <i>Transporte en bicicleta</i>	
6.2.4. <i>Transporte en motocicleta</i>	
6.2.5. <i>Conectividad</i>	
<b>7. Proyecto Arquitectónico</b>	21
7.1. Espacios educativos	21
7.2. Accesibilidad	21
7.3. Iluminación y ventilación	22
7.4. Servicios sanitarios	23
7.5. Circulaciones	24
7.6. Elevadores	25
7.7. Prevenciones para emergencias	25
7.7.1. <i>Aspectos generales</i>	
7.7.2. <i>Prevención en caso de sismo o incendio</i>	
7.8. Estacionamientos	27
7.9. Materiales	28
7.10. Áreas Verdes	29
7.11. Tratamiento acústico	30
7.11.1. <i>Recomendaciones</i>	

<b>8. Proceso Constructivo</b>	32
8.1. Medidas de higiene y seguridad	32
8.2. Manejo de residuos de la construcción	33
8.2.1. Aspectos generales	
8.2.2. Reducción de fuentes de residuos	
8.2.3. Reciclaje de residuos de la construcción	
8.2.4. Manejo	
8.2.4.1. Plan de manejo	
8.2.4.2. Acciones durante la construcción	
8.2.4.3. Disposición final	
8.2.5. Manejo de residuos peligrosos de construcción	
8.2.5.1. Aspectos generales	
8.2.5.2. Clasificación	
<b>9. Evaluación de Impacto Ambiental</b>	37
9.1. Disposiciones generales	37
9.2. Obras y actividades a evaluar en materia de impacto ambiental	38
9.3. Procedimiento	39
<b>10. Uso Eficiente de la Energía</b>	40
10.1. Disposiciones generales	40
10.2. Ventilación	41
10.2.1. Disposiciones particulares	
10.2.2. Ventilación natural	
10.2.3. Ventilación forzada	
10.3. Climatización	42
10.3.1. Diseño bioclimático	
10.3.2. Climatización artificial	
10.4. Eficiencia en la energía eléctrica	43
10.4.1. Disposiciones particulares	
10.4.2. Iluminación	
10.4.2.1. Proyecto	
10.4.2.2. Iluminación natural	
10.4.2.3. Iluminación artificial	
<b>11. Energías Alternativas</b>	48
11.1. Sistema fotovoltaico para generación de energía eléctrica	49
11.1.1. Aspectos generales	
11.1.2. Proyecto	

11.1.3. <i>Entrega, puesta en marcha y operación</i>	
11.2. Sistema térmico solar para calentamiento de agua	49
11.2.1. <i>Proyecto</i>	
11.2.2. <i>Entrega, puesta en marcha y operación</i>	
<b>12. Uso eficiente del Agua</b>	<b>53</b>
12.1. Disposiciones generales	53
12.2. Agua potable	54
12.3. Agua caliente	57
12.4. Aguas residuales	58
12.4.1. <i>Agua tratada</i>	
12.5. Agua pluvial	57
12.6. Riego	58
<b>13. Manejo de Residuos Sólidos</b>	<b>61</b>
13.1. Disposiciones de proyecto	61
<b>14. Sistema de Control Automatizado</b>	<b>61</b>
<b>ANEXOS</b>	
<b>Anexo 1 Información mínima de estudio de impacto ambiental</b>	<b>65</b>
<b>Anexo 2 Análisis para envolvente de Edificios</b>	<b>67</b>
<b>Anexo 3 Recomendaciones diseño bioclimático por región</b>	<b>84</b>
<b>Anexo 4 Ecuación por Humphreys y Nicol (2000)</b>	<b>86</b>



# 1. Introducción

---

La actualización de los Criterios en Materia de Construcción Sustentable, da respuesta a lo establecido en la Línea Rectora número 14, del Plan de Desarrollo Institucional 2015-2019, dentro del cual la Sustentabilidad adquiere un papel relevante.

La referida Línea Rectora señala que la UNAM está llamada a responder al compromiso de un desarrollo sustentable, y para ello establece en una de sus líneas de acción, que la Institución debe “Garantizar la reducción del impacto ambiental en la proyección, diseño y construcción de las nuevas obras y edificios universitarios”.

Lo anterior se inserta dentro de una grave crisis ambiental originada por la sobreexplotación de los recursos del planeta. México no es ajeno a dicha crisis al tener un consumo desmedido de agua y de energía eléctrica, con el agravante de que esta última se genera principalmente con combustibles fósiles, emitiendo grandes cantidades de gases de efecto invernadero al ambiente. Por otro lado es cada vez más apremiante el lograr un manejo adecuado de los residuos sólidos, así como incentivar el reciclaje de materiales, en particular los que participan en los procesos constructivos.

Al respecto cabe mencionar el esfuerzo realizado por la Institución desde principios del siglo, implementando políticas sustentables en materia de ahorro y uso eficiente del agua y energía, así como en la dotación de accesibilidad a sus instalaciones y mejoras en el caso de la movilidad; por citar los más relevantes. Ejemplo de lo anterior ha sido la migración en las obras a lámparas fluorescentes ahorradoras y en años recientes a iluminación LED, o la instalación de alumbrado exterior alimentado con energía solar; en materia de agua la instalación de llaves y muebles sanitarios ahorradores, la modernización tanto de la planta de tratamiento de aguas residuales, como del sistema de potabilización de agua, ambas en Ciudad Universitaria; o la implementación de sistemas de generación de energía con paneles fotovoltaicos, etcétera.

Por todo lo señalado, el presente instrumento debe ser visto como una herramienta nece-

saría para consolidar y ampliar lo logrado hasta ahora y para dar cumplimiento al Plan de Desarrollo Institucional 2015-2019 de lograr construcciones sustentables.

Por último se considera conveniente que los criterios pasen a ser disposiciones de cumplimiento obligatorio en las dependencias y entidades de la UNAM. Por tanto el presente instrumento pasa a denominarse:

### **Disposiciones en Materia de Construcción Sustentable.**

**Se hace patente el reconocimiento a las entidades y dependencias participantes en la presente actualización:**

#### ***Instituto de Energías Renovables***

Guadalupe Huelsz Lesbros

Jorge A. Rojas Menéndez

Ramón Tovar Olvera

Guillermo Barrios del Valle

Adriana Lira Oliver (actualmente adscrita a la Facultad de Arquitectura)

Jorge Tenorio Hernández

#### ***Instituto de Ingeniería***

Dr. David Morillón Gálvez

#### ***Programa de Manejo, Uso y Reúso del Agua***

M. en C. Cecilia Lartigue Baca

#### ***Dirección General de Obras y Conservación***

M. en A. Leonardo B. Zeevaert Alcántara

Ing. Fernando Castillo Molina

Lic. Lorena Palma García

Arq. Juan Carlos Luna Campos

Ciudad Universitaria, septiembre de 2020.



## 2. Objetivos

- a) Establecer disposiciones en materia de construcción sustentable, con el fin de reducir el impacto ambiental en los edificios e infraestructura que construye, remodela y mantiene la UNAM.
- b) Proporcionar a las dependencias de la UNAM, directrices para el manejo adecuado en el uso, aprovechamiento y ahorro del agua y energía eléctrica desde el proyecto y durante la construcción y operación de los edificios.
- c) Garantizar condiciones adecuadas de accesibilidad y movilidad en los nuevos campus y edificaciones de la UNAM y promover su aplicación en las dependencias y edificios que lo requieran.

## 3. Definiciones

Para efectos del presente documento se atenderá a las siguientes definiciones:

**Actividad:** Actividad riesgosa que ponga en peligro la integridad de las personas o del ambiente, sea por la naturaleza, características o volumen de los materiales o residuos a manejar, conforme a lo establecido por la normatividad en materia ambiental a nivel federal y/o local.

**Ambiente:** Conjunto de elementos naturales, así como los inducidos por el ser humano, que hacen posible la existencia y desarrollo de todos los organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados. Debe entenderse también como medio ambiente.

**Apagado falso:** Se presenta cuando la iluminación de un espacio está controlada por un sensor de presencia y éste apaga las luminarias estando el usuario presente.

**Áreas de valor ambiental:** En algunas localidades se consideran como áreas de valor ambiental los bosques urbanos y barrancas.

**Áreas naturales protegidas:** En algunas localidades se consideran como áreas naturales protegidas, entre otras, las zonas de conservación ecológicas, zonas de protección hidrológica, refugios de fauna silvestre.

**Área verde:** Es la superficie cubierta por vegetación, endémica o sembrada que se localiza dentro de un predio perteneciente a la UNAM. Se considerarán también las áreas verdes localizadas en predios rentados o en comodato con otras autoridades del ámbito local o federal.

**Autoridad competente:** Entidad de gobierno federal, estatal o municipal, facultada para llevar a cabo evaluaciones en materia de impacto ambiental, así como otorgar las autorizaciones correspondientes, de obras o actividades que se pretenden realizar.

**Autorización de impacto ambiental:** Autorización otorgada por la autoridad correspondiente para la realización de una obra o actividad, como resultado de la presentación y evaluación de estudios de impacto ambiental y cuando se cumplen los requisitos establecidos en la legislación respectiva, para evitar, reducir o compensar los daños ambientales que dicha obra o actividad puedan originar.

**Campus:** Predio propiedad de la UNAM, que contiene diversas instalaciones e infraestructura como pueden ser, edificios de aulas, y/o laboratorios, edificios administrativos y de servicios, canchas deportivas y estacionamientos, entre otros.

**Confort higrotérmico:** Es la sensación de comodidad que sienten las personas dentro de un ambiente, incluyendo factores como la humedad y la temperatura.

**Contaminación luminosa:** Es, el impacto negativo que la luz artificial tiene sobre los ecosistemas nocturnos.

**Daño ambiental:** Pérdida, detrimento o alteración inferidos al medio ambiente.

**Decibel acústico dBA:** Unidad utilizada para medir la intensidad global del sonido.

**Declaración de cumplimiento ambiental:** En algunas legislaciones locales, es el instrumento de evaluación por medio del cual los interesados, en este caso la UNAM, declaran bajo protesta de decir verdad, que sus proyectos, obras o actividades no requieren de la presentación de informe preventivo o manifestación de impacto ambiental, dado que el impacto al medio ambiente y las medidas de compensación previstas se encuentran en cumplimiento con la normatividad vigente.

**Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA):** DÍndice de la carga conectada para alumbrado por superficie iluminada, se expresa en  $W/m^2$

**Dependencia.** Dependencia o entidad de la UNAM.

**Dependencia facultada.** Dependencia de la UNAM facultada para contratar servicios relacionados con la obra, según lo dispuesto en la Normatividad de Obras de la UNAM, de acuerdo al numeral 5, párrafo tercero de las *Políticas en Materia de Obra y Servicios Relacionados con la Misma*.

**DGOC.** Dirección General de Obras y Conservación de la UNAM.

**Diseño bioclimático.** Diseño basado en las condiciones ambientales del sitio donde se asentará la edificación. El diseño se realiza a partir de las condiciones climáticas y el aprovechamiento de los recursos disponibles para disminuir el impacto ambiental y reducir los consumos de energía.

**Disposición final.** Acción de depositar residuos de construcción en sitios autorizados y en condiciones adecuadas para evitar daños al medio ambiente.

**DMIE.** Disposiciones en Materia de Instalaciones Eléctricas de la UNAM.

**DMIHS.** Disposiciones en Materia de Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y de Protección contra Incendio de la UNAM.

**Ecosistema.** Unidad básica de interacción entre los organismos vivos y el medio ambiente, en un espacio y tiempo determinados.

**Eficacia luminosa.** Es la relación entre el flujo luminoso total, emitido por una fuente y la potencia total consumida (lumen/w).

**Estudios de impacto ambiental.** Documentos presentados por la UNAM ante la autoridad competente en la localidad, para que esta última lleve a cabo la evaluación de impacto ambiental. Dependiendo de la normatividad local y/o federal de que se trate, pueden ser una declaración de impacto ambiental, un informe preventivo y/o una manifestación de impacto ambiental, por citar algunos.

**Evaluación de impacto ambiental.** Procedimiento llevado a cabo por la autoridad competente en la localidad conforme a la normatividad que aplique. La evaluación se basa en estudios de impacto ambiental y concluye con la autorización correspondiente para la ejecución de una obra o actividad por realizar.

**Impacto ambiental.** Alteración del medio ambiente ocasionada por la acción del hombre, como el originado por la construcción de una obra.

**Informe preventivo.** Documento con el cual se dan a conocer datos generales y particulares de una obra o actividad para para que la autoridad competente en la localidad, determine si dicha obra o actividad cumple en materia de impacto ambiental o si requiere ser evaluada mediante una manifestación de impacto ambiental.

**Instituciones facultadas.** Instituciones de investigación, colegios o asociaciones profesionales facultadas para realizar estudios de impacto ambiental, dependiendo de la normatividad aplicable en la localidad.

**Manejo.** Procedimiento que incluye, almacenamiento, recolección, transporte, tratamiento, reciclaje, incineración o disposición final de los residuos de construcción.

**Manifestación del impacto ambiental.** Documento mediante el cual se da a conocer, con base en estudios, el impacto ambiental que generaría una obra o actividad, así como la forma de evitarlo o atenuarlo.

**Medidas de compensación.** Acciones que se deben ejecutar para resarcir el deterioro ambiental ocasionado por una obra o actividad.

**Medidas de mitigación.** Acciones que se deben implantar para atenuar los impactos negativos que las obras pueden ocasionar a los ecosistemas.

**Medidas de prevención.** Son las acciones que se deben ejecutar de manera anticipada para evitar efectos adversos al ambiente.

**Plan de Manejo.** Instrumento cuyo objetivo es minimizar la generación de residuos de la construcción y maximizar la valorización de los mismos, mediante procesos de reciclado y reutilización.

**Nivel de Iluminación.** Representa la luminosidad en un punto de una superficie. Se define como la relación entre el flujo luminoso que incide sobre la unidad de superficie de un elemento, dividido entre el área correspondiente (se representa en lux).

**Potencia pico.** Se entiende por potencia pico o potencia máxima del generador, aquella que se puede entregar en condiciones normales.

**Prestadores de servicios ambientales.** Persona física o moral que elabora estudios como informes preventivos, declaración de cumplimiento ambiental, manifestaciones de impacto ambiental, y/o de disposiciones ambientales.

**Reciclaje.** Tratamiento que consiste en la transformación de los residuos con fines productivos y de reutilización.

**Residuos de construcción.** Materiales generados durante la construcción de obras, incluidas demoliciones y remodelaciones, así como material producto de excavaciones cuando no pueda ser reutilizado.

**Residuos Peligrosos.** Residuos que poseen características de corrosividad, reactividad, explosividad, toxicidad, inflamabilidad, o que contengan agentes químico-biológicos infecciosos que les confieran peligrosidad.

**Sistemas fotovoltaicos.** Conjunto de componentes que captan la radiación solar y generan energía eléctrica, utilizado como fuente alterna de alimentación para la instalación eléctrica del edificio.

**Sitio de la obra o edificación.** Lugar donde se ubica o ubicará la construcción del edificio en cuestión.

**Suelo de conservación.** Zonas que proveen servicios ambientales para la calidad de vida de los habitantes y cuyas poligonales están determinadas por las autoridades a nivel federal y/o local. Para el caso de Ciudad Universitaria, se considerará como suelo de conservación a la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.

## 4. Normas de referencia y documentos técnicos de apoyo

[Ir a 5. Disposiciones Generales.](#)

Lo no previsto en estas disposiciones, se regulará por la siguiente normatividad:

<b>NORMATIVIDAD</b>	Comité de Análisis para las Intervenciones Urbanas, Arquitectónicas y de las Ingenierías en el <i>Campus</i> Ciudad Universitaria y los <i>campi</i> de la UNAM.
<b>UNAM</b>	

**NORMATIVIDAD  
UNAM**

Acuerdo por el que se rezonifica, delimita e incrementa la zona de la reserva ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria, publicado en Gaceta UNAM el 2 de junio de 2005.

Acuerdo por el que se establecen los criterios para la atención con calidad a las personas con capacidades diferentes en las instalaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México, publicado en Gaceta UNAM el 12 de junio de 2003.

Normatividad de Obras de la UNAM.

Reglamento Interno y Lineamientos para el Desarrollo de Actividades dentro de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel (REPSA).

Manual de procedimientos del Programa de Adopción de la REPSA.

Programa de Manejo, Uso y Reúso de Agua en la UNAM

Especificaciones Generales de Construcción de la UNAM

Catálogo Universal de Conceptos de Obra de la UNAM.

Disposiciones en materia de instalaciones eléctricas de la UNAM.

Disposiciones en materia de instalaciones hidráulicas sanitarias y de protección contra incendio de la UNAM.

**LEYES  
FEDERALES**

Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos.

**NOM Y NMX**

NOM 001-STPS-2008 Edificios, locales, instalaciones y áreas en los centros de trabajo- Condiciones de seguridad. [Ir a \(10.1.e\) \(10.2.1.b.\)](#)

NOM 002-STPS-2010 Condiciones de seguridad-Prevención y protección contra incendios en los centros de trabajo. [Ir a 7.7.2.a.](#)

NOM-002-ECOL-1996 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado urbano o municipal. [Ir a 12.4.f.](#)

NOM-003-ECOL-1997 Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público. [Retorno a 12.4.1.d.](#)

NOM-003-SEGOB-2011	Señales y avisos para protección civil.- Colores, formas y símbolos a utilizar. <a href="#">Ir a 7.7.1.c.</a>
NOM-007-ENER-2014	Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales. <a href="#">Ir a (10.4.2.3.b.) (10.4.2.3.d.) (10.4.2.3.i.)</a> .
NOM-008-ENER-2001	Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales. <a href="#">Ir a (10.1.c) (10.1.e) (10.3.2.a.)</a> .
NOM-011-ENER-2006	Eficiencia Energética en Acondicionadores de Aire Tipo Central, Paquete o Dividido. Límites, Métodos de Prueba y Etiquetado. <a href="#">Ir a (10.1.e) (10.3.2.b.)</a> .
NOM-013-ENER-2013	Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades. <a href="#">Ir a (10.4.2.3.b.) (10.4.2.3.d.) (10.4.2.3.i.)</a> .
NOM-017-ENER/ SCFI-2012	Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas. Límites y métodos de prueba. <a href="#">Ir a (10.4.2.3.i.)</a> .
NOM-021-ENER/ SCFI/ECOL-2017	Eficiencia Energética y Requisitos de Seguridad al Usuario en Acondicionadores de Aire Tipo Cuarto. Límites, Métodos de Prueba y Etiquetado. <a href="#">Ir a (10.1.e) (10.3.2.b.)</a> .
NOM-023-ENER-2010	Eficiencia Energética en Acondicionadores de Aire Tipo Dividido, Descarga Libre y sin Conductos de Aire. Límites, Método de Prueba y Etiquetado. <a href="#">Ir a (10.1.e) (10.3.2.b.)</a> .
NOM-025-STPS-2008	Condiciones de iluminación en los centros de trabajo. <a href="#">Ir a 10.4.2.1.b.</a>
NOM-028-ENER-2010	Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba. <a href="#">Ir a 10.4.2.3.i.</a>
NOM-030-ENER-2012	Eficacia luminosa de lámparas de diodos emisores de luz (LED) integradas para iluminación general. Límites y métodos de prueba. <a href="#">Ir a 10.4.2.3.i.</a>
NOM-031-ENER-2012	Eficiencia energética para luminarios con diodos emisores de luz (LED) destinados a vialidades y áreas exteriores públicas. Especificaciones y métodos de prueba. <a href="#">Ir a (10.4.2.3.i.)</a> .
NOM-052- SEMARNAT-2005	Que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos. <a href="#">Ir a (8.2.1.a.) (8.2.5) (12.4.e.)</a> .
NOM-058-SCFI-1999	Productos eléctricos - Balastos para lámparas de descarga eléctrica en gas - Especificaciones de seguridad.

