

**CRITERIOS EN MATERIA DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE EN LA
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

I N D I C E

I. INTRODUCCIÓN

II. LOCALIZACIÓN

- II.1. SELECCIÓN DEL SITIO
- II.2. PLAN RECTOR DE LA UNAM
- II.3. MOVILIDAD SUSTENTABLE
 - II.3.1. ACCESOS PEATONALES
 - II.3.2. TRANSPORTE PÚBLICO
 - II.3.3. TRANSPORTE POR BICICLETA
 - II.3.4. TRANSPORTE POR MOTOCICLETA
- II.4. CONECTIVIDAD

III. PROCESO CONSTRUCTIVO

- III.1. MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE UNA OBRA
- III.2. PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE
- III.3. MANEJO DE RESIDUOS DURANTE EL PROCESO

IV. PROYECTO ARQUITECTÓNICO

- IV.1. ESPACIOS EDUCATIVOS
- IV.2. ACCESIBILIDAD
- IV.3. ILUMINACIÓN Y VENTILACIÓN NATURAL
- IV.4. ILUMINACIÓN ARTIFICIAL
- IV.5. VENTILACIÓN ARTIFICIAL
- IV.6. SANITARIOS
- IV.7. CIRCULACIONES
- IV.8. ELEVADORES
- IV.9. RUTAS DE EVACUACIÓN
- IV.10. ESTACIONAMIENTOS
- IV.11. MATERIALES
- IV.12. ÁREAS VERDES

V. EFICIENCIA ENERGÉTICA.

- V.1 ENVOLVENTE DEL EDIFICIO
- V.2 CLIMATIZACIÓN ARTIFICIAL
- V.3 EFICIENCIA ELÉCTRICA

VI. ENERGÍAS ALTERNATIVAS.

- VI.1 SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA.

VII. USO EFICIENTE DEL AGUA

- VII.1 AGUA POTABLE
- VII.2 SISTEMA DE AGUA CALIENTE
- VII.3 AGUAS RESIDUALES
- VII.4. AGUA PLUVIAL
- VII.5. RIEGO

VIII. RESIDUOS SÓLIDOS

IX. REDUCCIÓN ACÚSTICA

X. SISTEMAS DE CONTROL

BIBLIOGRAFÍA

I. INTRODUCCIÓN

El uso eficiente de los recursos y la reducción de su impacto ambiental es una forma de alcanzar las metas del desarrollo sostenible y es por ello que el propósito de los presentes *Criterios* es convertirse en una guía rectora para el diseño y construcción de las nuevas edificaciones, así como de remodelaciones en las existentes de la UNAM, al tiempo que busca impulsar el desarrollo de la arquitectura sustentable y una cultura del ahorro, uso responsable y manejo sustentable de nuestros recursos.

Se concibe como un documento dinámico, que debe ser actualizado periódicamente, a efecto de modificar e incorporar nuevos criterios con base en nueva información y nuevos desarrollos o soluciones tecnológicas y busca fomentar la innovación y el desarrollo tecnológico en la edificación y uso de los recursos.

La elaboración de estos *Criterios en materia de construcción sustentable* ha sido posible gracias al trabajo y colaboración de investigadores e investigadoras de distintas entidades académicas de la UNAM y es un trabajo multi e interdisciplinario que suma saberes y experiencias para proponer soluciones integrales. En su elaboración han participado la Facultad de Ingeniería, el Instituto de Ingeniería, el Programa Universitario de Medio Ambiente, el Centro de Investigación en Energía en Temixco, Morelos, el Instituto de Ecología y el Programa de Manejo, Uso y Reuso de Agua en la UNAM.

En los últimos años la sociedad ha experimentado grandes consumos de energía, agua potable y recursos naturales no renovables que ocasionan un gran impacto ambiental, originado, en parte, por diversas actividades relacionadas con la construcción y que han evolucionado sin considerar los efectos nocivos que en algunos casos producen.

Actualmente, para contrarrestar esa problemática, se intenta reducir al mínimo los impactos negativos en el medio ambiente, proyectando y construyendo edificios sustentables que lo protejan.

Por construcción sustentable, se entiende aquella que garantiza el bienestar de los usuarios, al mismo tiempo que evita comprometer los recursos naturales futuros requeridos, tanto en su ejecución como en su operación, protegiendo al mismo tiempo las condiciones ambientales.

Se pretende proyectar construcciones con materiales aislantes, nuevas tecnologías para el aprovechamiento solar, diseño de la protección ambiental o bioclimática adecuada, ahorro de energía, uso sustentable del agua y manejo de los residuos, entre otros.

En cumplimiento de los fines de la UNAM de participar en la investigación y solución de los problemas nacionales, se establecen los criterios necesarios para que las construcciones y el mantenimiento de la infraestructura universitaria no causen un impacto negativo en el medio ambiente en lo concerniente al proyecto de las edificaciones.

OBJETO:

Los presentes *Criterios* establecen medidas técnicas, preventivas, correctivas y de seguridad en materia de construcción de edificios universitarios, tendientes a evitar los efectos negativos que impactan en el medio ambiente, así como directrices para el manejo y aprovechamiento de recursos y elementos naturales. Asimismo, dichos criterios están orientados a considerar desde el proyecto de los edificios, medidas que garanticen el bienestar de los usuarios, mediante construcciones sustentables.

CRITERIOS EN MATERIA DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE EN LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

En todas las obras y servicios relacionados con las mismas que se lleven a cabo en la Universidad Nacional Autónoma de México, las dependencias universitarias deberán cumplir con los presentes criterios.

II. LOCALIZACIÓN

II.1. SELECCIÓN DE SITIO

La selección del sitio debe ser considerada como 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.

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 materia y energía para abastecer la operación del edificio, así como para desalojar sus residuos, los medios de transporte que utilizarán los usuarios del edificio, etcétera.

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.

En particular, en la selección del sitio se preferirán sitios que cumplan con las siguientes características:

- Estar bien comunicados a través de los sistemas de transporte público de la localidad en que se encuentren
- Contar con abasto suficiente de agua y energía y no comprometer el abasto de la comunidad en que se encuentren
- No alterar ecosistemas protegidos ni el hábitat de especies protegidas
- No alterar significativamente el paisaje
- Seleccionar sitios que permitan el desarrollo planificado para el futuro

II.2. PLAN RECTOR DE LA UNAM

En todo proyecto de construcción nueva que se realice en los distintos campi de la UNAM y, especialmente, en Ciudad Universitaria, se observarán las disposiciones siguientes:

II.2.1. El Plan Rector es el documento mediante el cual se planea el crecimiento de los campi universitarios, de acuerdo con sus necesidades y con el reordenamiento necesario. Este proyecto establece los programas de crecimiento y desarrollo de la infraestructura física, cuidando el medio ambiente.