NOM-064-SCFI-2000	Productos eléctricos - Luminarios para uso en interiores y exteriores-. Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.
NOM-087 -ECOL-SSA1-2002	Protección ambiental-Salud ambiental-Residuos peligrosos biológico-infecciosos-Clasificación y especificaciones de manejo. <a href="#">Ir a (8.2.5) (9.2.) (12.4.e.)</a>
NOM-127-SSA1-1994	Salud ambiental, Agua para uso y consumo humano-Límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización. <a href="#">Ir a 12.2.m.</a>
NOM-179-SSA1-1998	Vigilancia y evaluación del control de calidad del agua para uso y consumo humano, distribuida por sistemas de abastecimiento público. <a href="#">Ir a 12.2.m.</a>
NOM-230-SSA1-2002	Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que se deben cumplir en los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo. <a href="#">Ir a 12.2.m.</a>
NMX-AA -006-SCFI-2010	Análisis de Agua-Determinación de Materia Flotante en Aguas Residuales y Residuales Tratadas-Método de Prueba. <a href="#">Ir a (12.4.1.e.)</a>
NMX-ES-001 -NORMEX-2005	Energía Solar – Rendimiento térmico y Funcionalidad de Colectores Solares para Calentamiento de Agua – Métodos de Prueba y Etiquetado. <a href="#">Ir a 11.2.1.i.</a>
NMX-ES-002 -NORMEX-2007	Energía Solar - Definiciones y Terminología.
NMX-ES-003 -NORMEX-2008	Energía Solar- Requerimientos Mínimos para la Instalación de Sistemas Solares Térmicos, para Calentamiento de Agua. <a href="#">Ir a (11.2.1.h.) (11.2.1.q.)</a> .
NMX-ES-004 -NORMEX-2010	Energía Solar - Evaluación Térmica de Sistemas Solares para Calentamiento de Agua – Método de Prueba. <a href="#">Ir a 11.2.1.i.</a>
NMX-R-050-SCFI-2006	Accesibilidad de las Personas con Discapacidad a Espacios Construidos de Servicio al Público.

## NORMATIVIDAD FEDERAL

Manual de Protección Civil ante Casos de Emergencia, Contingencias y Desastres del Secretariado Técnico del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes, de la Secretaría de Salud.

Resolución  
RES/119/2012 de la  
Secretaría de Energía

Resolución por la que la Comisión Reguladora de Energía expide las Reglas Generales de Interconexión al Sistema Eléctrico Nacional para generadores o permisionarios con fuentes de energías renovables o cogeneración eficiente (para la interconexión en media tensión). [Ir a 11.1.2.a.](#)

Especificación CFE  
G0100-04

Interconexión a la red eléctrica de baja tensión de sistemas fotovoltaicos con capacidad hasta 30 kW. [Ir a \(11.1.2.a.\)](#).

## LEYES Y NORMAS CdMx

Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal.

NADF-007-RNAT-2013

Que establece la Clasificación y Especificaciones de Manejo para Residuos de la Construcción y Demolición, en el Distrito Federal. [Ir a \(8.2.1.a.\) \(8.2.4.1.\) \(8.2.4.3.\)](#).

NADF-008-AMBT-2005

Especificaciones Técnicas para el Aprovechamiento de la Energía Solar en el calentamiento de Agua en Albercas, Fosas de Clavados, Regaderas, Lavamanos, Usos de Cocina, Lavandería y Tintorería. Gaceta Oficial del Distrito Federal, 7 de abril de 2006, 96-107. [Ir a \(11.2.1.g\)](#).

Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

Normas Técnicas Complementarias relativas al Título Quinto del Proyecto Arquitectónico del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal.

Documentos  
técnicos de apoyo

Morillón-Gálvez D., Saldaña-Flores R., Tejeda-Martínez A. (2004). "Human bioclimatic atlas for Mexico", Solar Energy Journal, Vol. 76, Issue 6, p. 781-792.

Humphreys, M. A. and Nicol, F. J. (2000). "Outdoor temperature and Indoor thermal comfort raising the precision of the relationship for the 1998 ASHRAE database files studies", ASHRAE Transactions 106 (2), p. 485-492.

ASHRAE Standard 62.1-2010 -- Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality. [Ir a \(10.1.e\) \(10.2.1.c\)](#).

## 5. Disposiciones Generales

Conforme a lo dispuesto en la línea rectora **14.5 Infraestructura e impacto ambiental, del Plan de Desarrollo Institucional 2015-2019**, se deberá garantizar la reducción del impacto ambiental en la planeación, diseño, construcción y mantenimiento de las nuevas obras y edificios universitarios.

- a) Las Disposiciones en Materia de Construcción Sustentable son de aplicación obligatoria en todas los Campus y en todas las Dependencias y Entidades de la Universidad Nacional Autónoma de México.
- b) Todas las obras nuevas, ampliaciones y reacondicionamientos que se pretendan realizar, deberán contar con la aprobación del *Comité de Análisis para las Intervenciones Urbanas, Arquitectónicas y de las Ingenierías en el Campus Ciudad Universitaria y los Campi de la Universidad Nacional Autónoma de México*.
- c) Todos los proyectos, así como las obras nuevas y de reacondicionamiento que se realicen en los campus de la UNAM, deberán cumplir con:
  - La normatividad federal y local aplicable en materia ambiental. La normatividad enlistada en el punto 4 [Normas de referencia y documentos técnicos de apoyo](#), de este documento.
  - Lo dispuesto en las presentes disposiciones.
  - La normatividad oficial en materia de construcción sustentable que surja a futuro.
- d) La Dirección General de Obras y Conservación (DGO), es la dependencia encargada de definir las normas y procedimientos administrativos en materia de planeación, proyecto, construcción, rehabilitación y conservación de las edificaciones e infraestructura en la UNAM.
- e) Se deberán tomar las medidas necesarias para evitar la afectación de las áreas de reserva ecológica, antes, durante y después de la construcción de los edificios.
- f) En todos los casos se respetará el derecho de vía de las líneas de alta tensión existente.
- g) El paramento de toda construcción observará una restricción de 20 metros, con respecto a la guarnición de la vialidad colindante.
- h) Todas las dependencias dispondrán de estacionamiento propio con capacidad acorde con la normatividad y según su población.
- i) Los conjuntos se proyectarán considerando un área libre de 50% del predio, sin incluir la correspondiente al estacionamiento.
- j) En las vialidades se colocará el señalamiento necesario, según la planeación integral en todo el Campus.

- k) La separación entre edificios pertenecientes o no a la misma dependencia, será como mínimo de 20 m.
- l) La orientación de los edificios será aquella que reduzca los efectos del calentamiento solar y proporcione la mejor ventilación natural.
- m) El piso de los andadores peatonales y por lo menos el 20% de los estacionamientos se construirán con materiales que faciliten la infiltración del agua de lluvia al subsuelo.

## 5.1. Disposiciones en Ciudad Universitaria

- a) En el Campus Central de Ciudad Universitaria, no se podrá proyectar ni realizar ninguna obra que modifique la imagen original del conjunto. Cualquier trabajo que se pretenda realizar deberá contar con la aprobación del *Comité de Análisis para las Intervenciones Urbanas, Arquitectónicas y de las Ingenierías en el Campus Ciudad Universitaria y los Campi de La Universidad Nacional Autónoma de México*.
- b) Los edificios que se proyecten en la zona escolar, circuitos exterior y de investigación, tendrán una altura máxima de cuatro niveles con altura mínima de entrepiso de 3.00m. En las zonas administrativa y cultural, podrán construirse edificios de mayor altura, respetando la altura predominante en la zona.
- c) La Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel se mantiene como zona inafectable, de conformidad con lo dispuesto en el Acuerdo por el que se reazonifica, delimita e incrementa la zona de la reserva ecológica del pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria, del 2 de junio de 2005.
- d) La colindancia con la Av. Insurgentes mantendrá una zona libre de construcciones, de 100 metros, en ambos lados de la avenida, salvo casetas de vigilancia, obras de arte o señalización.

## 6. Localización del sitio

### 6.1. Selección de sitio

La selección del sitio es un elemento fundamental para el diseño de una edificación sustentable, ya que determina de manera directa diversas características del inmueble, así como su interacción con el entorno.

- a) En la selección del sitio quedan incluidas todas las condiciones relacionadas con diseño bioclimático, la relación con los ecosistemas de la zona, la mayor o menor alteración del paisaje, la necesidad de transportar materiales y energía para la operación del edificio, así como para el manejo adecuado de los residuos sólidos, los

medios de transporte que utilizarán los usuarios del edificio, etcétera.

- b) En la selección del sitio de toda nueva edificación se observarán las regulaciones contenidas en los programas de desarrollo urbano y de ordenamiento ecológico o territorial de la entidad en la que se pretenda construir.
- c) Adicional a lo anterior la selección del sitio debe considerar lo siguiente:
  - Debe ubicarse lo más cercano posible a la infraestructura requerida.
  - El sitio debe estar bien comunicado por medio de los sistemas de transporte público de la localidad en que se encuentre.
  - Debe contar con abasto suficiente de agua y energía y no comprometer el abasto de la comunidad en que se encuentren.
  - No debe alterar ecosistemas protegidos ni el hábitat de especies protegidas.
  - No debe alterar significativamente el paisaje.
  - Se deben seleccionar sitios que permitan el desarrollo planificado a futuro.

## 6.2. Movilidad sustentable

La movilidad sustentable es el conjunto de procesos tendientes a lograr un uso racional de los distintos medios de transporte. Implica además reducir el número de vehículos, principalmente de combustión interna, que circulan en las vialidades y reducir el consumo de energía, así como la contaminación por ruido y emisiones.

- a) En todos los campus de la UNAM además de atender la movilidad en los medios de transporte, se deberán observar los requerimientos específicos para la movilidad de personas con capacidades diferentes.

### 6.2.1. Accesos peatonales

- a) Se considerará en todo momento al peatón como prioridad y esto se pondrá de manifiesto a través de señalamientos adecuados en todas las instalaciones de cada campus.
- b) En todas las banquetas, escalinatas exteriores y accesos a edificios que se encuentren a desnivel, deberán fabricarse rampas, conforme a lo dispuesto en inciso e), [del punto 7.2.](#) de este documento.
- c) Se diseñarán circuitos peatonales que ayuden a intercomunicar edificios o accesos y salidas principales.
- d) En los edificios existentes se deberán cumplir las anteriores disposiciones de forma gradual, en función de los recursos.

### ***6.2.2. Transporte Público***

- a) Se facilitará el acceso al sitio a los distintos medios de transporte público y se le dará prioridad sobre el transporte particular.
- b) Se promoverá el crecimiento progresivo de sistemas de transporte público en todos los campus universitarios, en común acuerdo con las autoridades de la entidad respectiva, y se procurará ubicar al menos una parada de autobús a no más de 200 m. del campus o dependencia universitaria, señalizada conforme a la normatividad de la Institución.

### ***6.2.3. Transporte en bicicleta***

- a) En la planeación y desarrollo de cada nuevo campus universitario se deberá prever la dotación de ciclistas y módulos del sistema BICIPUMA, con objeto de promover la movilidad en bicicleta.
- b) En campus y edificios existentes, en la medida de lo posible, se construirán ciclistas y módulos de atención.
- c) En cada estacionamiento se reservará una sección para aparcar bicicletas, con una capacidad del 10% del número de cajones de vehículos, señalizada conforme a la normatividad de la Institución.
- d) En edificios existentes, se instalarán progresivamente, aparcamientos de bicicletas.

### ***6.2.4. Transporte en motocicleta***

- a) Se reservará en los estacionamientos espacio suficiente para motocicletas particulares, con la debida señalización.
- b) Se tomarán previsiones en materia de seguridad y señalización para evitar que las motocicletas circulen sobre las áreas peatonales.

### ***6.2.5. Conectividad***

La conectividad, concebida como un componente clave de la movilidad, debe jugar un papel preponderante en la medida de dotar a los usuarios de los medios necesarios para ello.

- a) Se instalará infraestructura que ofrezca la posibilidad de transmitir información por internet mediante conexión inalámbrica en los espacios públicos para los usuarios de cada campus.

## 7. Proyecto Arquitectónico

### 7.1. Espacios educativos

- a) Las dimensiones mínimas recomendables de espacios educativos se relacionan en la TABLA PA-1, Indicadores de Proyecto Arquitectónico, de este documento.

Local	Área mínima (m <sup>2</sup> )	Lado mínimo (m)	Altura mínima (m)
Superficie del predio	3.0 m <sup>2</sup> / alumno		
Aulas	0.90 m <sup>2</sup> / alumno		2.70
Área de esparcimiento	1.0 m <sup>2</sup> / alumno		
Cubículo cerrado	6.0 m <sup>2</sup> / profesor		2.30
Cubículo abierto	5.0 m <sup>2</sup> / profesor		2.30
Consultorios	6.0 m <sup>2</sup>	2.40	2.30
Auditorios hasta 250 asistentes	0.50 a 1.75 m <sup>2</sup> / persona		3.00
Área administrativa	5.0 m <sup>2</sup> / empleado		2.30

Tabla PA 1. Dimensiones mínimas recomendables en espacios educativos.

### 7.2. Accesibilidad

- a) Se deberá dar cumplimiento al Acuerdo del Rector del 12 de junio de 2003, por el que se establecen los Lineamientos para la Atención con Calidad a las Personas con Capacidades Diferentes en las Instalaciones de la UNAM, con base en lo siguiente:
- Todas las obras nuevas, deberán garantizar la accesibilidad a personas con capacidades diferentes.
  - En edificios existentes, se dará cumplimiento a la disposición anterior de manera progresiva.
- b) Todo lo relativo al desarrollo del proyecto y la ejecución de las obras para dotar de accesibilidad a personas con capacidades diferentes en las edificaciones de la UNAM, se realizará con base en los siguientes instrumentos:
- Criterios de Diseño Arquitectónico para la Accesibilidad e Inclusión de Personas con Discapacidad en Instalaciones de la UNAM.
  - NMX-R-050-SCFI-2006 Accesibilidad de las Personas con Discapacidad a Espacios Construidos de Servicio al Público.
- c) Ancho mínimo en circulaciones:

- En circulaciones principales deberá ser de 1.20 m., cuando el ancho sobre pase de forma excesiva esa dimensión, se colocarán barandales en ambos lados del andador.
  - En circulaciones secundarias será de 1.00 m. libre.
- d) La altura de los barandales será de 0.90 m., sobre el nivel de banqueteta.
- e) El diseño de las rampas deberá considerar lo siguiente ([retorno a 6.2.1.](#)):
- Tendrán un ancho mínimo libre de 1.20 m.
  - La pendiente máxima será preferentemente del 6%. En los casos de adecuaciones donde no se pueda tener la pendiente señalada, se permitirá una pendiente máxima del 8 %.
  - Las rampas deben quedar señalizadas en sus bordes y sin obstrucciones, por lo menos un metro antes de su inicio.
  - La longitud máxima entre descansos será de 6.0 m.
  - En espacios que requieran estrados o desniveles, se diseñarán las rampas que se requieran.
- f) Todo espacio diseñado o adaptado para personas con capacidades diferentes debe estar señalizado con el Símbolo Internacional de Accesibilidad (SIA), así como cumplir con la señalética establecida por los Criterios de Diseño Arquitectónico para la Accesibilidad e Inclusión de Personas con Discapacidad en Instalaciones de la UNAM.
- g) La señalética debe ser fundamentalmente informativa, direccional y orientadora.
- Informativa: advierte sobre la disponibilidad de un servicio o establecimiento accesible.
  - Direccional: direcciona hacia una facilidad específica.
  - Orientadora: identifica el lugar donde se provee el servicio.
- h) Preferentemente los espacios contarán con sistemas de alarma de emergencia sonora y luminosa.

### **7.3. Iluminación y ventilación**

- a) En todos los proyectos de obras nuevas, ampliaciones y reacondicionamientos se privilegiará la iluminación y la ventilación naturales.
- b) Los proyectos de iluminación artificial deberán considerar lo siguiente:
- Se especificarán tecnologías ahorradoras de energía.
  - Los proyectos deberán cumplir con los niveles de iluminación de las Disposiciones en Materia de Instalaciones Eléctricas, de la UNAM (DMIE), conforme a la Tabla PA 2 Niveles de Iluminación, de este documento.

Local	Nivel de iluminación Lux
Aulas	400
Laboratorios	500
Cubículos	300
Bibliotecas (sala de lectura)	400
Salas de cómputo	300
Auditorios	300
Sala de Videoconferencias	800
Salas de dibujo*	500
Oficinas	300
Salas de espera	300
Salas de juntas	300
Escaleras interiores	100
Sanitarios	150
Subestaciones	300
Planta de Emergencia, UPS	300
Pasillos interiores	100
Pasillos exteriores a cubierto	100
Pasos a cubierto	100
Andadores peatonales y ciclo vías	50
Patios y estacionamientos exteriores	20
* Dibujo asistido por computadora, ir a sala de cómputo	

Tabla PA 2. Niveles de Iluminación artificial.

- En casos especiales que así lo requieran, los niveles de iluminación serán de 300 lux como mínimo, para proveer condiciones de accesibilidad para personas débiles visuales, lo cual deberá ser autorizado por la DGOC.
- c) La instalación de climas artificiales quedará sujeta a la autorización expresa de la DGOC y de las dependencias facultadas. Su implementación se dará en los casos en que así se requieran, como cuartos de equipos de voz y datos, laboratorios de investigación y/o regiones con condiciones climáticas extremas, por citar algunos.
- d) Las disposiciones particulares de proyecto, para iluminación y ventilación, se incluyen en el capítulo VII. Uso eficiente de la Energía.