II.2.2. La Dirección General de Obras y Conservación, coordinará la planeación inmobiliaria, así como el Plan Rector del Patrimonio Universitario de la UNAM, el cual se actualizará cada cuatro años.

II.2.3. Para cada campus de la Universidad Nacional Autónoma de México, se elaborará un Plan Rector que deberá respetarse. En el transcurso del tiempo, el Plan Rector podrá sufrir modificaciones, de acuerdo con el desarrollo que tenga el campus.

- II.2.4. Todos los proyectos de obra nueva y rehabilitación se deberán ajustar a la normatividad en materia ambiental para lograr proyectos sustentables.
- II.2.5. Para la construcción de los edificios se seleccionará una buena ubicación, procurando que se encuentren cercanos a los servicios públicos que requiere el inmueble.
- II.2.6. Durante la etapa de construcción y en la operación de los edificios, se cuidarán las áreas de reserva ecológica.
- II.2.7. En el Campus Central de Ciudad Universitaria, no se podrá proyectar ni realizar ninguna obra nueva o de rehabilitación que modifique la imagen original del conjunto. Además se deberá contar con la aprobación previa del Subcomité de Preservación, Desarrollo y Mantenimiento del Patrimonio Inmobiliario del Campus Central de Ciudad Universitaria.
- II.2.8. Los edificios que se proyecten en la zona escolar y la 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.
- II.2.9. En todos los casos se respetará el derecho de vía de las líneas de alta tensión existente.
- II.2.10. El paramento de toda construcción observará una restricción de 20 metros, con respecto a la guarnición de la vialidad colindante.
- II.2.11. En Ciudad Universitaria, la zona de reserva ecológica se mantiene como zona inafectable de conformidad con lo dispuesto en el Acuerdo por el que se rezonifica, delimita e incrementa la zona de la reserva ecológica del pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria del 2 de junio de 2005.
- II.2.12. La Dirección General de Obras y Conservación, es la entidad encargada de definir las normas y procedimientos administrativos en materia de proyecto, diseño, construcción, rehabilitación y conservación de obras en la UNAM.
- II.2.13. En Ciudad Universitaria, 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.
- II.2.14. Todas las dependencias dispondrán de estacionamiento propio con capacidad acorde con la normatividad y según su población.
- II.2.15. Los conjuntos se proyectarán considerando un área libre de 50% del predio, sin incluir la correspondiente al estacionamiento.
- II.2.16. En las vialidades se colocará el señalamiento necesario, según la planeación integral en todo el Campus.
- II.2.17. La separación entre edificios pertenecientes o no a la misma dependencia, será como mínimo de 20 m.
- II.2.18. La orientación de los edificios será aquella que reduzca los efectos del calentamiento solar y proporcione la mejor ventilación natural.
- II.2.19. 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.

II.3. MOVILIDAD SUSTENTABLE

Movilidad sustentable involucra el conjunto de procesos dirigidos a lograr un uso racional de los medios de transporte. La movilidad sustentable implica reducir el número de vehículos que circulan en las vialidades y con ello, el consumo de energía y la contaminación por ruido y emisiones. En resumen la movilidad sustentable contribuye a mejorar la calidad de vida en las ciudades. En todos los casos se deberán observar los requerimientos específicos para la movilidad de personas con capacidades diferentes.

II.3.1. Accesos peatonales

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*. Las banquetas deberán de conservarse siempre al mismo nivel, se diseñarán circuitos peatonales que ayuden a intercomunicar edificios o salidas principales.

II.3.2. Transporte Público

II.3.2.1. Se facilitará el acceso al sitio por distintos medios de transporte público y se le dará prioridad frente al transporte particular.

II.3.2.2. Se promoverá el crecimiento progresivo de sistemas de transporte público en todos los *campi* universitarios, en alianza con las autoridades de transporte de la respectiva entidad, y se procurará ubicar al menos una parada de autobús a no más de 200 metros de la entidad, debidamente señalizada.

II.3.3. Transporte por bicicleta

II.3.3.1 Se promoverá la movilidad en bicicleta dentro de las instalaciones de cada *campus* universitario mediante el crecimiento progresivo del sistema BICIPUMA, a través del diseño de nuevos circuitos que comuniquen todas las dependencias dentro de cada *campus* universitario.

II.3.3.2. Se reservará en las zonas de estacionamiento una sección para estacionamiento de bicicletas , con capacidad para el 10% del número de cajones de coches, debidamente señalizada.

II.3.4. Transporte por motocicleta

Para promover formas alternativas de transporte, de menores dimensiones que el automóvil particular, en la zona de estacionamientos se reservará el espacio suficiente para que exista una sección para estacionamiento de motocicletas particulares debidamente señalizada. Se señalará claramente que las motocicletas no podrán circular sobre las áreas peatonales.

II.4. Conectividad (internet)

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*.

III. PROCESO CONSTRUCTIVO

III.1. MEDIDAS DE SEGURIDAD DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA OBRA

III.1.1. Durante el proceso de construcción, las empresas tomarán las medidas necesarias para proteger la seguridad del personal y del público en general. Integrarán y entregarán un programa de higiene y seguridad durante la ejecución de la obra.

III.1.2. La construcción dispondrá de un tapial para impedir el acceso de personas ajenas a la obra, el que deberá medir 2.40 metros de altura.

III.1.3. La disposición de residuos generados por el proceso de construcción, deberá ser temporal, manteniendo limpio, de manera constante, el sitio de los trabajos.

III.1.4. Toda actividad relacionada con demoliciones o materiales que desprendan polvo, se hará en un ambiente húmedo.

III.1.5. La disposición final de los residuos de demolición o construcción, se hará en lugares debidamente autorizados por las autoridades, para lo cual la empresa exhibirá ante la Dirección General de Obras y Conservación, comprobante que acredite la cantidad de material recibido, la fecha y el lugar de depósito. En este supuesto, se deberá aplicar la Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2004.