#### 7.4. Servicios sanitarios

- a) En los núcleos de servicios sanitarios debe diseñarse por lo menos un sanitario para personas con capacidades diferentes, cuyo diseño debe contemplar lo siguiente:

- El piso deberá ser antiderrapante.
  - Preferentemente el piso llevará una tira táctil desde el acceso del núcleo hasta el sanitario para personas con capacidades diferentes.
- b) Para el diseño de sanitarios ver en el Anexo 1 las siguientes tablas:
- Tabla PA 3, Número de muebles sanitarios por tipo de local.
  - Tabla PA 4, Dimensiones mínimas de espacios para sanitarios.

Tipo de espacio	Capacidad (per.)	Inodoros	Lavabos
Educación Media y Superior	De 76 a 150	4	2
	Cada 75 adicionales	2	2
Centros de Investigación	Hasta 100	2	2
	De 100-200	3	2
Auditorios	Hasta 100 butacas	2	2
	De 100-200	4	4
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2

Tabla PA 3. Número de muebles sanitarios por tipo de local.

NOTA: Se destinará un sanitario para personas con capacidades diferentes por cada 5 inodoros.

Muebles	Ancho (m)	Largo (m)
Inodoro de personas con capacidades diferentes	1.70	1.70
Inodoro	0.75	1.10
Lavabo	0.75	0.90
Regadera	0.80	0.80

Tabla PA 4. Dimensiones mínimas de espacios para sanitarios.

## 7.5. Circulaciones

- a) Las puertas deben tener una altura mínima de 2.10 m.
- b) El ancho libre de puertas será conforme a lo siguiente:
- Acceso principal 1.20 m.
  - Aulas 0.90 m.
  - Oficinas 0.90 m.
- Para otro tipo de espacios consultar a la DGOC.
- c) Las circulaciones tendrán un ancho mínimo de 1.20 m. en edificios con menos de 100 usuarios. El ancho se incrementará 0.60 m. por cada 100 usuarios adicionales o fracción.

- d) El ancho mínimo del acceso principal al edificio se calculará con base en la disposición anterior, considerando solamente la población del nivel del edificio con mayor número de usuarios.
- e) En auditorios:
  - Las filas tendrán un máximo de 24 butacas cuando desemboquen a dos pasillos laterales y de 12 cuando desemboquen a uno solo.
  - En todos los casos las butacas tendrán un ancho mínimo de 0.50 m.
- f) Escaleras:
  - El ancho mínimo será de 1.20 m.
  - El barandal será diseñado de tal manera que se impida el paso de menores a través de ellos.

## 7.6. Elevadores

- a) Las obras nuevas y ampliaciones con dos o más niveles dispondrán de elevadores para uso de las personas con capacidades diferentes.

## 7.7. Prevenciones para emergencias

### 7.7.1. Aspectos generales

- a) Los proyectos de obras nuevas y ampliaciones deberán prever las rutas de evacuación y puntos de encuentro para casos de desastre, mismos que deben avalados por la Dirección General de Prevención y Protección Civil de la UNAM (DGPYPC).
- b) En edificios existentes, las dependencias deberán definir las rutas de evacuación y puntos de encuentro, conjuntamente con la DGPYPC.
- c) En obras nuevas y edificios existentes, las rutas de evacuación y puntos de encuentro para casos de desastre deberán estar señalizadas conforme a las disposiciones de la DGPYPC y a la [NOM-003-SEGOB](#) vigente.
- d) Para fines de diseño, en un desalojo en condiciones de emergencia se debe considerar como máximo el paso de una persona por segundo, por cada 0.60 m. de ancho de la puerta más angosta, circulación horizontal o circulación vertical. Los elevadores no se deberán considerar como elementos de una ruta de evacuación.

### 7.7.2. Prevención en caso de sismo o incendio

- a) En edificios clasificados como de riesgo medio o alto, conforme al Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal (ver Tabla 5 y Tabla 5a, Grado de riesgo en edificaciones).

Concepto	Grado de riesgo para edificaciones no habitacionales		
	Bajo	Medio	Alto
Altura de la edificación (en metros)	Hasta 25	No aplica	Mayor a 25
Número total de personas que ocupan el local incluyendo trabajadores y visitantes	Menor de 15	Entre 15 y 250	Mayor de 250
Superficie construida (en metros cuadrados)	Menor de 300	Entre 300 y 3000	Mayor de 3,000
Inventario de gases inflamables (en litros)	Menor de 500	Entre 500 y 3,000	Mayor de 3,000
Inventario de líquidos inflamables (en litros)	Menor de 250	Entre 250 y 1,000	Mayor de 1,000
Inventario de líquidos combustibles (en litros)	Menor de 500	Entre 500 y 2,000	Mayor de 1,000
Inventario de sólidos combustibles (en kilogramos)	Menor de 1,000	Entre 500 y 2,000	Mayor de 5,000
Inventario de materiales pirofóricos y explosivos	No existen	No existen	Cualquier cantidad

Tabla PA 5. Grado de riesgo en edificaciones.

Concepto	Grado de riesgo para edificaciones con vivienda		
	Bajo	Medio	Alto
Edificaciones con uso exclusivo de vivienda	Hasta seis niveles	Más de seis y hasta diez niveles	Más de diez niveles
Usos mixtos	De acuerdo al riesgo del uso no habitacional		

Tabla PA 5a. Grado de riesgo en edificaciones.

Se atenderá a lo siguiente:

- Deberá garantizarse que el tiempo total de desalojo de todos sus ocupantes, en caso de sismo, no exceda de **50 segundos**, conforme al *Manual de Protección Civil ante Casos de Emergencia, Contingencias y Desastres del Secretariado Técnico del Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes, de la Secretaría de Salud*.

- Deberá garantizarse que el tiempo total de desalojo de todos sus ocupantes, en caso de incendio, no exceda de 3 minutos conforme a la **NOM-002-STPS** vigente.

## 7.8. Estacionamientos

- a) Los edificios se proyectarán con el número de cajones de estacionamiento indicados en la Tabla PA 6, Número de cajones de Estacionamiento.

Tipo de edificio	No. de cajones
Docencia nivel medio	1 por cada 60 m <sup>2</sup> construidos
Docencia nivel superior e investigación	1 por cada 40 m <sup>2</sup> construidos
Centros de salud	1 por cada 50 m <sup>2</sup> construidos
Oficinas administrativas	1 por cada 30 m <sup>2</sup> construidos
Auditorios	1 por cada 20 m <sup>2</sup> construidos
Centros culturales	1 por cada 40 m <sup>2</sup> construidos
Centros deportivos	1 por cada 75 m <sup>2</sup> construidos

Tabla PA 6. Número de cajones de estacionamiento por tipo de edificio.

- b) La disposición anterior no aplica para edificios declarados como monumentos históricos. Estos casos deberán estar sujetos a la autorización de la DGOC.
- c) Las dimensiones de los cajones serán las siguientes:
- Para autos chicos de 4.20 x 2.20 m.
  - Para autos grandes de 5.00 x 2.40 m.
  - Se podrán proyectar hasta un 60 % del total de cajones para automóviles chicos.
  - Para personas con capacidades diferentes los cajones serán de 5.00 x 3.80 m. Se destinará un cajón por cada 25 cajones o fracción del total, Su ubicación será inmediata a los accesos al edificio.
- d) Las rampas para vehículos tendrán una pendiente máxima de 15%, y tener pendientes de transición de 6%, al principio y final de la rampa.
- e) Cuando el estacionamiento sea en "cordón", el espacio para el acomodo de vehículos será de 6.00 x 2.40 m. Se aceptarán hasta un 60% de los cajones para automóviles pequeños con medidas de 4.80 x 2.00 m. Estas medidas no incluyen las áreas de circulación necesarias.
- f) Se recomienda el uso de pavimentos permeables.

## 7.9. Materiales

La selección de materiales para la construcción de un edificio es un factor clave para determinar el impacto ambiental del mismo.

- a) Durante el desarrollo del proyecto se estudiarán distintas opciones de materiales y se compararán sus propiedades para seleccionar la que presente los mayores beneficios ambientales y económicos.
- b) La selección de los materiales será autorizada por la DGOC o las dependencias facultadas.
- c) En proyectos de obras nuevas y ampliaciones se deberán considerar las siguientes características:
  - Materiales de zonas cercanas: que hayan sido recuperados o fabricados dentro de un radio de 50 km alrededor del sitio del proyecto.
  - Materiales limpios: el uso de materiales que durante su producción generen menos residuos peligrosos.
  - Materiales renovables: materiales alternativos para evitar la escasez de los materiales no renovables.
  - Materiales de bajo contenido energético: en cuya obtención o extracción se consume la menor cantidad de energía.
  - Materiales reciclados.
  - Materiales que puedan ser reciclados.
  - Selección de materiales con certificaciones ambientales (materiales procedentes de una fuente sustentable).
  - La madera a utilizar deberá proceder de un aserradero certificado.
- d) Entre los materiales más recomendables para ser usados en la construcción se citan los siguientes:
  - Maderas. Para su protección se evitarán sustancias con compuestos tóxicos o contaminantes.
  - Pétreos. Se consideran sustentables por su larga duración y por ser reciclables.
  - Tabique. Por sus propiedades es considerado como un material sustentable. Se incluyen tabiques de barro, de adobe y de cemento-arena. Los tabiques de barro no deberán provenir de hornos que trabajan con la quema de neumáticos.
  - Metales. Aunque en su obtención se utiliza mucha energía, se consideran sustentables debido a su larga duración.

- Plásticos. Los derivados del petróleo requieren de gran consumo de energía para su elaboración, sin embargo, en muchos casos sustituyen con ventaja a otros materiales, debido a su mejor comportamiento ambiental. En este grupo se incluye el poliestireno expandido o extruido, poliuretano y policloruro de vinilo (PVC). De este último se permite su uso en tanto la legislación en el país lo permita.
  - Reciclables. Todo material que sea susceptible de ser reciclado, es considerado como sustentable.
  - Pinturas. Se recomienda el uso de pinturas que reemplacen los hidrocarburos por materiales naturales. La misma recomendación se aplica a los barnices sintéticos.
  - Impermeabilizantes reflectivos (color blanco) en azoteas.
- e) Se evitará el uso los siguientes materiales:
- Asbesto
  - Cloro
  - Metales pesados
  - Los que sean susceptibles de emitir gases nocivos.
  - Impermeabilizantes bituminosos
  - Elementos de fibrocementos, o aislamientos elaborados con polímeros y de poro cerrado que impiden una correcta transpiración.
  - Maderas tropicales.
  - Pinturas y barnices que no cumplan con normas ecológicas...
  - Materiales aislantes que afecten el medio ambiente.

## 7.10. Áreas Verdes

- a) Se buscará ampliar los espacios abiertos y las áreas libres de construcción en favor de una mayor extensión de áreas verdes.
- b) En proyectos de obras nuevas y ampliaciones se preservarán, y en lo posible se ampliarán, las áreas verdes.
- c) El diseño de las áreas verdes deben estar basado en la utilización de especies endémicas, en función de reducir la demanda de agua y su mantenimiento.
- d) Cuando los terrenos del campus colinden con áreas protegidas se contribuirá a su cuidado y/o restauración.
- e) En obras nuevas y ampliaciones se evitará utilizar césped por su alto consumo de agua en el riego.
- f) Se evitará, en lo posible, el uso de agentes químicos para control de plagas o como fertilizantes.

- g) Cuando la extensión del campus lo amerite, se promoverá la generación de composta para su uso en las propias áreas verdes.
- h) Se evitarán los rellenos de los afloramientos rocosos y se promoverá su rescate.
- i) No se permitirá el tiro de residuos orgánicos producto de las podas en cualquier zona del campus. Éste deberá ser depositado en la planta de composta para su adecuado manejo y posterior utilización o en su defecto su disposición atenderá a lo dispuesto por la autoridades competente en la localidad.
- j) En todos los casos se procurará el empleo de agua tratada para el riego de las áreas verdes.
- k) Tala de árboles.
  - Cuando sea necesaria la tala de un árbol por la construcción de una obra o por una situación de alto riesgo, ésta se realizará conforme a lo indicado en el capítulo VI. Evaluación de Impacto Ambiental, inciso 9.3. f), de este documento.
  - Adicionalmente, se deberán sustituir los árboles que hayan sido talados, conforme a lo dispuesto por la normatividad aplicable en la localidad.
- l) Azoteas verdes.
  - Su diseño y construcción deberá estar basado en las Disposiciones en Materia de Instalación de Sistemas de Naturación en Azoteas de las Edificaciones de la Universidad Nacional Autónoma de México.

## 7.11. Tratamiento acústico

Los espacios como aulas y auditorios se proyectarán con las condiciones acústicas adecuadas. A continuación se hacen recomendaciones para espacios con un volumen de hasta 350 m<sup>3</sup>. Cuando excedan este valor o para algunos locales singulares, se requerirá de un diseño especial, que deberá ser autorizado por la DGOC.

### 7. 11.1. Recomendaciones

- a) En el proyecto acústico se utilizarán los materiales y tecnologías adecuados, para evitar la transmisión del ruido y vibraciones entre espacios contiguos, así como los provenientes del exterior, permitiendo distinguir los sonidos emitidos dentro del recinto de manera clara.
- b) El diseño acústico partirá de las siguientes consideraciones :
  - Debe limitarse el ruido proveniente del exterior o de los espacios contiguos.
  - No se debe superar el valor del tiempo de reverberación recomendable, al interior del recinto.
  - Se deben sellar acústicamente las puertas, así como los pasos de las instalaciones que llegan al interior del recinto.

- c) De preferencia los locales serán rectangulares, con muros rectos.
- d) Los locales donde se generará ruido deben quedar alejados de aulas, auditorios y cualquier otro espacio que requiera en alguna medida de aislamiento acústico.
- e) Los elementos de la envolvente deberán garantizar un índice de reducción acústica global de 30 dBA. Este índice se obtendrá a partir de la información proporcionada por un laboratorio especializado.
- f) Para calcular la absorción acústica de los acabados en muros, se utilizarán sus coeficientes de absorción medio,  $\alpha$ , para la frecuencia que corresponda medida en Hz.
- g) Preferentemente la absorción acústica del techo debe ser igual a la de los muros (ver Fórmula FPA-1 Absorción acústica del techo y Fórmula FPA-2 Tiempo de reverberación del recinto).

#### Fórmula FPA-1 Absorción acústica del techo

La absorción acústica de muros es =  $A = \sum \alpha S$

La absorción máxima del techo debe ser:

$$\text{Sin butacas} \quad A = h (0.23 - 0.12/t)$$

$$\text{Con butacas} \quad A = h (0.32 - 0.12/t) - 0.26$$

En donde

A = Área de absorción acústica

$\alpha$  = Coeficiente de absorción acústica del material,  
para diferentes frecuencias (a).

S = Superficie de absorción acústica del muro.

St = Superficie de absorción acústica del muro

h = Altura del recinto

(a) Dato proporcionado por el fabricante.

- h) Para limitar el sonido reverberante, las superficies expuestas tendrán un área de absorción acústica equivalente por lo menos a 0.2m<sup>2</sup>/m<sup>3</sup> de volumen del recinto.
- i) En aquellos recintos que tengan doble muro, el espacio interior se rellenará con material absorbente acústico.
- j) El sonido no debe superar los 65 dB.

#### Fórmula FPA-2 Tiempo de reverberación del recinto

El tiempo de reverberación del recinto es=  $T = 0.16 V / S$

En donde

V = Volumen del recinto

S = Superficie de absorción (superficie expuesta multiplicada por su coeficiente medio de absorción)

De preferencia el tiempo de reverberación no debe ser superior a 0.5 segundos.

## 8. Proceso Constructivo

### 8.1. Medidas de higiene y seguridad

- a) En el proceso de construcción, las empresas contratistas tomarán las medidas necesarias para proteger la seguridad del personal y del público en general.
- b) Previo a la ejecución de la obra la empresa contratista deberá integrar un programa de higiene y seguridad, el cual deberá formar parte de la propuesta de licitación. Este programa será de observancia obligatoria durante la ejecución de la obra.
- c) La obra deberá disponer de cercas y/o tapias para impedir el acceso de personas ajenas a la misma. La altura mínima de estos elementos deberá ser de 2.40 metros.
- d) Toda actividad relacionada con demoliciones o materiales que desprendan polvo, se hará en un ambiente húmedo.
- e) En obras nuevas el proyecto deberá prever la construcción de sanitarios fijos, 1 por cada 25 trabajadores o fracción excedente de 15. Dichos trabajos deberán formar parte del alcance de la obra a ejecutar por la contratista y se construirán con los materiales y procedimientos adecuados para ser retirados al término de los trabajos, y puedan reciclarse el mayor número de veces posible.
- f) Asimismo el proyecto deberá prever las instalaciones requeridas para evitar que las aguas residuales de los sanitarios fijos contaminen el terreno natural.
- g) La DGOC determinará las obras de reacondicionamiento en que deban construirse sanitarios fijos, lo cual estará previsto desde la planeación y proyecto correspondientes.
- h) Cuando se desalojen aguas freáticas o estancas de la cimentación, deberán encauzarse al sistema de drenaje municipal, colocando filtros que retengan los sólidos suspendidos.

- i) Durante la ejecución de la obra queda prohibida la quema de residuos. Asimismo se evitará la quema de combustibles, madera o cualquier otro tipo de material para calentar la comida de los trabajadores.
- j) La reparación y mantenimiento de maquinaria o equipos, así como la reposición o cambio de lubricantes, debe realizarse evitando siempre contaminar el terreno natural.
- k) Las banquetas al exterior de la obra, estarán libres de obstáculos a fin de permitir la libre circulación de personas.
- l) Se deberá prever la colocación de los tapias necesarios, para proteger a los transeúntes de cualquier objeto que pudiera desprenderse de pisos superiores.
- m) Se colocará el señalamiento necesario para indicar la circulación de personas y vehículos.
- n) Todo trabajador deberá usar el equipo de protección personal que requiera, de acuerdo con el trabajo que desempeñe, según lo que establece el artículo 198 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal y el Reglamento Federal de Seguridad y Salud en el Trabajo.
- o) Los materiales peligrosos y combustibles deberán almacenarse en depósitos seguros, en zonas cercadas y sobre superficies aisladas del terreno natural.