III.1.6. La contratista instalará sanitarios portátiles dentro de la construcción, 1 por cada 25 trabajadores o fracción excedente de 15.

III.1.7. Cuando se desalojen aguas freáticas o estancas de la cimentación, deberán canalizarse al sistema de drenaje y colocar dispositivos que retengan los sólidos en suspensión.

III.1.8. Durante la ejecución de la obra queda prohibida la quema de cualquier residuo.

III.1.9. La reparación y mantenimiento de maquinaria o equipos, así como la aplicación o cambio de lubricantes, debe realizarse sobre un área impermeable, habilitada para tal efecto dentro del predio, colocando charolas metálicas para impedir cualquier derrame y evitar la contaminación del suelo.

III.1.10. Las banquetas estarán libres de obstrucciones a fin de permitir la circulación de las personas.

III.1.11. Se colocarán cubiertas para proteger a los transeúntes de cualquier objeto que se desprenda de los pisos superiores.

III.1.12. Se colocará el señalamiento necesario para indicar la circulación de personas y vehículos.

III.1.13. 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, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo.

III.1.14. Los materiales peligrosos y combustibles deberán almacenarse en depósitos seguros, en zonas cercadas y sobre superficies aisladas del terreno natural.

III.2. PRESERVACIÓN DEL MEDIO AMBIENTE

Este apartado, tiene por objeto tomar las medidas necesarias para que las construcciones afecten lo menos posible al medio ambiente, respetando la ecología de la zona.

III.2.1. Definiciones

III.2.1.1. Suelo de conservación.

Suelo correspondiente a la reserva ecológica.

III.2.1.2. Daño grave al ambiente.

Alteración o modificación de cualquiera de los factores ambientales del lugar que afecten el ecosistema.

III.2.1.3. Medidas de mitigación:

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

III.2.1.4. Medidas de compensación:

Acciones que se deben ejecutar para resarcir el deterioro ambiental ocasionado por una obra cuando no se puede restablecer la situación original.

III.2.1.5. Informe preventivo:

Documento mediante el cual se dan a conocer los datos generales de una obra o actividad, para determinar si cumple con los presentes criterios o requiere ser evaluada, a través de una manifestación de impacto ambiental.

III.2.1.6. Manifestación de impacto ambiental del proceso constructivo:

Documento técnico, cuyo fin es dar a conocer las características de un programa de actividades en el predio donde se va a construir, identificando los impactos ambientales y las medidas para prevenir, mitigar o compensar sus efectos adversos.

III.2.1.7. Evaluación de impacto ambiental:

Es el documento por medio del cual la Dirección General de Obras y Conservación, con base en el informe preventivo o la manifestación de impacto ambiental, determina la procedencia de realizar un programa de actividades, para reducir al mínimo los efectos negativos sobre el ambiente.

III.2.1.8. Medidas de prevención:

III.2.1.8.1. Son las acciones que se deben ejecutar de manera anticipada para evitar efectos adversos al ambiente.

III.2.1.9. Procedimientos

III.2.1.9.1. Antes de iniciar los trabajos, la empresa a la que se asigne la ejecución de una obra, presentará a la Dirección General de Obras y Conservación un informe preventivo, a fin de determinar si el proceso constructivo cumple con el contenido de los presentes criterios o bien, requiere presentar una manifestación de impacto ambiental. La Dirección dará contestación en un término de tres días hábiles, indicando si se encuentra en los casos de excepción o requiere de una manifestación de impacto ambiental del proceso constructivo. Este trámite, se puede realizar a partir del momento en que se notifique que ha sido seleccionada para realizar la obra. Si la empresa no cumple con este requisito, no se le podrá contratar.

III.2.1.9.2. Cuando la Dirección General de Obras y Conservación considere que la obra por iniciar pueda afectar las condiciones ecológicas y de protección al ambiente, pedirá a la empresa ejecutora que presente su manifestación de impacto ambiental del proceso constructivo en un plazo de 10 días hábiles. La Dirección General de Obras y Conservación contestará en un plazo de 5 días la aprobación o rechazo de la manifestación. La empresa no podrá iniciar la obra sin tener la aprobación de manifestación de impacto ambiental.

III.2.1.9.3. Las obras o actividades que requieren de autorización en materia de impacto ambiental son:

- **Obras que colinden con la reserva ecológica.**
- **Actividades que generen contaminantes que afecten la calidad del agua ,suelo o aire.**

- **Construcción de plantas de tratamiento de agua.**
- **Construcción de edificios escolares que incluyan la instalación de laboratorios o talleres.**
- **Obras de más de 10,000 m² de construcción.**

III.2.1.9.4. En los casos incluidos en el punto anterior, no se requiere obtener la autorización de impacto ambiental del proceso constructivo cuando existan disposiciones reglamentarias que regulen los impactos ambientales negativos que se puedan generar. De cualquier manera la contratista deberá presentar una declaración firmada de que no se contravienen las normas de la UNAM.

III.2.1.9.5. No requieren de manifestación de impacto ambiental del proceso constructivo las ampliaciones, rehabilitaciones y trabajos de mantenimiento, en virtud de que su ejecución no producirá impacto ambiental significativo, ni causará desequilibrios ecológicos.

III.2.1.9.6. El Informe Preventivo de Impacto Ambiental debe contener:

- **Datos de la empresa.**
- **Nombre de la obra y ubicación.**
- **Descripción del proyecto.**
- **Datos generales del responsable de la elaboración del informe.**
- **Descripción de los materiales o productos a usar y los que se vayan a generar, incluyendo emisiones a la atmósfera, descarga de aguas residuales y tipos de residuos.**
- **Medidas para la prevención o mitigación de impactos ambientales que se puedan presentar durante la ejecución de la obra.**

III.2.1.9.7. La Manifestación de Impacto Ambiental del proceso constructivo contendrá los siguientes datos:

- **Datos de la empresa.**
- **Nombre de la obra y ubicación.**
- **Descripción del proyecto.**
- **Datos generales del responsable de la elaboración del proyecto.**
- **Regulaciones existentes sobre el uso del suelo.**
- **Aspectos generales del lugar en que se desarrollará la actividad.**
- **Impacto ambiental que generaría la ejecución de la obra en sus distintas etapas de construcción.**
- **Medidas para la prevención, mitigación, o en su caso, de compensación de cada uno de los impactos ambientales que se puedan presentar durante la ejecución de la obra.**
- **Plan de manejo de residuos que se generan en las diferentes etapas de la obra.**
- **En su caso, alternativas relacionadas con la adecuación o modificación del proyecto, con objeto de aplicar las medidas de mitigación requeridas.**

III.2.1.9.8. Si durante el proceso de ejecución se presentan modificaciones al proyecto, la Dirección General de Obras y Conservación determinará si se requiere realizar una nueva manifestación de impacto ambiental del proceso constructivo.

III.2.1.9.10. Las obras que no requieran de evaluación de impacto ambiental, se sujetarán al cumplimiento de las presentes disposiciones de protección ambiental.

III.3 MANEJO DE RESIDUOS DURANTE EL PROCESO CONSTRUCTIVO.

Para los fines de los presentes criterios, se define como manejo ambientalmente adecuado (MAA) 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.

Para el cumplimiento de los criterios del presente apartado, se deberá tomar como guía los siguientes documentos: la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Ley General para la Prevención y Gestión Integral de los Residuos (LGPGIR), la NOM-052-SEMARNAT-2005, que establece las características, el procedimiento de identificación, clasificación y los listados de los residuos peligrosos y la NADF-007-RNAT-2004, que establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la construcción en el Distrito Federal.

Los residuos peligrosos y los que estén sujetos a condiciones particulares de manejo por los procesos de construcción y/o demolición deberán estar sujetos a planes de manejo que tengan como objetivo la valorización de los residuos..

El objetivo es instrumentar disposiciones institucionales de obligado cumplimiento y crear las condiciones institucionales, técnicas y financieras para lograr el manejo ambientalmente adecuado de los residuos que se generan en la etapa de construcción de obras o instalaciones en los *campi* de la Universidad Nacional Autónoma de México.

III.3.1. Reducción en la fuente

III.3.1.1. Se deberá minimizar la generación de los residuos tanto en cantidad como en su potencial contaminante mediante el uso de procesos constructivos adecuados.

Los planes de manejo deberán tener como objetivos la minimización de la generación, el reciclado, reutilización y tratamiento, dejando por último su disposición final.

III.3.1.2. Atendiendo a lo que establece la Norma Ambiental del Distrito Federal NADF-007-RNAT-2004 se elaborará un plan de manejo siempre que, durante la construcción de un edificio de la UNAM, o por efecto de la remodelación de alguna entidad, se rebase la generación de 50m³ de residuos de la construcción.

Cantidad generada en m ³	Requisitos
Mayor o igual a 50	Elaboración de plan de manejo de residuos
Menor 50	Recolección mediante la contratación de un prestador de servicios. No requiere la presentación de plan de manejo de residuos.

III.3.1.3. 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

III.3.2. Reciclaje

III.3.2.1. 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.

III.3.3. Precauciones durante la construcción

Durante la construcción se adoptarán medidas preventivas para evitar la liberación al ambiente de sustancias que puedan causar daños a la salud o al ambiente.

III.3.3.1. La Contratista deberá presentar previamente al inicio de las obras según sea el caso, el Informe Preventivo de Impacto Ambiental (numeral III.2.1.9.6) o la Manifestación de Impacto Ambiental del proceso constructivo (numeral III.2.1.9.7)

III.3.3.2. Los residuos peligrosos serán manejados de forma independiente de los residuos sólidos urbanos y de manejo especial, para ello existirá un *patio de residuos peligrosos* en cada obra, el cual tendrá piso impermeable y sistema de conducción y control de derrames de líquidos, que evitará el contacto de éstos con el suelo natural.

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.

III.3.3. 3. En demoliciones de elementos estructurales o no estructurales que hayan tenido contacto con agentes tóxicos o biológicos, se tomarán previamente las medidas de desinfección de dichos elementos y todo el personal que participe en la demolición deberá portar equipo de seguridad que evite entrar en contacto con el polvo. Los siguientes tipos generales de residuos representan peligros específicos:

- Residuos infecciosos que contienen microorganismos, los cuales pueden ocasionar enfermedades en huéspedes susceptibles
- Sustancias químicas tóxicas que pueden causar envenenamiento al inhalarse, ingerirse o al ponerse en contacto con la piel
- Carcinógenos (agentes que pueden causar el cáncer) contenidos en los residuos de investigaciones biomédicas
- Líquidos inflamables y gases explosivos que pueden causar lesiones al personal o daños a los edificios por el fuego o por las explosiones
- Materiales cáusticos empacados (ácidos o bases) que pueden causar lesiones
- Residuos físicamente peligrosos que pueden producir piquetes, cortaduras y abrasión
- Residuos radioactivamente contaminados.

III.3.4. Control integral de la contaminación

Se requiere que el manejo integral de los residuos se realice con un enfoque integral, para evitar la transferencia de contaminantes de un medio a otro.

III.3.4.1. De conformidad con el Art. 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 sólidos de cualquier especie.

III.3.4.2. Los camiones que trasladen los escombros o residuos de una obra o demolición deberán circular siempre cubiertos por lonas, incluso vacíos, para evitar la dispersión de materiales y emisiones de polvo.

III.3.4.3. La disposición final de los residuos de la construcción que no sean reciclables deberá realizarse en sitios autorizados por las autoridades municipales debiendo el contratista conservar los comprobantes de ingreso de los camiones que acrediten la fecha de recepción y la cantidad de material recibida por parte de los sitios de confinamiento acreditados.

III.3.4.4. Durante la construcción de cualquier inmueble en los *campi* de la UNAM, el agua de desecho debe controlarse para evitar que sea un contaminante. La empresas prestadoras del servicio de baños portátiles deben hacerse cargo de mantenerlos limpios y retirar los desechos para disponer de ellos adecuadamente.

III.3.5. Autosuficiencia de las constructoras

III.3.5.1. Las empresas constructoras contratadas deberán disponer del personal y equipo para asegurar que los residuos que generen se manejen de manera ambientalmente adecuada.

III.3.5.6. Los escombros o residuos producto de la demolición deberán retirarse en un plazo no mayor de treinta días hábiles a partir del término de la demolición.

IV. PROYECTO ARQUITECTÓNICO

IV.1. Espacios educativos.