## **8.2. Manejo de residuos de la construcción**

El objetivo de este apartado es instrumentar disposiciones de cumplimiento obligatorio para lograr un manejo ambientalmente adecuado de los residuos que se generan en la construcción de obras en los campus de la UNAM.

### ***8.2.1. Aspectos generales***

Para los fines de las presentes disposiciones, se define como manejo ambientalmente adecuado de los residuos, la adopción de todos los pasos prácticos necesarios para asegurar que no se provoquen efectos adversos a la salud o al ambiente como resultado de dicho manejo.

- a) Para el cumplimiento de las disposiciones del presente apartado, se deberán tomar como guía los siguientes documentos:
  - Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
  - Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos
  - [NOM-052-SEMARNAT](#) vigente
  - [NADF-007-RNAT](#) vigente
  - La normatividad que aplique en la localidad.

### ***8.2.2. Reducción de fuentes de residuos***

- a) Se deberá minimizar la generación de los residuos tanto en cantidad como en su potencial contaminante mediante el uso de procesos constructivos adecuados.
- b) Deberá sustituirse al menos el 25% de materiales vírgenes por materiales reciclados, siempre que cumplan con las especificaciones técnicas del proyecto, para la construcción de:
  - Sub-base en caminos
  - Sub-base en estacionamientos
  - Carpetas asfálticas para vialidades secundarias
  - Construcción de terraplenes
  - Construcción de andadores o ciclopistas
  - Construcción de lechos para tubería
  - Construcción de bases de guarniciones y banquetas
  - Rellenos y pedraplenes
  - Bases hidráulicas

### ***8.2.3. Reciclaje de residuos de la construcción***

- a) En lo posible, los materiales de demolición susceptibles de reciclaje como: hierro, aluminio, vidrio, concreto, materiales arcillosos, piedra y fresado de carpeta asfáltica, entre otros, deben ser puestos a disposición de prestadores de servicio especializados en su manejo y reciclaje.

### ***8.2.4. Manejo***

Los residuos de construcción requieren de un manejo adecuado, con el objetivo de evitar la transferencia de contaminantes de un medio a otro.

#### ***8.2.4.1. Plan de manejo***

Ir a 8.2.5.1.

- a) En obras nuevas, ampliaciones y/o remodelaciones, que vayan a generar residuos de la construcción en una cantidad igual o mayor a 50 m<sup>3</sup>, se elaborará un plan de manejo conforme a lo dispuesto en la Norma **NADF-007-RNAT** vigente, o lo correspondiente en la normatividad aplicable en la localidad.
- b) El plan de manejo a que se refiere el inciso anterior, deberá formar parte de la propuesta de licitación de la obra.

- c) Para los casos en que la cantidad a que hace referencia el inciso a), sea menor a 50 m<sup>3</sup>, se establece lo siguiente:
  - No se requiere la presentación de un plan de manejo.
  - La recolección de residuos será realizada por un prestador de servicios.
  - En su propuesta para la licitación de la obra, las empresas contratistas deberán designar la empresa que subcontratará para ese cometido.
- d) El plan manejo deberán tener como objetivo minimizar la generación de residuos de la construcción, así como incentivar el reciclado, reutilización y tratamiento.
- e) Las empresas constructoras contratadas deberán disponer del personal y equipo para asegurar que los residuos que generen durante la construcción, se manejen de manera ambientalmente adecuada.

#### ***8.2.4.2. Acciones durante la construcción***

- a) Durante la ejecución de la obra se adoptarán medidas preventivas para evitar la liberación al ambiente de sustancias que puedan causar daños a la salud o al ambiente.
- b) Conforme al artículo 25 de la Ley de Residuos Sólidos del Distrito Federal, queda prohibido arrojar o abandonar en la vía pública, áreas comunes, parques, barrancas, y en general en sitios no autorizados, residuos de la construcción
- c) Los escombros o residuos producto de la construcción y/o demolición deberán retirarse en un plazo no mayor de treinta días hábiles a partir del término de la obra.
- d) Los camiones que trasladen los escombros o residuos de una obra o demolición deberán contar con sus permisos o estar autorizados por la autoridad correspondiente y circular siempre cubiertos por lonas, incluso vacíos, para evitar la dispersión de materiales y emisiones de polvo.
- e) Durante la construcción de cualquier inmueble en los campus de la UNAM, el agua de desecho debe controlarse para evitar que se convierta en un contaminante.
- f) La zona de almacenamiento estará diseñada para albergar contenedores transportables tipo contenedor los cuales serán de tamaño apropiado y compatible con el residuo a almacenar. En estas instalaciones se almacenarán principalmente aceites y lubricantes usados.

### **8.2.4.3. Disposición final**

- a) La disposición final de los residuos de demolición o construcción, se deberá hacer en sitios debidamente autorizados y certificados por las autoridades de la localidad.
- b) La empresa contratista exhibirá ante la DGOC, los comprobantes que acrediten la cantidad de material recibido, la fecha y el lugar de depósito. En este supuesto, se deberá aplicar la Norma [NADF-007-RNAT](#) vigente, o la normatividad aplicable en la localidad.
- c) La disposición de los residuos generados por el proceso de construcción deberá realizarse con la periodicidad necesaria para mantener limpio el sitio de la obra.

## **8.2.5. Manejo de residuos peligrosos de construcción**

El manejo de residuos peligrosos de construcción y/o demolición, se realizará conforme a lo dispuesto en la [NOM-052-SEMARNAT](#) y la [NOM-087-ECOL-SSA1](#), vigentes.

### **8.2.5.1. Aspectos generales**

- a) Los residuos peligrosos de construcción deberán estar sujetos a planes de manejo, cumpliendo el procedimiento dispuesto en [8.2.4.1. Plan de manejo](#).
- b) Los residuos peligrosos de construcción serán manejados de forma independiente de cualquier otro tipo de residuos.
- c) En la obra se dispondrá de un patio de residuos peligrosos, el cual tendrá piso impermeable y sistema de conducción y control de derrames de líquidos, para evitar el contacto de éstos con el suelo natural.
- d) El patio de residuos peligrosos deberá contar con equipo de prevención y extinción de incendios, consistente en extintores del tipo químico seco y CO<sub>2</sub>, para los distintos tipos de incendios previsibles. En todo caso se deberá consultar al Departamento de Bomberos de la UNAM.
- e) En demoliciones de elementos que hayan tenido contacto con agentes tóxicos o biológicos, se atenderá a lo siguiente:
  - Se realizarán previamente las medidas de desinfección que señale el proyecto y/o la DGOC o la dependencia facultada.
  - Todo el personal que participe en la demolición y el manejo de los residuos peligrosos de construcción, deberá portar el equipo de seguridad adecuado.

### 8.2.5.2. Clasificación

Se consideran como residuos peligrosos los siguientes:

a) Residuos generados por la demolición de:

- Laboratorios que manejen alguno o algunos de los agentes, sustancias o materiales descritos en el inciso a).
- Bioterios.
- Quirófanos.
- Locales para depósito de cadáveres.
- Cuartos de rayos X y de cualquier otro espacio donde se manejen materiales radioactivos.
- Cuartos revestidos de plomo.
- Así como los generados por la demolición de cualquier local y/o espacio donde se manejen agentes biológico-infecciosos o carcinógenos, sustancias químicas tóxicas, líquidos inflamables y gases explosivos, materiales cáusticos (ácidos o bases) o materiales radioactivos, soluciones de metales pesados, entre otros.

b) Lámparas fluorescentes y cualquier tipo de lámparas que contengan mercurio.

c) Baterías de plomo-ácido o cualquier otro tipo de baterías.

## 9. Evaluación de Impacto Ambiental

Este capítulo, establece las disposiciones para dar cumplimiento a la normatividad federal y/o local en materia de impacto ambiental.

### 9.1. Disposiciones generales

a) La evaluación de impacto ambiental es el procedimiento llevado a cabo por la autoridad competente en la localidad y del cual se deriva la autorización de impacto ambiental para la realización de una obra o actividad.

b) Para que la autoridad competente pueda realizar la evaluación señalada en el inciso anterior, la UNAM deberá presentar los estudios de impacto ambiental que le sean requeridos.

c) Los estudios a que se refiere el punto anterior se llevarán a cabo por un prestador de servicios ambientales, mismo que deberá ser contratado conforme a lo dispuesto en la normatividad de obras de la UNAM.

- d) La DGOC, así como las dependencias que cumplen con lo dispuesto en el numeral 5, párrafo tercero de las *Políticas en Materia de Obra y Servicios Relacionados con la Misma*, son las únicas facultadas para contratar estudios de impacto ambiental. [Ir a \(9.3.a.\)](#).
- e) El prestador de servicios ambientales, deberá estar inscrito en el padrón de servicios ambientales de la localidad donde se va a realizar la obra o actividad, así como en el padrón de contratistas de la UNAM.
- f) Dependiendo de la normatividad aplicable en la localidad, los estudios de impacto ambiental también pueden ser realizados por instituciones de investigación, colegios o asociaciones profesionales.
- g) El procedimiento de evaluación de impacto ambiental, se deberá realizar de forma previa a la obra o actividad a realizar.
- h) Para poder efectuar los estudios requeridos para la evaluación de impacto ambiental, se deberá contar con el proyecto ejecutivo de la obra a realizar.
- i) Durante la obra se evitarán cambios al proyecto, pues de lo contrario, se deberá dar aviso a la autoridad competente de cualquier modificación y en consecuencia los cambios podrán derivar en nuevas gestiones ante dicha autoridad.

## **9.2. Obras y actividades a evaluar en materia de impacto ambiental**

- a) Se deberá considerar que son sujetas de evaluación de impacto ambiental, las obras o actividades relacionadas a continuación:
  - Obras que colinden con suelos de conservación, áreas de valor ambiental y áreas naturales protegidas.
  - En Ciudad Universitaria, obras que colinden con la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel.
  - Tala de árboles.
  - Construcción de plantas de tratamiento de aguas residuales.
  - Actividades que generen contaminantes que afecten la calidad del agua, suelo o aire.
  - Edificios de laboratorios donde se manejen sustancias riesgosas y/o peligrosas conforme a la [NOM-087-ECOL-SSA1](#) vigente, Protección ambiental - Salud ambiental - Residuos peligrosos biológico-infecciosos - Clasificación y especificaciones de manejo.
  - Obras de más de 10,000 m<sup>2</sup> de construcción.

- Obras nuevas en zonas y/o parques industriales
- Instalaciones para manejo de residuos sólidos
- Cualquier otra que así lo determine la DGOC y/o las dependencias señaladas en V.1 inciso d).

### 9.3. Procedimiento

- a) Todos los proyectos de obras nuevas, ampliaciones y reacondicionamientos, deberán ser revisados por la DGOC y/o las dependencias señaladas en [9.1.d](#)), para determinar si se requiere una evaluación de impacto ambiental.
- b) Una vez que se determine que una obra o actividad deberá ser sometida a la evaluación de impacto ambiental, se procederá a contratar a un prestador de servicios quien deberá elaborar los estudios correspondientes.
- c) El prestador de servicios llevará a cabo las gestiones necesarias ante la autoridad competente, hasta la obtención de la autorización de impacto ambiental.
- d) Para obtener la autorización en materia de impacto ambiental la UNAM, a través del prestador de servicios, presentará ante la autoridad competente en la localidad, el o los estudios de impacto ambiental requeridos, conforme a lo estipulado en la normatividad aplicable.
- e) El procedimiento de evaluación de impacto ambiental se inicia mediante la presentación del estudio de impacto ambiental en sus diferentes modalidades, que dependiendo de la normatividad aplicable en la entidad pueden ser:
  - Declaración o declaratoria de cumplimiento ambiental.
  - Informe preventivo.
  - Manifestación del impacto ambiental.
  - Cualquier otro estudio establecido en la normatividad aplicable.
- f) Para obtener la autorización de impacto ambiental de actividades como tala o trasplante de árboles, la DGOC o la Dependencia que llevará a cabo esa actividad, dará aviso a la autoridad conforme al procedimiento establecido en la normatividad aplicable en la localidad. [Retorno a 7.10.k](#).
- g) El procedimiento de la evaluación de impacto ambiental concluye cuando la autoridad competente en la localidad otorga la autorización de impacto ambiental.
- h) Como parte de los trabajos preliminares de la obra o actividad por iniciar, se colocará un letrero indicando que se cuenta con la autorización de impacto ambiental y los datos generales correspondientes.
- i) Ver [ANEXO 1](#), Información mínima a contener en un estudio de impacto ambiental.

## 10. Uso eficiente de la Energía

### 10.1. Disposiciones generales

El uso eficiente de la energía y su consecuente ahorro son parte esencial en un edificio sustentable. Para ello los proyectos deberán reducir la demanda de energía, principalmente de iluminación artificial y sus sistemas térmicos.

En ese sentido el diseño y construcción de las edificaciones deberán cumplir con las siguientes disposiciones:

- a) El proyecto de las obras nuevas, ampliaciones y reacondicionamientos de la UNAM, deberá partir de un diseño bioclimático.
- b) Este diseño deberá considerar las siguientes disposiciones:
  - Los proyectos deberán realizarse partiendo de la correcta orientación de los edificios.
  - Se deberá tener un manejo adecuado de la ventilación natural, que en lo posible deberá ser cruzada y cuidando las características de las ventanas en cuanto a su localización, diseño y tamaño.
  - En climas cálidos se deberán prever dispositivos de protección.
  - Se deberán especificar materiales adecuados para techos y muros, principalmente en climas cálidos.
  - Cuando las condiciones del terreno lo permitan, se aprovechará la vegetación para crear barreras térmicas.
  - Se recomienda el diseño de patios interiores.
- c) Las obras nuevas y ampliaciones deberán cumplir con lo dispuesto en la [NOM-008-ENER](#) vigente.
- d) Conforme a lo anterior, el diseño de las obras nuevas y ampliaciones, deberá considerar el [ANEXO 2](#) Análisis para envoltorio de Edificios, de este documento.
- e) Igualmente, en el diseño de las obras nuevas y ampliaciones se deberá observar la siguiente normatividad vigente:
  - [NOM 001-STPS](#)
  - [NOM-008-SENER](#)
  - [NOM-011-ENER](#)
  - [NOM-021-ENER/SCFI/ECOL](#)
  - [NOM-023-ENER](#)

- Morillón-Gálvez D., Saldaña-Flores R., Tejeda-Martínez A. (2004). “Human bioclimatic atlas for Mexico”, Solar Energy Journal, Vol. 76, Issue 6, p. 781-792.
- Humphreys, M. A. and Nicol, F. J. (2000). “Outdoor temperature and Indoor thermal comfort raising the precision of the relationship for the 1998 ASHRAE database files studies”, ASHRAE Transactions 106 (2), p. 485-492.
- [ASHRAE Standard 62.1-2010](#)

## 10.2. Ventilación

### 10.2.1. Disposiciones particulares

- a) El diseño arquitectónico deberá privilegiar la ventilación natural sobre la ventilación artificial.
- b) En espacios cerrados con aire acondicionado, se debe asegurar tener al menos 5 cambios de aire por hora, de acuerdo con la [NOM 001-STPS vigente](#).
- c) Puesto que en México no existe normatividad que especifique los requerimientos de ventilación para calidad del aire al interior de edificaciones, se recomienda utilizar como guía el Standard [ASHRAE 62.1-2010](#).

### 10.2.2. Ventilación natural

- a) Para mantener la calidad de aire en una edificación naturalmente ventilada se recomienda diseñar una ventilación cruzada, esto es orientar las aberturas en dirección de los vientos dominantes y ubicar las salidas en el lado opuesto, de preferencia en la parte alta del muro o en los techos. Para este último caso se pueden utilizar ventiladores que ayuden a promover el movimiento de aire, siempre que se evite la entrada de agua de lluvia.

### 10.2.3. Ventilación forzada

- a) Para mejorar la circulación de aire se pueden utilizar ventiladores de techo o extractores de aire en ventanas o techo.
- b) En sanitarios sin ventilación natural y en cualquier espacio que lo requiera, se deberá instalar ventilación forzada.

### 10.3. Climatización

Los edificios se deberán diseñar y construir teniendo en cuenta el clima del lugar y sus variaciones estacionales, aplicando un diseño bioclimático y tecnologías innovadoras, como son las nuevas herramientas de cómputo para diseñar espacios habitables y confortables que reduzcan o eliminen el uso de sistemas de calefacción o enfriamiento. En ese sentido, en el diseño y construcción de los edificios se deberán aplicar las siguientes disposiciones:

- a) El diseño arquitectónico deberá privilegiar la climatización natural sobre la climatización artificial.
- b) Se permite el uso de climatización artificial en los siguientes casos:
  - En espacios que requieren mantener condiciones específicas de temperatura, humedad y cambios de aire.
  - En regiones con muy altas o muy bajas temperaturas, donde no pueda lograrse el confort higrotérmico de forma natural.

#### *10.3.1. Diseño bioclimático*

- a) Como parte del proyecto ejecutivo se deberá realizar un diseño bioclimático, partiendo de la información detallada del clima para un año típico, con indicadores como: temperatura, humedad, radiación solar, velocidad y dirección de vientos, precipitación pluvial y nieve.
- b) En el desarrollo de los proyectos, se deberán considerar las recomendaciones, a partir de una clasificación de los cuatro climas prevalecientes en el país: cálido seco, cálido húmedo, templado y frío.  
En cada caso deben aplicarse diferentes estrategias de diseño para alcanzar el confort higrotérmico.
- c) Ver [ANEXO 3](#) Recomendaciones para diseño bioclimático por región.

#### *10.3.2. Climatización artificial*

- a) Cuando se requiera utilizar aire acondicionado para enfriamiento de la edificación, la envolvente deberá cumplir con la norma [NOM-008-SENER](#) vigente.
- b) Según sea el caso, el sistema de aire acondicionado debe cumplir con la normatividad para la eficiencia energética establecido por las siguientes normas:
  - [NOM-011-ENER](#) vigente.

- [NOM-021-ENER/SCFI/ECOL](#) vigente.
  - [NOM-023-ENER](#) vigente.
- c) Para sistemas de aire acondicionado para calefacción se recomienda colocar aislante en el exterior de la envolvente.
  - d) La temperatura de operación del aire acondicionado para enfriamiento deberá ser el límite superior de confort y para el caso de calentamiento el límite inferior de confort.
  - e) La temperatura de confort  $T_c$  (°C) puede ser calculada con la Ecuación por Humphreys y Nicol (2000), como se indica en [ANEXO 4](#) de este documento.

## 10.4. Eficiencia en la energía eléctrica

El uso eficiente de la energía eléctrica consiste en la obtención del máximo rendimiento de la energía que se consume, a través de la implementación de acciones antes, durante y después de la construcción de las obras.

### 10.4.1. Disposiciones particulares

- a) Previo a la adquisición de equipos de instalación permanente, se verificará que éstos cuenten con sello FIDE o en su defecto con la certificación Energy Star.
- b) En función de los recursos disponibles, las entidades y dependencias deberán sustituir, por etapas, las instalaciones eléctricas en baja tensión que hayan cumplido su vida útil.
- c) Del mismo modo deberán ir sustituyendo tecnologías obsoletas como la iluminación incandescente o fluorescente tipo T-12.

### 10.4.2. Iluminación

#### 10.4.2.1. Proyecto

- a) El diseño arquitectónico deberá privilegiar la iluminación natural sobre la iluminación artificial.
- b) El porcentaje de área con iluminación natural en días soleados, debe ser al menos del 75% para áreas de uso frecuente, como oficinas, laboratorios, salas de conferencias, etc.  
En estos casos los niveles de iluminación deberán ser los adecuados para la actividad que se realiza, conforme a la [NOM-025-STPS](#) vigente.

- c) Quedan exentos de la disposición anterior los locales que por su naturaleza no requieran de iluminación natural como pueden ser bodegas, cuartos de instalaciones, casas de máquinas, laboratorios de óptica, cuartos oscuros, etc.
- d) Color de los acabados.
- Para locales donde los niveles de iluminación deban de ser altos y uniformes (oficinas, aulas, áreas de lectura, y mesas de trabajo en los laboratorios), se recomienda el uso de acabados de colores claros y mate en paredes.
  - Para locales que en la mayoría del tiempo se utilicen con bajos niveles de iluminación (auditorios, salas de cómputo y seminarios) se recomiendan colores intermedios y mates en paredes.
  - Para locales que por su naturaleza no requieran de iluminación natural, se recomiendan colores oscuros y/o negros.

#### *10.4.2.2. Iluminación natural*

- a) Se deberá evitar la entrada de luz directa. Para ello se pueden utilizar: parteluces, paneles prismáticos, tragaluces con vidrios traslúcidos, domos de luz difusa, o celosías en ventanas de materiales opacos y claros.
- b) En climas cálidos se deberán utilizar parteluces y se podrán utilizar películas de control solar que limiten la radiación infrarroja y ultravioleta, dejando pasar la mayor parte de radiación en el espectro visible.
- c) Las películas de control solar deberán ser claras.
- d) En locales donde la razón entre la longitud del mismo (medida de la ventana al lado opuesto), y la altura sea mayor a dos (2), se deberán tener ventanas en el muro opuesto, en medida de lo posible.
- e) Cuando la longitud de un local (medida de la ventana al lado opuesto), sea mayor al doble de su altura, se deberán tener ventanas en el muro opuesto, en medida de lo posible.
- f) Se deberá evaluar el nivel de iluminación natural de los locales en la fase de diseño arquitectónico, para ello se podrá utilizar algún software de uso libre como DIALUX, RADIANCE o comercial como Ecotect, OptisWorks.

#### *10.4.2.3. Iluminación artificial*

- a) En los locales y espacios donde la iluminación natural no cumpla con los

niveles establecidos en las **DMIE**, el sistema de alumbrado deberá controlarse mediante un encendido seccionado para compensar la insuficiencia.

- b) En materia de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA), se observará lo siguiente:
- Los sistemas de iluminación artificial en interiores, deberán cumplir con lo dispuesto en la **NOM-007-ENER** vigente.
  - Los sistemas de iluminación artificial en exteriores, deberán cumplir con lo dispuesto en la **NOM-013-ENER** vigente.

Ver TABLA EE-1 DPEA En edificios, TABLA EE-2 DPEA En estacionamientos a descubierto y TABLA EE-3 DPEA En vialidades.

Nota: Los valores de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA), que deben cumplir los sistemas de alumbrados, no deben exceder los valores indicados en las Tablas siguientes.

Espacio	DPEA (W/m <sup>2</sup> )
Oficinas	14
Edificios educativos	16
Bibliotecas	16
Almacenes	13
Auditorios	16
Museos	17
Talleres	27
Áreas exteriores	1.8
Estacionamientos a cubierto	3.0

Tabla EE-1 DPEA En edificios.

Área a iluminar (m <sup>2</sup> )	DPEA (W/m <sup>2</sup> )
<300	1.80
300 a 500	0.90
500 a 1.000	0.70
1.000 a 1.500	0.58
1.500 a 2.000	0.54
> 2000	0.52

Tabla EE-2 DPEA En estacionamientos a descubierto.

Nivel de Iluminación	DPEA (W/m <sup>2</sup> )			
	Ancho de calle (m)			
(lx)	7.5	9.0	10.5	12.0
5	0.35	0.33	0.30	0.28
10	0.71	0.66	0.61	0.56
15	1.06	1.0	0.93	0.87
16	1.10	1.07	0.99	0.93
17	1.17	1.12	1.03	0.97
5	0.35	0.33	0.30	0.28

Tabla EE-3 DPEA En vialidades.

c) Niveles de iluminación artificial en interiores:

- Se deberá cumplir con los niveles adecuados para las actividades que se desarrollan, conforme a lo dispuesto en el punto “2.4. Requisitos y consideraciones de diseño”, de las *DMIE*.
- Los factores de reflexión mínimos en muros, plafones, pisos, puertas y ventanas, así como en mesas y escritorios, deberán cumplir con lo dispuesto en el punto “2.4. Requisitos y consideraciones de diseño” de las *DMIE*.
- La evaluación de los niveles de iluminación artificial en la fase de diseño arquitectónico se deberá realizar por medio de software, entre los que se recomiendan los de uso libre como DIALUX, RADIANCE o comerciales como Ecotect, OptisWorks.

d) Normatividad para iluminación artificial:

- Los sistemas de iluminación artificial para interiores deberán cumplir con lo dispuesto en la [NOM-007-ENER](#) vigente, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.
- Los sistemas de iluminación artificial en exteriores deberán cumplir con lo dispuesto en la [NOM-013-ENER](#) vigente, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades.

e) La selección de sistemas de iluminación artificial en interiores y exteriores, deberán cumplir con lo establecido en el punto “2.4.3. Tecnología a utilizar”, de las *DMIE*.

f) Diseño del alumbrado.

- En espacios como aulas, cubículos y oficinas, el alumbrado debe proveer niveles de iluminación uniformes, sin “sombras” que afecten el adecuado desarrollo de las actividades.
- En laboratorios las unidades de iluminación deben ubicarse sobre las mesas de trabajo.
- En acervos las unidades de iluminación deben ubicarse sobre los pasillos, entre los estantes.
- Se permite el uso de sensores de presencia tipo dual para el control del alumbrado, en espacios como pasillos y sanitarios, cuidando su programación a fin de evitar apagados falsos (apagado del alumbrado con el espacio ocupado). [Ir a \(14.c\)](#).
- Para el control del alumbrado de exteriores se deberán utilizar fotoceldas.

g) Contaminación luminosa:

- Para evitar contaminación luminosa nocturna, se deberá reducir la cantidad de luz dirigida desde el edificio hacia el exterior, así como del alumbrado exterior hacia el cielo durante la noche.
- Para lo anterior, se deberá reducir la potencia de alimentación de todas las lámparas interiores (siempre que no sean de emergencia) y que estén en la línea de visibilidad de los vanos de la envolvente (transparentes y traslúcidos) al menos un 50% desde las 11 p.m. hasta las 5 a.m. del día siguiente.
- Las áreas exteriores deberán ser iluminadas con lámparas que proyecten la luz hacia el suelo y que estén diseñadas de tal forma que no proyecten luz a más de 70° con respecto al eje vertical tomando como referencia el suelo.

h) Deslumbramiento:

- Las fuentes de deslumbramiento deben quedar fuera de la línea de visión con el fin de alcanzar un confort visual. La luz directa de las lámparas deberán de quedar fuera del campo de visión.
- Los pizarrones y monitores de computadora deberán de quedar a contraluz.
- Superficies muy brillantes (espejos, materiales muy pulidos y de alta especularidad) deberán de estar localizados en áreas donde no reciban luz directa.

- Se recomienda que el color de los escritorios y mesas de trabajo en oficinas y aulas sea tal que tenga una luminancia no mayor al 50% de una hoja de papel blanca sobre el escritorio o la mesa en cuestión.
- i) El proyectista deberá entregar a la DGOC:
- Análisis de niveles de iluminación natural y artificial que den cumplimiento a las DMIE.
  - Análisis del cumplimiento de la [NOM-007-ENER vigente](#).
  - Análisis de cumplimiento de la [NOM-013-ENER vigente](#).
  - Listado de las unidades de iluminación que se proyecte instalar, con copia de los certificados de conformidad del producto, correspondientes. De acuerdo a las siguientes normas:
    - [NOM-017-ENER/SCFI vigente](#)
    - [NOM-028-ENER vigente](#)
    - [NOM-030-ENER vigente](#)
    - [NOM-031-ENER vigente](#)
- j) Previo a la entrega de las obras la DGOC verificará que los niveles de iluminación natural y artificial de los diferentes locales, cumplan con lo indicado en las DMIE.
- Para los casos que no cumplan los niveles establecidos, se tomarán las medidas correctivas necesarias, de acuerdo a lo indicado por la DGOC.

## 11. Energías Alternativas

### 11.1. Sistema fotovoltaico para generación de energía eléctrica

Un sistema fotovoltaico generador de energía eléctrica conectado a la red pública o a la red del campus, está constituido por un conjunto de componentes que captan la radiación solar y generan energía eléctrica en forma de corriente continua que se adapta para ser utilizada en la red de distribución de corriente alterna propia del edificio.

#### *11.1.1. Aspectos generales*

- a) Las obras nuevas con una superficie construida igual o mayor a 5,000 m<sup>2</sup>, deberán utilizar sistemas fotovoltaicos para generación de energía eléctrica.
- b) En edificios existentes, previo a la elaboración de proyectos para este tipo de sistemas, deberán realizarse estudios de factibilidad y de costo/beneficio.

### ***11.1.2. Proyecto***

- a) El diseño y la instalación de sistemas fotovoltaicos para generación de energía eléctrica con interconexión a la red en baja tensión, se deberán regir por los siguientes lineamientos:
  - [Especificación CFE G0100-04](#) para sistemas con capacidad hasta 30 kW y suministro en baja tensión.
  - [Resolución RES/119/2012](#) para sistemas con capacidad hasta 500 kW y suministro en media tensión.
- b) La capacidad del sistema fotovoltaico a instalar, podrá disminuirse o suprimirse en los siguientes casos:
  - Cuando se utilicen otras fuentes de energía renovable.
  - Cuando el edificio no cuente con suficiente acceso al sol por barreras externas existentes.
  - Cuando así lo determine la DGOC y/o la dependencia facultada.
- c) La potencia pico mínima a instalar será de 6 kWp. Esta potencia se podrá ampliar si así lo indica la DGOC. Para sistemas con una capacidad menor a 6 kWp se deberá consultar a la DGOC.
- d) En el diseño del campo fotovoltaico se considerará lo siguiente:
  - Los paneles deberán tener una eficiencia del 14% de conversión, o mayor en caso de ser rígidos.
  - Los paneles deberán ser de fabricación nacional.
  - Los Inversores deberán ser de fabricación nacional y de una eficiencia de conversión igual o mayor al 97%.
  - El sistema deberá incluir desconexión manual y automática.
- e) Se recomienda gestionar la asesoría y/o colaboración del Instituto de Energías Renovables (IER) para el desarrollo del proyecto y para la supervisión de la instalación de este tipo de sistemas.

### ***11.1.3. Entrega, puesta en marcha y operación***

- a) Previo a la entrega de la obra el contratista proporcionará a la DGOC y/o a la dependencia facultada:

- Garantías de los equipos y del sistema.
  - Certificaciones de los equipos instalados, como sello FIDE.
  - Software para operación del equipo y medición de la generación de energía, así como monitoreo del sistema cuando así esté dispuesto.
  - Manuales de operación y funcionamiento del sistema y sus equipos.
  - Programa de monitoreo del sistema.
  - Programa de mantenimiento preventivo.
- b) El contratista capacitará al personal de la dependencia, para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.
- c) La puesta en marcha del sistema se realizará conjuntamente por personal de la empresa contratista y el personal de la dependencia encargado de la operación de los equipos. Este acto deberá ser avalado por la DGOC y el personal directivo y/o administrativo de la dependencia.
- d) Durante la etapa de operación de la edificación, la dependencia se asegurará de llevar a cabo los programas de monitoreo y mantenimiento para el correcto funcionamiento del sistema.

## **11.2. Sistema térmico solar para calentamiento de agua**

Ir a (12.3.a)

### ***11.2.1. Proyecto***

- a) En proyectos de obras nuevas y ampliaciones que requieran uso de agua caliente, se deberá elegir como opción primaria un sistema de calentamiento de agua por medio de energía solar.
- b) Para demandas de hasta 500 l/día se utilizarán sistemas del tipo termosifónico. Cuando la demanda sea mayor a 500 l/día se consultará al IER sobre el tipo de sistema a utilizar.
- c) En el desarrollo del proyecto para las obras señaladas en el inciso “a)”, se realizará un estudio de factibilidad de instalación de un sistema térmico solar para calentamiento de agua.
- d) La DGOC en conjunto con la dependencia y con base en el estudio señalado en el inciso anterior, determinarán si se instala un sistema solar térmico para calentamiento de agua.
- e) Cuando se determine instalar un sistema de este tipo, el proyecto deberá disponer un sistema de calentamiento convencional, para asegurar la continuidad en el abastecimiento de agua caliente,

- f) La contribución de este tipo de sistemas, será por lo menos del 50% del consumo energético anual por utilización de agua caliente (CEA). Esta contribución se podrá disminuir en los siguientes casos:
- Cuando el aporte energético se cubra con el uso de otros sistemas de energía alternativa.
  - Cuando por su ubicación el edificio no cuente con la radiación solar necesaria.
- g) El cálculo del CEA se realizará con base en la metodología de la norma [NADF-008-AMBT](#) vigente, utilizando los valores mensuales de energía solar disponible en la localidad.
- h) El proyecto del sistema solar térmico para calentamiento de agua deberá realizarse de conformidad a la norma [NMX-ES-003-NORMEX](#) vigente. El proyecto deberá considerar la estructura de soporte adecuada para proporcionar una operación segura, eficiente y duradera.
- i) Los equipos a instalar para este tipo de sistemas deberán contar con certificación de acuerdo a las normas [NMX-ES-001-NORMEX](#) y/o [NMX-ES-004-NORMEX](#) vigentes.
- j) El sistema deberá estar dotado de un dispositivo automático de protección contra quemaduras, que limite la temperatura de extracción de agua a  $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en sistemas que puedan alcanzar esta temperatura. Se recomienda usar una válvula de mezclado.
- k) El sistema deberá considerar una red de retorno de agua caliente, cuando por la longitud de la red de distribución principal lo amerite.
- l) Para verificar su correcto funcionamiento, el sistema deberá disponer de los siguientes controles y dispositivos:
- Medidor de temperatura a la salida del sistema.
  - Medidor de consumo de agua caliente del sistema.
  - Válvula de corte a la entrada del termotanque entre la línea de alimentación y la entrada del agua fría al calentador solar.
  - Válvulas anti-retorno (check) a la entrada del agua fría al termo-tanque.
  - Válvulas de drenado en el termotanque para eliminar los lodos que se acumulen y en el colector solar para el caso donde el agua circule por el colector.
  - Válvula de sobrepresión o seguridad en el termotanque, la cual debe operar a un 30 % por sobre la presión de trabajo especificada por el fabricante.

- Válvula eliminadora de aire montada en la parte más alta del sistema.
  - Válvula de anticongelamiento en la parte más baja del sistema, en zonas donde se puedan presentar temperaturas de congelamiento. Si el sistema está diseñado para drenarse automáticamente cuando no está en operación, no se requiere de esta válvula.
  - Control automático para control del arranque y paro de la bomba de tal manera que se obtenga el mayor ahorro de energía.
- m) Adicionalmente el sistema deberá reunir las siguientes características:
- Tener una vida útil de 15 años como mínimo.
  - Debe llevar una placa indicando datos básicos.
- n) En zonas diferentes a las zonas costeras, deberá contar con la certificación que avale la prueba de resistencia al impacto (granizo) realizada en los captadores solares a 2 m de altura.
- o) La orientación de los captadores deberá ser hacia el sur geográfico y a la inclinación de la latitud del lugar, para que la exposición del colector sea directa a la irradiación solar y optimizar su funcionamiento.
- p) En las líneas de agua caliente no deberán utilizarse tuberías que puedan sufrir deterioro con la temperatura de operación del sistema, como es PVC.
- q) Como parte del proyecto, el proyectista deberá entregar a la DGOC:
- Análisis de cumplimiento del 50% del CEA o la justificación de una menor contribución.
  - Análisis del cumplimiento de la norma [NMX-ES-003-NORMEX](#) vigente.
  - Comprobación de las certificaciones de los equipos especificados en proyecto, donde conste el cumplimiento de los valores de eficiencia térmica.
- r) Una vez instalado el sistema solar para calentamiento de agua, para efecto de recepción del trabajo, se probarán las alimentaciones hidráulicas y sus desagües, verificando que no existan fugas y que todos los accesorios correspondientes funcionen correctamente, de no ser así se procederá a su arreglo, desmontando si es necesario el calentador cuya instalación se encuentre defectuosa.
- s) Se recomienda gestionar la asesoría y/o colaboración del IER para el desarrollo del proyecto y para la supervisión de la instalación de este tipo de sistemas.

### ***11.2.2. Entrega, puesta en marcha y operación***

- a) Previo a la entrega de la obra el contratista proporcionará a la DGOC y/o a la dependencia:
  - Garantías de los equipos y del sistema.
  - Certificaciones de los equipos instalados, donde conste el cumplimiento de los valores de eficiencia térmica.
  - Manuales de operación y funcionamiento del sistema y sus equipos.
  - Programa de monitoreo del sistema.
  - Programa de mantenimiento preventivo.
- b) El contratista capacitará al personal de la dependencia, para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.
- c) La puesta en marcha del sistema se realizará conjuntamente por personal de la empresa contratista y el personal de la dependencia encargado de la operación de los equipos. Este acto deberá ser avalado por la DGOC y el personal directivo y/o administrativo de la dependencia.
- d) Durante la etapa de operación de la edificación, la dependencia se asegurará de llevar a cabo los programas de monitoreo y mantenimiento para el correcto funcionamiento del sistema.

## **12. Uso eficiente del agua**

Este capítulo establece disposiciones para el diseño, construcción, operación y mantenimiento de los sistemas hidráulicos, con el fin de lograr un uso eficiente del agua.