Las dimensiones mínimas recomendables de los espacios en los edificios escolares son las que se relacionan a continuación:

LOCAL	ÁREA MÍNIMA (m2)	LADO MÍNIMO (m)	ALTURA MÍNIMA (m)
Superficie del predio	3.0 m2 / alumno		
Aulas	0.90m2 / alumno		2.70
Área de esparcimiento	1.0m2 / alumno		
Cubículo cerrado	6.0m2 / profesor		2.30
Cubículo abierto	5.0m2 / profesor		2.30
Consultorios	6.0m2	2.40	2.30
Auditorios hasta 250 asistentes	0.50 a 1.75m2 / persona		3.00
Área administrativa	5.0m2 / empleado		2.30

IV.2. Accesibilidad.

Todas las construcciones nuevas, deberán considerar en sus proyectos arquitectónicos las medidas necesarias que garanticen el libre desplazamiento de las personas con capacidades diferentes. Las instalaciones ya edificadas, eliminarán progresivamente las barreras arquitectónicas y urbanísticas, en términos de lo dispuesto en los Acuerdos Sexto y Séptimo del 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 del 12 de junio de 2003.

IV.2.1. En las construcciones escolares los accesos a las edificaciones tendrán características tales que faciliten el paso de las personas con capacidades diferentes.

Las circulaciones tendrán un ancho mínimo de 1.20 m. Cuando el ancho sea excesivo se colocarán barandales en ambos lados del andador, de una altura de 0.90 m. sobre el nivel de la banquetta.

IV.2.2. Las rampas para salvar desniveles tendrán un ancho mínimo de 1.00 m. y pendiente máxima entre 6% y 8 %. Deberán estar señalizadas en sus bordes y sin obstrucciones para su uso, un metro antes de su inicio. La longitud máxima de una rampa entre descansos será de 6.0 m.

IV.2.3. Todo espacio diseñado o adaptado para ser usado por personas con discapacidad debe estar señalizado con el Símbolo Internacional de Accesibilidad (SIA).

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.

IV.3. Iluminación y ventilación naturales

Los locales de los edificios, de preferencia deben tener iluminación y ventilación naturales por medio de ventanas. Cuando esta opción no sea factible, se proyectarán sistemas artificiales.

IV.3.1. Cuando la ventilación del espacio sea natural, las aberturas hacia el exterior se dispondrán en lados opuestos del edificio, buscando la mejor orientación para aprovechar los vientos dominantes del lugar.

IV.3.2. El porcentaje mínimo para ventilación será el 5% del área del local.

IV.3.3 La iluminación natural al interior de los inmuebles deberá estar basada principalmente en radiación difusa. Para ello pueden utilizarse sistemas arquitectónicos que ayuden a introducir y dispersar la mayor cantidad de iluminación natural al interior de los espacios evitando la iluminación directa. Ejemplos de estos sistemas arquitectónicos son: paneles prismáticos, protectores solares con espejos en dirección del sol, tragaluces con vidrios traslúcidos, aperturas cenitales anidólicas, elementos horizontales cerca de las ventanas que redireccionen y dispersen la luz al interior del edificio y celosías en ventanas de materiales opacos, claros y de bajo índice de reflexión especular.

IV.3.4 En climas donde en alguna época del año existan condiciones cálidas se deben utilizar protecciones solares (aleros o parteluces) para impedir la radiación directa al interior de los edificios en dichas épocas. También se recomienda el uso de filtros sobre los vidrios que limiten la radiación infrarroja y ultravioleta, dejando pasar la mayor parte de radiación en el espectro visible.

IV.3.5. El área de las ventanas para iluminación no será inferior al 17.5% del área del local.

IV.3.6. En el caso de vestidores y sanitarios se permite el uso de tragaluces o domos para proporcionar iluminación y ventilación naturales.

IV.4. Iluminación artificial

Los planteles escolares dispondrán de los siguientes niveles mínimos de iluminación artificial.

LOCAL	NIVEL DE ILUMINACIÓN
Aulas y Laboratorios	300 luxes
Circulaciones	100 luxes
Centros de Investigación (Cubículos)	300 luxes
Oficinas Administrativas	300 luxes
Consultorios	300 luxes
Salas de Exposición	250 luxes
Estacionamientos y espacios abiertos	30 luxes
Circulaciones exteriores	75 luxes
Iluminación de emergencia	5 % de la normal

IV.5. Ventilación artificial

IV.5.1. En el caso de que un espacio no pueda ventilarse de manera natural y requiera de ventilación artificial, se podrán utilizar sistemas que garanticen 6 cambios de aire por hora en los locales de trabajo y 10 cambios por hora en los auditorios.

IV.6. Servicios sanitarios

IV.6.1. La siguiente tabla muestra el número de muebles sanitarios requeridos en los edificios escolares.

DESTINO DEL EDIFICIO	CAPACIDAD (per.)	EXCUSADOS	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	2	2
	De 100-200	4	4
	Cada 200 adicionales o fracción	2	2

IV.6.2. En los sanitarios debe existir por lo menos un excusado para personas con capacidades diferentes.

IV.6.3. Las dimensiones mínimas de los sanitarios son las que se indican en la siguiente tabla:

MUEBLE	ANCHO (m)	LARGO (m)
Excusado	0.75	1.10
Lavabo	0.75	0.90
Regadera	0.80	0.80
Excusado para discapacitados	1.70	1.70

IV.7. Circulaciones

Este apartado tiene por objeto facilitar la circulación de las personas, tanto en el acceso como en el interior de los edificios.

IV.7.1. Las puertas deben tener una altura mínima de 2.10 m. y un ancho libre de 0.60 m. por cada 100 usuarios o fracción, sin ser inferior a los siguientes valores:

TIPO	ANCHO MÍNIMO (m)
Acceso principal	1.20
Aulas	0.90
Oficinas	0.90
Consultorios	0.90

IV.7.2. Para el cálculo del ancho mínimo del acceso principal, podrá considerarse solamente la población del nivel del edificio con mayor número de ocupantes.

IV.7.3. Las circulaciones horizontales no tendrán un ancho inferior a 1.20 m., este ancho se incrementará 0.60 m. por cada 100 usuarios adicionales o fracción.

IV.7.4. En los auditorios, las filas de asientos 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.

IV.7.5. El ancho de las escaleras en los edificios escolares tendrá un mínimo de 1.20 m., el barandal será diseñado de tal manera que impida el paso de menores a través de ellos.

IV.8. Elevadores

IV.8.1. Los edificios de más de cuatro niveles o de 12.0 m. de altura, deberán disponer de un elevador o varios, con una capacidad que permita desalojar el 10% de la población total del edificio en 5 minutos.

IV.8.2. Los edificios dispondrán de rampas o de elevadores para uso de las personas con capacidades diferentes.

IV.9. Rutas de evacuación

IV.9.1. Los edificios clasificados como de riesgo medio o alto, deberán garantizar que el tiempo total de desalojo de todos sus ocupantes no exceda de 10 minutos, desde el inicio de una emergencia por fuego o sismo, entre otros, hasta que el último ocupante del local ubicado en la situación más desfavorable abandone el edificio en emergencia. El artículo 90 del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal contiene la clasificación de las construcciones, en función del grado de riesgo ante incendio que presentan, de acuerdo con sus dimensiones, uso y ocupación.

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.

IV.10. Estacionamientos

IV.10.1. Los edificios, según su destino, se proyectarán con el número de cajones de estacionamiento que se indican a continuación:

- Escuelas de nivel medio	1 por cada 60 m2 construidos
- Edificios para nivel superior e investigación	1 por cada 40 m2 construidos
- Centros de salud	1 por cada 50 m2 construidos
- Oficinas administrativas	1 por cada 30 m2 construidos
- Auditorios	1 por cada 20 m2 construidos
- Centros culturales	1 por cada 40 m2 construidos
- Centros deportivos	1 por cada 75 m2 construidos

IV.10.2. En los edificios declarados monumentos históricos, se eximirán los requisitos de estacionamiento que se han mencionado.

IV.10.3. La medida de los cajones de estacionamiento será de 5.00 x 2.40 m. Se podrán proyectar hasta un 60 % de los cajones con medidas de 4.20 x 2.20 m. para automóviles pequeños.

IV.10.4. Se destinará un cajón de 5.00 x 3.80 m. de cada 25 cajones o fracción, a partir del cajón 12 para uso exclusivo de personas con capacidades diferentes, ubicados cerca de las entradas al edificio.

IV.10.5. Las rampas para los vehículos tendrán una pendiente máxima de 15%, debiendo tener pendientes de transición del 6%, al principio y final de la rampa.

IV.10.6 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 sesenta por ciento de los cajones para automóviles pequeños con medidas de 4.80 x 2.00 m. Estas medidas no incluyen las áreas de circulación necesarias

IV.11. MATERIALES

La selección de materiales con que debe construirse un edificio es un factor clave para determinar el comportamiento ambiental de los edificios. Se estudiarán distintas opciones de materiales de construcción y se compararán sus propiedades para seleccionar la que presente los mayores beneficios ambientales.

IV.11.1. En la selección de materiales para la construcción de los edificios se deberán considerar los siguientes criterios:

- Materiales limpios: el uso de materiales que durante su producción generen menos residuos peligrosos.
- Materiales renovables: la búsqueda de materiales alternativos para evitar la escasez de los materiales no renovables.
- Materiales de bajo contenido energético: materiales en cuya obtención o extracción se consuma la menor cantidad de energía.
- Materiales reciclados.
- Materiales que puedan ser reciclados
- Materiales de zonas cercanas: que hayan sido recuperados o fabricados dentro de un radio de 50 km alrededor del sitio del proyecto.
- Selección de materiales con certificaciones ambientales: materiales procedentes de una fuente sustentable.

IV.11.2. Entre los materiales más recomendables para ser usados en la construcción se citan los siguientes:

- Maderas: es uno de los materiales que se considera más sustentable, siempre que se proteja la explotación de los bosques y se evite usar, para la protección de la madera, sustancias que contengan 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.
- Metales: aunque en su obtención se utiliza mucha energía, se consideran sustentables debido a su larga duración.
- Plásticos: 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).
- 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.

IV.11.3. En lo posible, se evitará el uso de cierto tipo de materiales, con base en los siguientes criterios:

- Materiales como el asbesto, cloro, metales pesados o aquellos que sean susceptibles de emitir gases nocivos.
- Evitar impermeabilizantes bituminosos, elementos con asbesto, fibrocementos, o aislamientos elaborados con polímeros y de poro cerrado que impiden una correcta transpiración.
- No utilizar maderas tropicales.
- Utilizar pinturas y barnices que cumplan alguna de las normas de criterios ecológicos, que sean naturales.
- Materiales aislantes que afecten el medio ambiente.

IV.12. ÁREAS VERDES

En los proyectos se preservará y en lo posible se ampliarán los espacios verdes en los *campi*, por sus beneficios en materia de servicios ambientales para la comunidad. Su cumplimiento debe estar basado en el respeto a los ecosistemas de cada región, en mantener sus valores paisajísticos y en la necesidad de reducir la demanda de mantenimiento y recursos para su cuidado.

IV.12.1. El diseño y mantenimiento de las áreas verdes en los *campi* universitarios se realizará respetando las características del entorno natural y protegiendo la vegetación existente.

IV.12.2 Se buscará ampliar los espacios abiertos y las áreas libres de construcción en favor de una mayor extensión de áreas verdes.

IV.12.3. Cuando los terrenos del *campus* colinden con áreas protegidas se contribuirá a su cuidado y/o restauración.

IV.12.4. En el diseño y sustitución de áreas verdes se utilizarán especies nativas, que proporcionen identidad propia a las distintas zonas y que requieran bajo mantenimiento.

IV.12.5. Se evitará la proliferación y crecimiento de áreas con grandes extensiones de césped por su alto consumo de agua en el riego.

IV.12. 6. Se sustituirá, en lo posible, el uso de agentes químicos por alternativas naturales para el control de plagas o fertilizantes.

IV.12. 7. En caso de que la extensión del *campus* lo amerite, se promoverá la generación de composta para su uso en las propias áreas verdes.

IV.12. 8. Se evitarán los rellenos de los afloramientos rocosos y se promoverá su rescate.

IV.12. 9. No se permitirá el tiro de residuos orgánicos producto de las podas en cualquier zona del *campus*. Este deberá ser depositado en la planta de composta para su adecuado manejo y posterior utilización.

IV.12.10. En todos los casos se procurará el empleo de agua tratada para el riego de las áreas verdes.

IV.12.11. Se evitará la tala de árboles y, en su caso, se restituirán con el permiso previo de la Dirección General de Obras y Conservación.

V. EFICIENCIA ENERGÉTICA.

V.1. ENVOLVENTE DEL EDIFICIO

El diseño bioclimático se debe realizar como parte del proyecto general. Se deberá tener información detallada del clima para un año típico: temperatura, humedad, radiación solar, velocidad y dirección de vientos, precipitación pluvial y nieve.