### **12.1. Disposiciones generales**

- a) Los proyectos de instalaciones hidráulicas y sanitarias para obras nuevas, ampliaciones y reacondicionamientos deben cumplir con lo dispuesto en las *Disposiciones en Materia de Instalaciones Hidráulicas, Sanitarias y de Protección contra Incendio*, de la UNAM (DMIHS).
- b) Las instalaciones hidráulicas y sanitarias en edificios existentes, que no cumplan con lo dispuesto por las DMIHS, deberán adecuarse progresivamente.

## 12.2. Agua potable

- a) Las instalaciones hidráulicas para alimentación de agua potable deben diseñarse con base en las dotaciones por tipo de edificio, establecidas en las DMIHS. Ver Tabla IHS-1 Dotación de agua por tipo de edificio.

Tipo de Inmueble	Dotación
Docencia e Investigación	25 l/alumno-persona/día
Oficinas	50 l/persona/día
Museos y Centros de información	50 l/persona/día
Prácticas deportivas (baños-vestidores)	150 l/persona/día
Estacionamiento	8 l/cajón/día
Protección contra incendio	5 l/m <sup>2</sup> área construida <sup>(1)</sup>

(1) Para edificaciones de hasta 4,000 m<sup>2</sup> de construcción. Para superficies mayores consultar a la DGOC.

Tabla IHS-1 Dotación de agua por tipo de edificio.

- b) Todo proyecto para nuevos campus o edificios, deberá privilegiar la plantación de especies endémicas y/o el uso de agua tratada para riego.
- c) Únicamente se permitirá el uso de agua potable para riego de áreas verdes cuando no se cuente con red de agua tratada en la zona. En este caso se deberá tener especial cuidado en utilizar sólo la cantidad de agua indispensable.
- d) A fin de cuantificar el consumo de agua potable, en obras nuevas y ampliaciones se instalarán medidores de agua, conforme a lo siguiente:
- En obras nuevas se deberá instalar un medidor en la toma general.
  - En edificios existentes se instalarán medidores de forma progresiva, conforme a la disposición de recursos.
  - Para medición del suministro de la red general con tubería de 3" de diámetro o mayores (macro-medición), se recomienda el uso de medidores de tipo electromagnético en tanques de almacenamiento y regulación, así como en puntos de suministro a la red (sectores y subsectores hidráulicos).
  - Para tuberías de 2" de diámetro o menores (micro-medición), básicamente en acometidas a edificios, se dispondrán medidores de tipo volumétrico.
  - El mantenimiento preventivo de micro-medidores se debe realizar en periodos de 6 a 12 meses, con base en los manuales de mantenimiento y operación del Programa de Manejo, Uso y Reusó del Agua en la UNAM (PUMAGUA).

- e) Todos los dispositivos de salida serán ahorradores, conforme a lo dispuesto por el Programa de Manejo, Uso y Reúso de Agua en la UNAM (PUMAGUA).
- f) En las obras nuevas, para la alimentación a lavabos, vertederos, inodoros con tanque bajo, o cualquier otro tipo de mueble, el proyecto deberá considerar una válvula de globo tipo angular, para una presión de trabajo de hasta 6.0 kg/cm<sup>2</sup>. Esto para futuros trabajos de reparación o mantenimiento.
- g) Las descargas máximas de llaves y muebles sanitarios serán las estipuladas por el PUMAGUA. Ver Tabla IHS-2 Descargas máximas de llaves, válvulas y muebles sanitarios.

Llave / Mueble sanitario	Descarga máxima
Llave para lavabo operada con sensor a corriente o baterías	2 l/minuto
Llave para lavabo, operado con sistema de push (botón)	2 l/minuto
Regadera con sistema de limpieza automática	10 l/minuto
Mingitorio con fluxómetro operado con pedal o palanca	0.5 l/descarga *
Mingitorio con fluxómetro operado con sensor	0.5 l/descarga *
Inodoro con fluxómetro operado con pedal o palanca	4.8 l/descarga **
Inodoro con fluxómetro operado con sensor	4.8 l/descarga **
<p>Notas:</p> <p>* Se permite el uso de mingitorios “secos”, siempre que se garanticen las condiciones de higiene y mantenimiento requeridas, conforme al Manual de pruebas a instalaciones sanitarias de PUMGUA.</p> <p>** La descarga debe garantizar la correcta operación del mueble, conforme al Manual de pruebas a instalaciones sanitarias de PUMGUA. En su defecto se especificarán inodoros de 6.0 l/descarga.</p>	

Tabla IHS-2 Descargas máximas de llaves, válvulas y muebles sanitario.

- h) La presión mínima a la salida de las alimentaciones debe ser:
  - Fluxómetros y calentadores ---- 1.05 kg/cm<sup>2</sup>
  - En llaves ----- 0.60 kg/cm<sup>2</sup>
- i) Las regaderas se proyectarán para trabajar a baja presión en un rango de 0.2 a 1.5 kg/cm<sup>2</sup>.  
Ver presiones mínimas y máximas para fluxómetros, llaves y regaderas en TABLA IHS-2a y TABLA IHS-2b.

Fluxómetros/ llaves	Presión mínima				Coeficiente de Sombreado (Cs)			
	kg/cm <sup>2</sup>	mca*	kPa	PSI	kg/cm <sup>2</sup>	mca	kPa	PSI
Fluxómetros	1	10	98.07	14.22	7	70	686.47	99.56
Llaves de lavabo mecánicas	0.2	2	19.61	2.84	6	60	588.4	85.34
Llaves de lavabo sensor	0.4	4	39.23	5.69	6	60	588.4	85.34

Tabla IHS-2a Presión mínima y máxima de fluxómetros y llaves.

Regaderas	Presión mínima				Coeficiente de Sombreado (Cs)			
	kg/cm <sup>2</sup>	mca*	kPa	PSI	kg/cm <sup>2</sup>	mca	kPa	PSI
De baja presión	0.2	2	19.61	2.84	1.5	15	147.1	21.33
De alta presión	0.8	8	78.43	11.38	5	50	490.3	71.11

Tabla IHS-2b Presión mínima y máxima de regaderas.

- j) Los muebles sanitarios, coladeras, céspedes, regaderas y llaves, deben ser de primera calidad, de acuerdo a proyecto y/o los autorizados por la DGOC.
- k) En el diseño, construcción y/o remodelación de laboratorios deben seguirse las siguientes disposiciones para el uso eficiente del agua:
- Se evitará instalar sistemas de aspiración tipo venturi para recolección de residuos líquidos, en su lugar se utilizarán sistemas de esterilización en seco o sistemas de recirculación de agua adaptable. En edificios existentes se procurará ir sustituyendo los sistemas tipo venturi para coleccionar residuos líquidos.
  - Se instalarán filtros en las autoclaves para optimizar su uso y para disminuir la descarga de sales al drenaje. Se procurará utilizar las autoclaves con carga llena.
  - En campanas de extracción se procurará utilizar sistemas secos (sin trampas de agua). Si utilizan agua, se debe ajustar el flujo a consumo mínimo.
  - Para filtración, se optará por utilizar desionización a través de resinas. Si se elige ósmosis inversa, debe procurarse escoger el equipo con un rechazo mínimo de vapor de agua.
  - Para lavado de material, utilizar lavadoras y operarlas con carga llena. En caso de no ser posible, colocar economizadores de agua en las tarjas y en la opera-

ción de lavado enjabonar todo el material con la llave de agua cerrada y enjuagarlo todo de una sola vez.

- En lo posible sustituir cuartos de fotografía con equipos que generan negativos e impresiones en papel, por unidades de imágenes digitales.
- Para máquinas de hielo:
  - Se deberá utilizar equipo de enfriamiento a base de aire o aislamiento térmico o reutilizar el agua del deshielo.
  - Se deberá hacer una estimación del volumen necesario de hielo, y se adquirirán equipos de poca capacidad con sistemas de recirculación de agua.

l) Cisternas:

- Su diseño debe cumplir con lo establecido en el punto 2.2.1 Cisternas, de las DMIHS, entre otras disposiciones se deberán considerar las siguientes:
  - Deben ser completamente impermeables, contar con registro de cierre hermético, y con un recolector de sedimentos.
  - Deben ubicarse lo más cerca posible al equipo de bombeo, evitando el contacto con aguas freáticas y con cualquier otra fuente de contaminación, como redes de alcantarillado, fosas sépticas, o sistemas de tratamiento, manteniendo una distancia no menor a 5 metros.
  - No deben ser muy profundas.
  - La succión del equipo de bombeo y la descarga de la línea de llenado no deben estar en un mismo lado, para eliminar posibles turbulencias en el equipo de bombeo y recircular el agua de la cisterna
  - Debe considerarse un cárcamo de succión para el máximo aprovechamiento de la capacidad de la cisterna.
  - El piso de la cisterna debe tener una pendiente del 1% contraria a la succión para evitar acumulación de arenas en el cárcamo.
- Se deberán monitorear cada seis meses con el fin de detectar fugas en su interior.

m) Se deberá monitorear de forma continua la calidad del agua, misma que debe cumplir con establecido en las siguientes normas:

- [NOM-127-SSA1 vigente.](#)
- [NOM-179-SSA1 vigente.](#)
- [NOM-230-SSA1 vigente.](#)

### 12.3. Agua caliente

En el diseño y construcción de obras nuevas, ampliaciones y reacondicionamientos que tengan demanda de agua caliente, se observarán las siguientes disposiciones:

- a) En obras nuevas y ampliaciones que reúnan las condiciones requeridas, el proyecto deberá prever la instalación de un sistema térmico de agua caliente, conforme a lo establecido en [11.2. Sistema térmico solar para calentamiento de agua](#), de este documento
- b) Para lograr el mejor funcionamiento del sistema de agua caliente, éste dispondrá de los siguientes elementos de control:
  - Medidor de temperatura de entrada del agua caliente a la red.
  - Válvula liberadora de presión.
- c) El sistema deberá considerar una red de retorno de agua caliente, cuando por la longitud de la red de distribución principal lo amerite.

### 12.4. Aguas residuales

Los edificios dispondrán de un sistema adecuado para eliminar las aguas residuales sin contaminar el medio ambiente, cumpliendo con lo dispuesto en el Capítulo 3 Instalaciones Sanitarias de las DMIHS, y observando en particular las siguientes disposiciones:

- a) En obras nuevas, se instalará de preferencia una planta de tratamiento de aguas residuales, conforme a lo dispuesto en el punto 12.4.1.
- b) La red de aguas pluviales deberá diseñarse separada de la red de aguas residuales. Su manejo será conforme a lo dispuesto en el punto 12.5.
- c) En laboratorios donde se manejen residuos peligrosos, éstos recibirán un tratamiento previo al vertido a la red de drenaje del edificio, conforme al procedimiento autorizado por la DGOC.
- d) En edificaciones que contemplen cocinas o barras de alimentos deberán instalarse trampas de grasa.
- e) En edificaciones con laboratorios, clínicas y hospitales el proyecto deberá considerar lo siguiente:
  - Cuando se vayan a desechar grasas y aceites se deberán instalar interceptores, previo a la descarga y conexión al colector general.
  - Cuando se vayan a manejar sustancias peligrosas, se deberán prever las instalaciones necesarias para el manejo de residuos peligrosos, conforme a la [NOM-052-SE-MARNAT](#) y la [NOM-087-ECOL-SSA1](#).

- f) Las aguas residuales tendrán los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales a los sistemas de alcantarillado público que establece la [NOM-002-ECOL](#) vigente.

#### 12.4.1. Agua tratada

- En nuevos campus o edificaciones se instalarán plantas de tratamiento de aguas residuales, que garanticen la calidad del agua que se obtenga.
- El agua tratada podrá utilizarse para riego o para la alimentación de servicios sanitarios.
- Las salidas de agua tratada, deberán estar señalizadas de tal manera que se evite el consumo humano.
- Los límites máximos permisibles del contenido de contaminantes en las aguas residuales, tratadas que sean a reúso deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana [NOM-003-ECOL-1997](#) (ver Tabla IHS-3 Límites máximos permisibles de contaminantes en aguas tratadas).

Regaderas	Tipo de reúso				
	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de Helminto (h/l)	Grasas y Aceites	DBO <sub>5</sub> mg/l	SST mg/l
Servicios al público con contacto directo	240	≤1	15	20	20
Servicios al público con contacto indirecto u Ocasional	1000	≤ 5	15	30	30
<p>Notas:</p> <p><b>NMP</b> Medida de densidad poblacional (número más probable)</p> <p><b>h / l</b> Cantidad de huevos por litro</p> <p><b>DBO<sub>5</sub></b> Grado de contaminación de una muestra líquida (demanda biológica de oxígeno)</p> <p><b>SST</b> Medida de sólidos suspendidos totales</p>					

Tabla IHS-3 Límites máximos permisibles de contaminantes en aguas tratadas (NOM-003-ECOL-1997)

- e) La materia flotante debe estar ausente en el agua residual tratada, de acuerdo con la Norma Mexicana **NMX-AA-006-SCFI** vigente.

## 12.5. Agua pluvial

- a) Se deben aprovechar parte o la totalidad de las aguas pluviales en aquellos conjuntos o inmuebles en que se tengan sistemas de reutilización de aguas residuales.
- b) Dependiendo de las condiciones particulares, las aguas de lluvia podrán enviarse a:
- Una red pluvial.
  - Una planta de tratamiento, en caso de existir
  - O bien se inyectarán al subsuelo.
- c) La superficie de estacionamientos en contacto con el terreno deberá construirse con materiales que permitan la infiltración de agua de lluvia, minimizando zonas de pavimento impermeable.
- d) Para el diseño de sistemas de captación del agua de lluvia deberán tenerse en cuenta lo siguiente:
- Relación costo–beneficio.
  - Registros de precipitación pluvial de al menos 10 años en la región.
  - El uso final que se dará a esta agua será riego, servicios sanitarios, otro.

## 12.6. Riego

- a) La dotación de agua para riego de áreas verdes será de 5 l/m<sup>2</sup>.
- b) El abastecimiento de agua para riego podrá ser:
- De la red municipal de agua tratada si existe.
  - De la red de agua tratada, si existe planta de tratamiento de aguas residuales en el campus.
  - Del sistema de captación de agua de lluvia.
  - De la red de agua potable en caso de que no exista suministro de agua tratada en la zona. En este caso se deberá tener especial cuidado en utilizar únicamente la cantidad necesaria.
  - En Ciudad Universitaria se deberá consultar a la DGOC, si se cuenta con red de agua tratada en la zona y si ésta cuenta con la capacidad requerida para proporcionar el servicio.
- c) El riego podrá realizarse con manguera, conforme a lo dispuesto por las DMIHS y de acuerdo a lo siguiente:
- Las mangueras se deben instalar en válvulas de acoplamiento rápido
  - La longitud máxima de las mangueras será de 15 m.
- d) Para superficies mayores a 5,000 m<sup>2</sup> el riego será, preferentemente, mediante un sistema de aspersores, conforme a lo dispuesto por las DMIHS y de acuerdo a lo

siguiente:

- Los aspersores deben ser de impacto.
- Los aspersores se ajustarán para regar en círculo completo hasta un círculo parcial, dándoles un control completo para aplicar agua sólo donde se necesita y asegurar una cobertura de cabezal a cabezal.
- En áreas pequeñas se podrán utilizar rociadores emergentes.

## 13. Manejo de Residuos Sólidos

Este capítulo establece las condiciones mínimas que debe cumplir el diseño de las obras, para el manejo y disposición de los residuos sólidos.

### 13.1. Disposiciones de proyecto

- a) Las obras nuevas y ampliaciones deben considerar en el proyecto el Sistema de Separación de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) de la Institución, para la separación y disposición de los residuos sólidos.
- b) Toda edificación debe disponer de un espacio de acopio local, donde se ubicarán los contenedores (artesa) de residuos sólidos, tomando en cuenta lo siguiente:
  - En algunos casos, el mismo espacio puede ser utilizado por varias dependencias.
  - El proyecto debe incluir el acceso para los camiones recolectores.
- c) Las dimensiones de la artesa se determinarán con base en la capacidad de almacenamiento requerido por cada entidad o dependencia. El proyecto de este local debe ser desarrollado en conjunto con la DGOC, tomando en cuenta lo siguiente:
  - El centro de acopio será un local cerrado.
  - Deberá ser techado para evitar que la lluvia moje el material depositado. El techo podrá ser de lámina a un agua o el que apruebe la DGOC.
  - Deberá tener ventilación cruzada.
  - El piso deberá ser una superficie lisa, impermeable y de fácil limpieza.
- d) EL proyecto deberá contemplar la señalización de la artesa, de los contenedores y la propia del edificio conforme al RSU.
- e) En edificios existentes el programa de RSU se irá incorporando paulatinamente.

## 14. Sistema de Control Automatizado

Los sistemas de control automatizado en las edificaciones, tienen por objeto mejorar la eficiencia de los procesos que consumen energía, reduciendo costos de operación y facilitando su mantenimiento, así como supervisar la operación de las distintas instalaciones del edificio, para verificar que se cumplan las metas establecidas en el proyecto y detectar posibles desviaciones.

Sin embargo por su costo sumamente elevado, la utilización de estos sistemas actualmente se restringe a edificios de gran magnitud, que requieren de un gran consumo de energía.

No obstante lo anterior, no puede descartarse su implementación en las edificaciones de la institución, por lo que su uso quedará sujeto a las siguientes disposiciones.

- a) Cuando se considere la posibilidad de instalar un sistema de este tipo en un edificio, paralelo al desarrollo del proyecto se realizarán estudios de factibilidad técnica y financiera, así como estudios de costo beneficio.
- b) Su implementación quedará sujeta a la autorización de la DGOC.
- c) Entre los componentes de control que se recomienda instalar en los edificios, se mencionan los siguientes:
  - Control de iluminación.
    - Encendido y apagado programado para horas hábiles, tomando en cuenta los espacios que por razones de seguridad deben quedar iluminados.
    - En áreas exteriores el control será por medio de fotoceldas.
    - En circulaciones y sanitarios se podrán instalar sensores de presencia, conforme a lo indicado en el punto [7.4.2.3.f. Iluminación artificial](#), de este documento.
  - Control central del sistema de ventilación o de aire acondicionado.
    - Encendido y apagado programado para horas hábiles,
  - Sistema de voz y datos.
  - Sistema de circuito cerrado de TV.
  - Sistema de control de accesos.
  - Sistema de gestión de energía.
- d) Los distintos componentes del sistema se integrarán bajo un mismo protocolo.
- e) Previo a la entrega de la obra el contratista proporcionará a la DGOC y/o a la dependencia:
  - Garantías de los equipos y del sistema.
  - Manuales de operación y funcionamiento del sistema y sus equipos.
  - Programa de monitoreo del sistema.
  - Programa de mantenimiento preventivo.
- f) El contratista capacitará al personal de la dependencia, para asegurar el correcto funcionamiento del sistema.
- g) La puesta en marcha del sistema se realizará conjuntamente por personal de la empresa contratista y el personal de la dependencia encargado de la operación de los equipos. Este acto deberá ser avalado por la DGOC y el personal directivo y/o administrativo de la dependencia.