Aspectos importantes a considerar como parte del diseño son: la orientación, los dispositivos de protección y ganancia solar, el manejo de la ventilación natural, las características de las ventanas (localización y tamaño), los materiales de techos y muros, los sistemas constructivos, los acabados (con sus características térmicas y ópticas) y el manejo de la vegetación.

Se debe usar como guía las recomendaciones del diseño bioclimático basada en una clasificación de cuatro climas en la República Mexicana: cálido seco, cálido húmedo, templado y frío. Para cada clima, se pueden aplicar diferentes combinaciones de estrategias de diseño en los edificios para alcanzar en el interior un estado de bienestar conocido como confort higrotérmico.

Entre las medidas necesarias para proyectar un edificio sustentable, se encuentran aquellas que van orientadas al ahorro de energía. El ahorro se logra con un proyecto que reduzca la demanda de energía en los sistemas térmicos 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.

V.1.1. Definiciones

V.1.1.1. 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.

V.1.1.2. Coeficiente 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.

V.1.1.3. 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.

V.1.1.4. Coeficiente de sombreado

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

V.1.1.5. Componentes

Son los elementos que conforman la envolvente de un edificio, como muros de diferentes características, huecos y puentes térmicos o elementos de transición.

V.1.1.6. Demanda energética

Es la energía necesaria para mantener el interior del edificio en condiciones aceptables para los usuarios.

V.1.1.7. 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.

V.1.1.8. Envolvente

Superficie de la construcción que la limita con el exterior, ya sea suelo o aire.

V.1.1.9. 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.

V.1.1.10. Hueco

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

V.1.1.11. 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.

V.1.1.12. Muro masivo

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

V.1.1.13. **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.

V.1.1.14. **Temperatura exterior equivalente (te)**

Es la temperatura exterior promedio que se estima durante el periodo de uso de sistemas de enfriamiento ambiental.

V.1.1.15. **Watt (W)**

Es la unidad de medida que se utiliza para medir la pérdida o ganancia energética de un edificio.

V.1.1.16. **Clasificación**

Es conveniente seguir la siguiente clasificación con respecto a las partes que conforman la envolvente del edificio:

COMPONENTE	ÁNGULO DE LA NORMAL A LA SUP. EXTERNA CON LA VERTICAL	PARTES
Techo	De 0° a 45°	Opaca, Transparente
Muro	90°	Opaca, Transparente
Superficie inferior	180°	Opaca, Transparente
Piso	180°	Opaca

V.1.1.16. **k (grado kelvin)**

Aunque la variable “k” se refiere a grados “Kelvin”, en este estudio puede usarse grados “Celsius”.

V.1.2. **Demanda energética:**

V.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 m².

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.**

V.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.

V.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.

V.1.2.4. Para disminuir la demanda energética, es importante buscar una orientación favorable del edificio.

V.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 AREA TOTAL %	COEFICIENTE GLOBAL DE TRANSFERENCIA DE CALOR K (W/m ² .k)	COEFICIENTE DE SOMBREADO CS
TECHO			
Opaco	95	Ver tabla 1	0
Transparente	5	5.952	0.85
MURO			
Opaco	60	Ver tabla 1	0
Transparente	40	5.319	1
Colindancia	100	Ver tabla 1	0

V.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.

V.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.

V.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_c = Ganancia de calor por conducción para una componente de la envolvente, con una orientación determinada (W).

K = Coeficiente global de transferencia de calor (W/m² k). Aunque la variable “k” se refiere a grados “Kelvin”, puede usarse grados “Celsius”, ya que tienen el mismo valor.

A= Área de la componente con la orientación que tiene en el proyecto (m²)

t_e= 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.

V.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 (m²).

C_s = 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/m².

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

V.1.4. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor para un elemento de la envolvente del edificio proyectado.

V.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 (m² 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:

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

h_i = Conductancia superficial interior (W/m² 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_e = Conductancia de la superficie exterior. Se utiliza el valor de 13, (W/m² k)

l = Espesor de la capa (m)

λ = 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.

V.1.5. Ganancia de calor a través de la envolvente del edificio de referencia

V.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.

V.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_c = Ganancia de calor por conducción para una componente de la envolvente, con una orientación determinada (W).

K = Coeficiente global de transferencia de calor (W/m² K). (Tabla 1).

A = Área de la componente con la orientación que tiene en el proyecto (m²)

t_e = 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).

V.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:

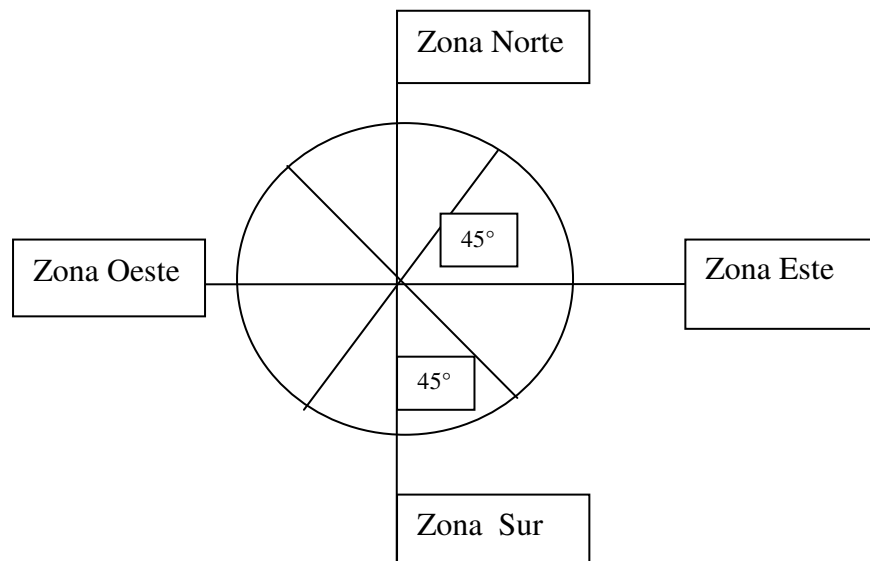
A = Área de la parte transparente de la envolvente (m²).

C_s = 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).