- h) Durante la etapa de operación de la edificación, la dependencia se asegurará de llevar a cabo los programas de monitoreo y mantenimiento para el correcto funcionamiento del sistema.

# ANEXOS

## **ANEXO 1**

### **Información mínima de estudio de impacto ambiental**

#### **Retorno (9.3.i.) (índice Anexos)**

La información que deberá contener un estudio de impacto ambiental, deberá sujetarse a lo dispuesto en la normatividad aplicable en la entidad de que se trate y según el tipo de obra o actividad a realizar.

Sin perjuicio de lo anterior, la información mínima a contener por un estudio de impacto ambiental será de acuerdo a lo siguiente:

- a) Datos generales.
  - Nombre de la institución como sigue: *“Universidad Nacional Autónoma de México”*, así como el nombre de la Dependencia o Entidad de que se trate.
  - Nacionalidad.
  - Domicilio para oír y recibir notificaciones por parte de la UNAM, así como datos de contacto (teléfono, correo electrónico). Estos datos serán indicados al prestador de servicios por la DGOC y/o la dependencia facultada para contratar servicios relacionados con la obra.
  - Nombre, domicilio para oír y recibir notificaciones, y datos de contacto (teléfono, correo electrónico) del prestador de servicios que llevará a cabo el procedimiento. El prestador de servicios deberá presentar original y copia de la cédula profesional y/o certificación en la materia.
  - Autorización de uso del suelo del predio.
  
- b) Descripción de la obra o actividad.
  - Selección del sitio.
  - Superficie de terreno requerida tratándose de una obra a ejecutar.
  - Descripción pormenorizada de la obra o actividad a realizar.
  - Descripción de los materiales a emplear en la obra o actividad proyectada, y los que en su caso se generen por dicha obra o actividad (emisiones a la atmósfera, descargas de aguas residuales, tipo de residuos y procedimientos para su disposición final).
  - Monto de la inversión y porcentaje de ésta que será destinado para medidas de prevención, mitigación y/o compensación.
  - Programa calendarizado para la ejecución de la obra o actividad.
  - Programa para el manejo de residuos de construcción y/o demolición, según sea el caso.
  - Programa para el manejo de residuos sólidos en la etapa de operación de la obra.
  
- c) Aspectos generales del medio natural y socioeconómico del sitio, así como la delimitación y justificación del área de influencia del proyecto.

- d) Vinculación con la normatividad aplicable sobre el uso del suelo.
- e) Identificación de impactos ambientales.
- Identificación y descripción de los posibles impactos ambientales que ocasionará la ejecución de la obra o actividad por realizar.
  - Medidas de prevención, mitigación y/o compensación por etapa, en caso de ser requeridas.

## ANEXO 2

### Análisis para envoltorio de Edificios

[Retorno a \(10.1.d.\) \(índice Anexos\)](#)

#### 1.1. ENVOLVENTE DEL EDIFICIO

El análisis que se presenta, compara la ganancia de calor de un proyecto de edificio, con otro que se denomina de referencia. Para que sea aceptable el proyecto, es necesario que su ganancia de calor sea menor o igual a la del edificio de referencia.

##### 1.1.1. Definiciones

**Barrera de vapor.** Es un elemento que proporciona resistencia a la transmisión de vapor de agua en forma continua, sobre la totalidad de la superficie del muro o techo.

**Clasificación.** Es conveniente seguir la clasificación con respecto a las partes que conforman la envoltorio del edificio, en la tabla siguiente:

Componente	Ángulo de la normal a la superficie externa con la vertical	Partes
Techo	de 0° a 45°	Opaca, Transparente
Muro	90°	Opaca, Transparente
Superficie inferior	180°	Opaca, Transparente
Piso	180°	Opaca

**Coefficiente de transferencia de calor.** Mide la facilidad que tiene un material para dejar pasar el calor de una superficie externa a otra interna. El flujo se establece de la zona con temperatura más alta a la de temperatura más baja. Es la cantidad de energía que pasa a través de una unidad de superficie de un elemento constructivo, cuando entre sus caras externas existe un gradiente térmico unitario.

**Conductividad térmica.** Es la propiedad de los materiales que mide su capacidad para transmitir el calor. Mide la cantidad de energía que pasa a través de un material de espesor unitario cuando entre sus caras externas existe un gradiente térmico unitario.

**Coefficiente de sombreado.** Es la relación del calor de radiación que se gana en un hueco de la envoltorio con un vidrio específico y el que se gana a través de un vidrio transparente de 3mm.

**Componentes.** Son los elementos que conforman la envoltorio de un edificio, como muros de diferentes características, huecos y puentes térmicos o elementos de transición.  
**Demanda energética.** Es la energía necesaria para mantener el interior del edificio en condiciones aceptables para los usuarios.

**Edificio de referencia.** Es un edificio idealizado que tiene las mismas características geométricas y de orientación que el edificio proyectado. Sirve como referencia para determinar si el proyecto cumple con las condiciones recomendables de ahorro energético.

**Envolvente.** Superficie de la construcción que la limita con el exterior, ya sea suelo o aire. Factor solar. Es el cociente entre la radiación solar que penetra al edificio, a través de una ventana y la que se introduciría si el hueco fuera perfectamente transparente.

**Hueco.** Es cualquier elemento semitransparente de la envolvente del edificio. Comprende las ventanas y puertas con cristales.

**Muro ligero.** Está formado por tableros de espesor máximo de 2.5 cm. El espacio interior es hueco o está ocupado por un relleno térmico.

**Muro masivo.** Está formado por un solo material con espesor mínimo de 10 cm.

**Puente térmico.** Son las zonas de la envolvente del edificio en las que se manifiesta una discontinuidad, ya sea por cambio de espesor o de los materiales empleados. Entre los más comunes se mencionan los siguientes:

- Elementos de la estructura integrados a la envolvente.
- Presencia de huecos, ventanas, puertas y tragaluces.
- Zonas de materiales con diferentes características térmicas.

**Temperatura exterior equivalente (te).** Es la temperatura exterior promedio que se estima durante el periodo de uso de sistemas de enfriamiento ambiental.

**Watt (W).** Es la unidad de medida que se utiliza para medir la pérdida o ganancia energética de un edificio.

### 1.1.2. Demanda energética:

1.1.2.1. El presente análisis se aplicará a construcciones nuevas y a la rehabilitación de edificios con una superficie construida superior a 5,000 m<sup>2</sup>.

Se excluyen de su aplicación los siguientes edificios:

- Los que se encuentran dentro de los límites del Campus Central de Ciudad Universitaria.
- Los que se encuentran catalogados por el Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Construcciones provisionales.

1.1.2.2. La demanda energética de las construcciones, se regulará de acuerdo con estos criterios, comparando la ganancia de calor del proyecto propuesto con la del edificio de referencia.

1.1.2.3. La ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, debe ser menor o igual a la ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia.

1.1.2.4. Para disminuir la demanda energética, es importante buscar una orientación favorable del edificio.

1.1.2.5. El edificio de referencia, es aquel que conservando la misma orientación, colindancias y dimensiones del edificio proyectado, incluye las siguientes condiciones:

Elemento	Porcentaje del área total %	Coficiente global de transferencia de calor K (W/m <sup>2</sup> .K)	Coficiente de sombreado CS
Opaco	95	Ver tabla 1	0
Transparente	5	5.952	0.85
Opaco	60	Ver tabla 1	0
Transparente	40	5.319	1
Colindancia	100	Ver tabla 1	0

1.1.2.6. La ganancia de calor a través de la envolvente, tanto del edificio de referencia como la del proyectado, es la suma de la ganancia de calor por conducción a través de las partes opacas, más la ganancia de calor por radiación solar a través de las partes transparentes.

1.1.3.1. La ganancia de calor a través de la envolvente del edificio proyectado, es la suma de la ganancia de calor por conducción a través de las partes opacas, más la ganancia de calor por radiación solar a través de las partes transparentes, considerando en el análisis los materiales incluidos en el proyecto.

1.1.3.2. La ganancia de calor por conducción es la que pasa a través de cada componente de la envolvente, de acuerdo con su orientación y superficie. Se calcula por medio de la siguiente expresión:

$$G_c = K A (t_e - t)$$

En donde:

**G<sub>c</sub>** = Ganancia de calor por conducción para una componente de la envolvente, con una orientación determinada (W).

**K** = Coeficiente global de transferencia de calor (W/m<sup>2</sup> K). Aunque la variable “K” se refiere a “Kelvin”, puede usarse grados “Celsius”, ya que tienen el mismo valor.

**A** = Área de la componente con la orientación que tiene en el proyecto (m<sup>2</sup>)

**t<sub>e</sub>** = Temperatura exterior promedio para una orientación dada en grados Celsius (Tabla 1).

**t** = Temperatura interior de la construcción que se puede considerar igual a 25° C.

Se supone que la parte de la envolvente en contacto con el suelo tiene una ganancia de calor de cero.

1.1.3.3. La ganancia de calor por radiación solar, a través de cada una de las partes transparentes de la envolvente, se calcula aplicando la fórmula:

$$G_r = A C_s \cdot FG \cdot S_e$$

En donde:

**A** = Área de la porción transparente (m<sup>2</sup>).

**C<sub>s</sub>** = Coeficiente de sombreado del vidrio de cada porción transparente que generalmente es proporcionado por el fabricante. Valor adimensional entre 0 y 1.

**FG** = Factor de ganancia de calor solar por orientación (Tabla 1) en W/m<sup>2</sup>.

**S<sub>e</sub>** = Factor de corrección por sombreado exterior para cada porción transparente (Tabla 2).

Valor adimensional entre 0 y 1.

#### 1.1.4. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor para un elemento de la envolvente del edificio proyectado.

1.1.4.1. El coeficiente global de transferencia de calor (K) para un muro formado por varias capas de materiales de distintas características, se calcula como sigue:

$$K = 1/M$$

En donde:

**K** = Coeficiente global de transferencia de calor para una parte de la envolvente de la construcción.

**M** = Aislamiento Térmico total de una porción de la envolvente del edificio de superficie a superficie (m<sup>2</sup> K /W)

El aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio formado con capas técnicamente homogéneas y perpendiculares al flujo del calor, se calcula mediante la siguiente expresión aplicada:

$$M = 1/h_i + 1/h_e + I/\lambda_1 + I/\lambda_n$$

En donde:

**h<sub>i</sub>** = Conductancia superficial interior (W/m<sup>2</sup> K). Su valor es 8.1 para superficies verticales, 9.4 para superficies horizontales con flujo de calor hacia arriba (del piso hacia el aire interior o del aire interior hacia el techo) y 6.6 para superficies horizontales con flujo de calor hacia abajo (del techo al aire interior o del aire interior al piso).

**h<sub>e</sub>** = Conductancia de la superficie exterior. Se utiliza el valor de 13, (W/m<sup>2</sup> K)

**I** = Espesor de la capa (m)

$\lambda$  = Coeficiente de conductividad térmica de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente (W m/ K). (Tabla 3).

Cuando se tengan capas no homogéneas de material, se analizará la capa considerando el porcentaje de participación de cada componente.

### 1.1.5. Ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia

1.1.5.1. El edificio de referencia tiene la misma orientación y las mismas características geométricas que la envolvente del edificio proyectado, sin embargo varía la proporción entre la zona opaca y la transparente y se supone que los materiales tienen características ideales en lo referente a transferencia de calor. Al igual que en el caso anterior, la ganancia de calor a través de la envolvente, es la suma de la ganancia de calor por conducción a través de las partes opacas, más la ganancia de calor por radiación solar a través de las partes transparentes.

1.1.5.2. La ganancia de calor por conducción, es la suma de las correspondientes a cada una de las componentes de la envolvente, de acuerdo con su orientación y superficie. Para calcularla se aplica la siguiente expresión para cada componente:

$$G_c = K A (t_e - t)$$

En donde:

**G<sub>c</sub>** = Ganancia de calor por conducción para una componente de la envolvente, con una orientación determinada (W).

**K** = Coeficiente global de transferencia de calor (W/m<sup>2</sup> K). (Tabla 1).

**A** = Área de la componente con la orientación que tiene en el proyecto (m<sup>2</sup>)

**T<sub>e</sub>** = Temperatura exterior promedio para una orientación dada en grados “C” (Tabla 1).

**t** = Temperatura interior de la construcción que se puede considerar igual a 25° C.

Para las partes opacas de los muros del edificio de referencia, se deben utilizar las temperaturas correspondientes a muro masivo (Tabla 1).

1.1.5.3. La ganancia de calor por radiación para la envolvente del edificio de referencia se calcula con la fórmula:

$$G_r = A \cdot C_s \cdot FG \cdot S_e$$

En donde:

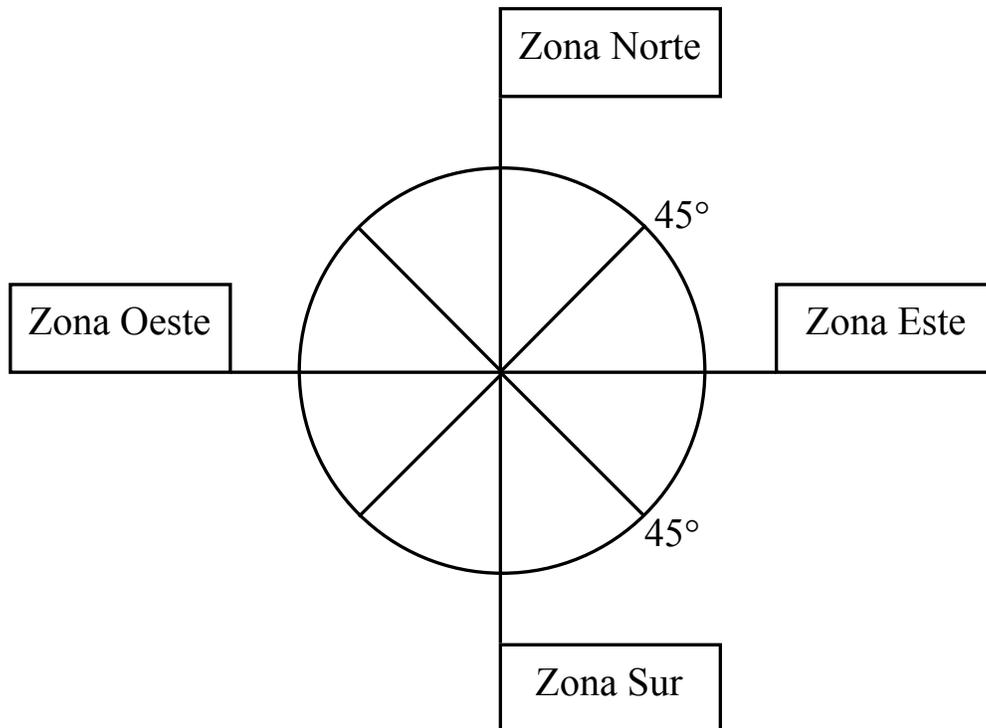
**A** = Área de la parte transparente de la envolvente (m<sup>2</sup>).

**C<sub>s</sub>** = Coeficiente de sombreado del vidrio en el edificio de referencia con valor adimensional de 0.85 para el techo y 1.0 para los muros.

**FG** = Ganancia de calor solar por orientación (Tabla 1).

**Se** = Factor de corrección por sombreado exterior para cada porción transparente (Tabla 2).  
Valor adimensional entre 0 y 1.

1.1.5.4. Debido a que la ganancia de calor a través de los muros varía con la orientación, se suponen las siguientes zonas:



1.1.5.5. El balance final, se obtendrá como la diferencia entre la ganancia de calor en el edificio de referencia y la del edificio proyectado. En caso de que la ganancia de calor del edificio proyectado sea mayor que la del edificio de referencia, habrá que hacer los ajustes necesarios en el proyecto, hasta que por lo menos sean iguales, en cuyo caso se considera que se ha cumplido con la norma.

A partir de las tablas 1 y 2, se obtienen los parámetros que se requieren para obtener las ganancias de calor en el edificio de referencia.

**Tabla 1. Valores para el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente (edificio de referencia)**

Lugar	Ciudad	Construcción												Bastidión				Sector Clima módulo							
		Obras						Terminadas						Terminadas											
		Cobertura en techo (m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup> )		Temperatura equivalente (T <sub>eq</sub> )										Carga térmica equivalente (Q <sub>teq</sub> )											
		Techo	Pared	Superficie m <sup>2</sup>	T <sub>ext</sub>	Módulo Sur					Módulo Norte					Cargas F módulo	Inclinao								
1	2					3	4	5	6	7	8	9	10	1	2		3	4							
Agua Caliente	Reynosa	0.05	2.200	26	30	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	
Cuapetlan	Cuapetlan	0.05	1.500	31	14	31	15	32	16	33	17	34	18	35	19	36	20	37	21	38	22	39	23	40	81
Chihuahua	Chihuahua	0.05	2.000	27	13	27	14	28	15	29	16	30	17	31	18	32	19	33	20	34	21	35	22	36	
Guadalupe	León	0.05	2.000	27	17	25	18	26	19	27	20	28	21	29	22	30	23	31	24	32	25	33	26	34	
Mérida	Mérida	0.05	2.000	25	11	19	12	20	13	21	14	22	15	23	16	24	17	25	18	26	19	27	20	28	
Monterrey	Guadalupe	0.05	2.21	28	31	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	
Querétaro	Querétaro	0.05	2.200	27	31	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	42	44	46	
Quintana Roo	Cancún	0.055	1.500	31	14	32	15	33	16	34	17	35	18	36	19	37	20	38	21	39	22	40	23	41	
Shushuá	Mazatlán	0.053	1.750	30	14	30	15	31	16	32	17	33	18	34	19	35	20	36	21	37	22	38	23	39	
Yucatán	Progreso	0.057	1.541	30	14	30	15	31	16	32	17	33	18	34	19	35	20	36	21	37	22	38	23	39	11

**Tablas 2a y 2b. Factores de corrección de sombreado para ventanas de fachada**

En el caso de una ventana con parteluces, el valor del coeficiente de sombreado del vidrio (Cs), se afectará del factor de corrección (Se), que corresponda según la siguiente tabla.

**Tabla 2a. Factor de corrección (se) para parteluces horizontales**

Ángulo de inclinación del plano del parteluz con respecto a la normal de la fachada			
Orientación	0	30°	60°
Sur	0.49	0.42	0.26
Sureste / Suroeste	0.54	0.44	0.26
Este / Oeste	0.57	0.45	0.27

**Tabla 2b. Factor de corrección (Se) para parteluces verticales**

Ángulo de inclinación del plano del parteluz con respecto a la normal de la fachada							
Orientación	-60°	-45°	-30°	0	30°	45°	60°
Sur	0.37	0.44	0.49	0.53	0.47	0.41	0.32
Sureste	0.46	0.53	0.56	0.56	0.47	0.40	
Este	0.39	0.47	0.54	0.63	0.55	0.45	0.32
Oeste	0.44	0.52	0.58	0.63	0.50	0.41	0.29
Suroeste	0.38	0.44				0.48	

Si la ventana se encuentra remetida con respecto al plano de la fachada, se podrá afectar el valor del coeficiente de sombreado del vidrio ( $C_s$ ), por el factor de corrección por sombreado exterior ( $S_e$ ) que contiene la siguiente tabla, aplicable para la Ciudad de México:

**Tabla 2c. Factores de corrección ( $S_e$ ) para ventanas remetidas**

Ventana al Norte (Se)						
Remetimiento / Altura ventana	Ancho/altura					
	0.5	1	2	4	6	≥ 8
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.69	0.83	0.86	0.89	0.90	0.91
0.2	0.57	0.68	0.72	0.78	0.83	0.84
0.3	0.45	0.61	0.87	0.72	0.74	0.78
0.4	0.38	0.56	0.79	0.67	0.70	0.73
0.5	0.29	0.52	0.75	0.75	0.65	0.67

Ventana al Este y Oeste (Se)						
Remetimiento / Altura ventana	Ancho/altura					
	0.5	1	2	4	6	≥ 8
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.78	0.87	0.91	0.91	0.92	0.92
0.2	0.64	0.73	0.80	0.82	0.85	0.85
0.3	0.51	0.63	0.72	0.76	0.76	0.79
0.4	0.42	0.56	0.63	0.70	0.71	0.72
0.5	0.32	0.50	0.58	0.65	0.66	0.66

Ventana al Sur (Se)						
Remetimiento / Altura ventana	Ancho/altura					
	0.5	1	2	4	6	≥ 8
0	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.1	0.72	0.83	0.89	1.04	0.85	0.87
0.2	0.55	0.67	0.76	0.91	0.80	0.74
0.3	0.40	0.56	0.67	0.82	0.75	0.71
0.4	0.31	0.48	0.58	0.75	0.69	0.68
0.5	0.21	0.41	0.52	0.68	0.63	0.61

**Tabla 3. Valores de conductividad y aislamiento térmico de diversos materiales**

Material		Conductividad $\lambda$ W / m K	Aislamiento térmico M m <sup>2</sup> K / W
<b>Material resistente</b>			
<b>Tabique rojo recocido común</b>			
• Al exterior	2,000	0.872	- - -
• Con recubrimiento impermeable por fuera	2,000	0.872	- - -
• Al interior	2,000	0.768	- - -
<b>Tabique de barro extruido</b>			
• Sólido vidriado p/acabado exterior	2,050	1,282	- - -
• Bloque hueco vertical, (60 a 67% sólido)	2,050	0.998	- - -
<b>Tabique ligero</b>			
• Densidad	1,600	0.698	- - -
• Densidad	1,400	0.582	- - -
• Densidad	1,200	0.523	- - -
• Densidad	1,000	0.407	- - -
<b>Bloque de concreto celular curado c/autoclave</b>			
• Densidad	500	0.190	- - -
• Densidad	600	0.210	- - -
<b>Bloque de concreto</b>			
• 20 cm de espesor, 2 o 3 huecos	1,700	- - -	0.180

### Concreto

• Armado	2,300	1,740	- - -
• Simple al exterior	2,200	1,280	- - -
• Ligero al exterior	1,250	0.698	- - -
• Ligero al exterior	1,250	0.582	- - -

### Mortero

• Cemento-Arena	2,000	0.630	- - -
			- - -

### Piedra

• Caliza	2,180	1,400	- - -
• Granito basalto	2,600	2,500	- - -
• Mármol	2,500	2,000	- - -
• Arenisca	2,000	1,300	- - -

### Madera

• Viruta aglutinada (tipo pamacon)	700	0.163	- - -
• Blanda	610	0.130	- - -
• Dura	700	0.150	- - -

### Madera (humedad 12%)

• Pino	663	0.162	- - -
• Cedro	505	0.130	- - -
• Roble	753	0.180	- - -
• Fresno	674	0.164	- - -

### Vidrio

• Sencillo	2,200	0.930	- - -
• Sencillo	2,700	1,160	- - -

### Metales

• Aluminio	2,700	204.0	- - -
• Cobre	8,900	372.2	- - -
• Acero y fierro	7,800	52.3	- - -

### Material de recubrimiento

<b>Tablero de triplay</b>	- - -	0.115	- - -
• Espesor 0.64 cm	- - -	- - -	0.055
• Espesor 0.96	- - -	- - -	0.083
• Espesor 1.27 cm	- - -	- - -	0.110
• Espesor 1.60 cm	- - -	- - -	0.137
• Espesor 1.90 cm	- - -	- - -	0.165

### Tablero de yeso

• Espesor 0.96	- - -	- - -	0.057
• Espesor 1.27 cm	- - -	- - -	0.083
• Espesor 1.69 cm	- - -	- - -	0.110

### Aplanados

• Yeso	800	0.372	- - -
• Mortero de cal al exterior	- - -	0.872	- - -
• Mortero de cal al interior	- - -	0.698	- - -

### Rellenos

• Tierra, arena o grava expuesta a lluvia	- - -	2,326	- - -
• Terrados secos en azoteas	- - -	0.582	- - -
• Tezontle	- - -	0.186	- - -
• Arena seca, limpia	1,700	0.407	- - -

### Placas

• Fibracel	1,000	0.128	- - -
------------	-------	-------	-------

### Azulejos y mosaicos

• Ladrillo exterior	- - -	0.872	- - -
• Ladrillo con recubrimiento impermeable al exterior	- - -	0.768	- - -

### Material de aislamiento

Los valores utilizados para los materiales aislantes deben estar certificados de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana NOM-018-ENER-2001, relativa a la eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales vigente.

### Membranas impermeabilizantes

• Membranas bituminosas	1,127	0.170	- - -
• Asfaltos bituminosos	1,050	0.174	- - -
•			

## 1.1.6. FORMATO PARA CALCULAR LA DEMANDA ENERGÉTICA

A continuación, se incluyen los formatos para calcular la demanda energética de un edificio, indicando la información que se requiere:

1.1.6.1. Información general sobre el edificio.

1.1.6.2. Parámetros para el cálculo de la ganancia de calor a través de la envolvente. Estos valores se obtienen de la información contenida en las tablas anteriores.

1.1.6.3. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las distintas porciones



**1.3. Coeficiente de transferencia de calor “K” del edificio de referencia (W/m<sup>2</sup> K) (Tabla 1)**

Techo  Muro

Tragaluz y domo  Ventana

**1.4. Factor de ganancia de calor solar, “FG” (w/m<sup>2</sup>), por radiación en áreas transparentes (Tabla 1)**

Tragaluz y Domo	
Norte	
Este	
Sur	
Oeste	

**1.5. Barrera para vapor (Tabla 1)**

Si  No

**1.6. Factor de corrección de sombreado exterior (Se)**

Número	1 Parteluz vertical	2 Parteluz horizontal	3 Remetimiento
Ángulo de inclinación			
Orientación:			
Sur			
Sureste			
Este			
Oeste			

Se aumentarán las columnas que sean necesarias en caso de que en el edificio proyectado se presenten otros tipos de sombreado.

**2. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las porciones de la envolvente del edificio proyectado. (Los valores se obtienen de la tabla 3)**

*(Háganse tantas hojas como porciones diferentes de la envolvente se tengan)*

Descripción de la porción  Número (\*)

Componente de la envolvente      Techo  Muro

\* Dar un número consecutivo (1,2...N) que se aplicará en el punto 3.3.1.

Material (**)	Espesor, l (m)	Conductividad Térmica, $\lambda$ (W/m K) (***)	M Aislamiento Térmico (l / $\lambda$ )(m <sup>2</sup> K/W)
Convección exterior (****)	1.0		
Convección interior (****)	1.0		

Para obtener el aislamiento térmico total, se debe sumar el valor de M de todos los materiales más la convección exterior e interior.

Fórmula  $M = \sum M$   m<sup>2</sup> K/W

Coefficiente global de transferencia de calor de la porción analizada en esta hoja. Este valor se utilizará en el punto 3.3.1. de este anexo

Fórmula  $K = 1/M$  K  W/m<sup>2</sup> K

- \*\* Anotar los materiales que forman la porción homogénea. Por ejemplo, en un muro estructurado formado por: tabique repellado en la superficie exterior y yeso en el interior, se deben anotar los tres materiales.
- \*\*\* Para los materiales se utilizan los valores  $\lambda$  de la tabla 3, o los proporcionados por los fabricantes.
- \*\*\*\* Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de  $\lambda$ , calculados de acuerdo a lo que se ha mencionado anteriormente.

### 3. Cálculo Comparativo de la Ganancia de Calor

#### 3.1.- Datos Generales:

Temperatura interior (t) 25°C

#### 3.2.- Edificio de referencia

##### 3.2.1.- Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes) del edificio de referencia

$$G_c = \sum [ K A (t_e - t) ]$$

En la siguiente tabla, las sumas para obtener las ganancias de calor deben ser algebraicas.

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coefficiente Global de Transferencia de Calor $K=(W/m^2 K)$	Área de la componente del edificio proyectado [ A ] ( $m^2$ )	Fracción de la Componente [ F ]	Temperatura equivalente (K) [ te ]	Ganancia por conducción $G_c$ (*) [ $K \times A \times F \times (te-t)$ ]
Techo			0.95		
Tragaluz domo			0.05		
Muro norte			0.60		
Ventana norte			0.40		
Muro este			0.60		
Ventana este			0.40		
Muron Sur			0.60		
Ventana sur			0.40		
Muro oeste			0.60		
Ventana oeste			0.40		
SUBTOTAL					

### 3.2.2. Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$Gr = \Sigma [ A Cs FG Se ]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coefficiente de Sombreado (Cs)	Área del edificio proyectado ( $m^2$ ) [ A ]	Fracción de la Componente [ F ]	Ganancia de Calor (W/m2) [ FG ]	Ganancia por Radiación $G_r$ [ $CS \times A \times F \times FG$ ]
Tragaluz domo	0.85		0.05		
Ventana norte	1.00		0.40		
Ventana este	1.00		0.40		
Ventana sur	1.00		0.40		
Ventana oeste	1.00		0.40		
SUBTOTAL					

### 3.3. Edificio proyectado

#### 3.3.1. Ganancia por conducción (partes opacas y transparentes) del edificio proyectado

$$G_c = A K F (te-t)$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente Global de Transferencia de Calor $K=(W/m^2 K)$		Área (m <sup>2</sup> ) [A]	Temperatura Equivalente (°C) [te]	Ganancia por conducción $G_c (*)$ [ $K_x A_x F_x (t_e - t)$ ]
	Número de la Porción**	Valor Calculado (W/m <sup>2</sup> K)***			
				0.95	
				0.05	
				0.60	
				0.40	
				0.60	
				0.40	
				0.60	
				0.40	
				0.60	
				0.40	
				0.60	
				0.40	
				Subtotal [1]	
				Subtotal [2]	
				Subtotal [3]	
<b>Total (suma parciales)*****</b>					

- \* Abreviar considerando la siguiente numeración: 1 techo, 2 tragaluz, 3 domo, 4 muro y 5 ventana; y como orientación: 1 techo, 2 norte, 3 este, 4 sur, 5 oeste y 6 superficie inferior. Por ejemplo "4.2" corresponde a un muro con la orientación norte.
- \*\* Número consecutivo asignado anteriormente en el punto 2:
- \*\*\* Valor obtenido anteriormente en el punto 2.
- \*\*\*\* Si los valores son negativos significan una bonificación por lo que deben sumar algebraicamente.
- \*\*\*\*\* Cuando el número de porciones de la envolvente sea mayor a las permitidas en una hoja, utilice el subtotal 1 para la primera hoja, y así sucesivamente.

### 3.3.2. Ganancia por radiación (partes transparentes) $G_r = \sum [A C_s F_G S_e]$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Material (**)	Coeficiente de Sombreado (Cs)	Área (m <sup>2</sup> ) [A]	Ganancia de Calor [FG] (W/m <sup>2</sup> )	Factor de Sombreado (***) Exterior [Se] Valor/Número	Ganancia por Radiación Gr [ Cs xA xF Gx Se ]
<b>SUMA</b>						

- \* Abreviar considerando la siguiente numeración: 1 tragaluz, 2 domo y 3 ventana y como orientación: 1 techo, 2 norte, 2 este, 4 sur y 5 oeste. Por ejemplo 3.5 corresponde a una ventana en la orientación oeste.
- \*\* Especifique la característica del material, por ejemplo: claro, entintado, etc.
- \*\*\* Si la ventana tiene sombreado el número y el "SE" se obtienen del apartado 1.6 del presente formato. Si la ventana no tiene sombreado se deja en blanco el espacio para el número y el valor de "SE" es de 1.0.

#### 4.- Resumen

##### 4.1. Ganancia energética

	<b>Ganancia por Conducción (W)</b>	<b>Ganancia por Radiación (W)</b>	<b>Ganancia Total (W)</b>
Referencia (Grc)	<input type="text"/>	(Grs) <input type="text"/>	(Gr) <input type="text"/>
Proyectado (Gpc)	<input type="text"/>	(Gpr) <input type="text"/>	(Gp) <input type="text"/>

##### 5.2 Cumplimiento

Si  $(G_r > G_p)$

No  $(G_r < G_p)$

## ANEXO 3 Recomendaciones diseño bioclimático por región

### Ret. a (10.3.1.c) (índice Anexos)

#### 1. Para clima cálido seco:

- Reducir ganancias térmicas y propiciar la ventilación nocturna.
- Proteger de los rayos del sol las ventanas con orientaciones S, E y O utilizando aleros, partesoles o árboles.
- Al exterior, el color de la azotea deberá ser blanco, con colores claros para muros.
- Se podrán emplear muros dobles en la fachada de mayor insolación.
- Al exterior se deberán especificar materiales aislantes y al interior materiales de alta capacidad de almacenamiento térmico.
- Se recomiendan techos de doble capa o techos abovedados, con un espacio intermedio donde circule el aire, e inclinados de tal manera que por la parte inferior entren los vientos dominantes.
- Propiciar la ventilación cruzada selectiva (cuando la temperatura exterior sea menor a la interior).
- Utilizar vegetación para patios circundantes. Se recomienda usar espejos o fuentes de agua en dirección de los vientos dominantes.

#### 2. Para el cálido húmedo:

- Se deberá promover la ventilación cruzada y protección solar.
- Se deberá orientar la ventilación en dirección de los vientos dominantes.
- Se deben proteger de los rayos del sol las ventanas con orientaciones S, E y O utilizando aleros, partesoles o árboles.
- Al exterior, el color de la azotea deberá ser blanco, con colores claros para muros.
- Se recomienda techos inclinados con pendiente suficiente para el desfogue pluvial.

#### 3. Para el clima templado:

- Se debe propiciar ganancias térmicas por radiación solar en invierno y evitarlas en verano.
- Al exterior, el color del techo deberá ser intermedio.
- Se sugiere colocar árboles con hoja caducifolia cerca de ventanas con orientación S y de muros con orientación O.
- Se recomiendan techos con inclinación al sur igual a la latitud del lugar para aumentar en invierno las ganancias térmicas debidas a la radiación solar.

#### 4. Para clima frío:

- Se debe propiciar ganancias térmicas por radiación solar sobre todo en invierno y evitar vientos que incidan sobre la edificación.
- Al exterior, el color del techo debe ser oscuro.
- Se recomienda ubicar espacios de poca ocupación hacia el norte; colocando doble vidrio en ventanas.
- En muros y techos es recomendable instalar un material aislante en la parte exterior del edificio.
- Se recomienda orientar las ventanas hacia el sur para favorecer las ganancias solares directas durante el invierno.

- Se debe evitar orientar las puertas y ventanas en la dirección de los vientos dominantes. Si los vientos vienen del sur se deberá procurar que las ventanas estén bien selladas.
5. En edificaciones de más de 500 m<sup>2</sup> se observará lo siguiente:
- Deberá realizarse una simulación numérica de las condiciones térmicas al interior de la edificación propuesta, para ello se sugiere utilizar software especializado como EnergyPlus o TRNSYS.
  - Así mismo se deberá verificar que en las horas de ocupación se logre condiciones de confort higrotérmico al menos durante un 70% del año.

## ANEXO 4 Ecuación por Humphreys y Nicol (2000)

Retorno a (10.3.2.e) (índice Anexos)

Ecuación por Humphreys y Nicol (2000),

$$T_c = 13.5 + 0.54T_{ma}$$

Donde  $T_{ma}$  (°C) es la temperatura exterior media mensual.

El rango de temperatura de confort está comprendido entre el límite inferior de confort  $T_{cmin} = T_c - \Delta T_c / 2$  y el límite superior de confort  $T_{cmax} = T_c + \Delta T_c / 2$ , donde la amplitud de la zona de confort  $\Delta T_c$  depende de la amplitud de la oscilación promedio de la temperatura del aire  $\Delta T_a$  de acuerdo a la Tabla 1.

Tabla 1. Amplitud de la zona de confort para diferentes amplitudes de la oscilación promedio de la temperatura (Morillón-Gálvez et al 2004, INEGI 2005).

Amplitud de la oscilación promedio de la temperatura del aire $\Delta T_a$ (°C)	Amplitud de la zona de confort $\Delta T_c$ (oC)
$\Delta T_a < 13$	2.5
$13 \leq \Delta T_a < 16$	3.0
$16 \leq \Delta T_a < 19$	3.5
$19 \leq \Delta T_a < 24$	4.0
$24 \leq \Delta T_a < 28$	4.5
$28 \leq \Delta T_a < 33$	5.0
$33 \leq \Delta T_a < 38$	5.5
$38 \leq \Delta T_a < 45$	6.0
$45 \leq \Delta T_a < 52$	6.5
$\Delta T_a < 52$	7.0