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

V.1.5.4. Debido a que la ganancia de calor a través de los muros varía con la orientación, se suponen las siguientes zonas:



V.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)**

ESTADO	Ciudad	CONDUCCIÓN																RADIACIÓN					Barrera para vapor	
		OPACA												TRANSPARENTE				TRANSPARENTE						
		Coeficiente de transferencia de calor, K (W/m² k)		Temperatura equivalente promedio te (°C)														Factor de ganancia solar promedio FG (W/m²)						
				Superfici △ inferior	Techo	Muro masivo				Muro ligero				Tragaluz y domo	Ventanas									
						Techo	Muro	N	E	S	O	N	E		S	O	N	E	S	O	Traqualuz y domo	N		E
BAJA CALIFORNIA	ENSENADA	0.391	2.200	26	37	24	27	25	25	30	33	32	32	22	23	24	24	24	274	91	137	118	146	SI
CAMPECHE	CAMPECHE	0.357	0.640	31	45	31	35	32	33	36	40	38	40	26	27	29	29	29	284	95	152	119	133	
D.F.	MÉXICO	0.391	2.200	27	38	25	28	26	26	30	34	33	33	22	24	24	24	25	322	70	159	131	164	
GUANAJUATO	LEÓN	0.391	2.200	24	35	22	24	23	23	28	31	30	30	20	22	22	22	23	272	102	140	114	134	
MICHOACÁN	MORELIA	0.391	2,200	22	31	19	20	20	20	25	27	27	26	18	20	20	20	20	272	102	140	114	134	
MORELOS	CUERNAVACA	0.391	1.724	28	40	27	30	28	28	32	36	34	35	23	25	25	26	26	322	70	159	131	164	
QUERETARO	QUERETARO	0.391	2,200	27	39	26	28	27	27	31	34	33	34	23	24	25	25	25	322	70	159	131	164	
QUINTANA ROO	CANCÚN	0.355	0.587	31	46	32	35 33	33	34	37	41 39	28	40	26	28	29	29	29	284	952	152	119	133	
SINALOA	MAZATLÁN	0.358	0.720	30	44	30	34	32	32	36	40	38	39	26	27	28	28	28	322	70	159	131	164	SI
YUCATÁN	PROGRESO	0.359	0.741	30	44	30	34	31	32	35	39	38	39	25	27	28	28	28	284	95	152	119	133	

TABLA 2.- FACTOR DE CORRECCIÓN DE SOMBREADO PARA VENTANAS DE FACHADA

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

FACTOR DE CORRECCIÓN (S_e) 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 SUDOESTE	0.54	0.44	0.26
ESTE/ OESTE	0.57	0.45	0.27

FACTOR DE CORRECCIÓN (S_e) 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 :

FACTOR DE CORRECCIÓN (S_e) PARA VENTANAS REMETIDAS

REMETIDO/ALTURA	VENTANA AL NORTE (S_e)					
	ANCHO/ALTURA					
VENTANA	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)					
REMETIDO/ALTURA	ANCHO/ALTURA					
VENTANA	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 ALSUR (Se)					
REMETIDO/ALTURA	ANCHO/ALTURA					
VENTANA	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

Para valores intermedios es necesario interpolar, en ambos sentidos, entre los coeficientes de la tabla.

TABLA 3.- VALORES DE CONDUCTIVIDAD Y AISLAMIENTO TÉRMICO DE DIVERSOS MATERIALES

Material	Densidad Kg/m ³	Conductividad λ W / m k	Aislamiento térmico M m ² K / W
----------	-------------------------------	---------------------------------------	--

Material resistente

Tabique rojo recocido común

* al exterior	2,000	0.872	---
* con recubrimiento impermeable por fuera	2,000	0.872	---
* al interior	2,000	0.768	---

Tabique de barro extruido

* Sólido vidriado p/acabado exterior	2,050	1,282	---
* Bloque hueco vertical, (60 a 67% sólido)	2,050	0.998	---

Tabique ligero

* densidad	1.600	0.698	---
------------	-------	-------	-----

* densidad	1.400	0.582	---
* densidad	1.200	0.523	---
* densidad	1.000	0.407	---
Bloque de concreto celular curado c/autoclave			
* densidad	500	0.190	---
* densidad	600	0.210	---
Bloque de concreto			
* 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 interior	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 (Pamacón)	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

Tablero de triplay	---	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 exterior con recubrimiento impermeable por fuera	---	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	---

V.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:

V.1.6.1. Información general sobre el edificio.

V.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.

V.1.6.3. Cálculo del coeficiente global de transferencia de calor de las distintas porciones de la envolvente. Para ello la envolvente se divide en partes, para cada una de las cuales se calculan los coeficientes de transferencia de calor (K) en función de los materiales que las constituyen, formando capas.

V.1.6.4. Cálculo comparativo de la ganancia energética.

La ganancia de calor se calcula tanto para el edificio de referencia como para el edificio proyectado.

Para el edificio de referencia, se utilizan los porcentajes de las partes de la envolvente según se han definido en estos criterios: techo 95%, tragaluz 5%, muros opacos 60% y ventanas 40%. Para el edificio proyectado se aplican las fórmulas incluidas en el punto VII.3, con las superficies y las propiedades de los materiales indicados en el edificio proyectado.

V.1.6.5. Balance energético: consiste en la comparación entre la demanda energética del edificio proyectado y el edificio de referencia, para conocer si el edificio se ha proyectado logrando un ahorro de energía. El resultado debe reflejar que el edificio proyectado presenta una demanda de energía menor o igual al de referencia.

V.1.7. MODELO PARA CALCULAR EL BALANCE ENERGÉTICO

1.- Datos Generales

1.1. Ubicación de la Obra

Nombre

Dirección

Colonia
 Ciudad
 Estado

1.2. Temperatura equivalente promedio exterior “te” (° C) (Tabla 1)

a) Techo b).- Superficie inferior
 c) Muros d).- Partes transparentes
 Tragaluz y domo

	Masivo	Ligero
Norte		
Este		
Sur		
Oeste		

Tragaluz ,domo	
Ventanas	
Norte	
Este	
Sur	
Oeste	

1.3. Coeficiente de transferencia de calor “K” del edificio de referencia (W/m² k) (Tabla 1)

Techo Muro
 Tragaluz y domo Ventana

1.4. Factor de ganancia de calor solar, “FG” (w/m²), 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	2	3
	Parteluz vertical	Parteluz horizontal	Remetimiento
Ángulo de inclinación			
Orientación :			

Sur			
Sureste			
Este			
Oeste			
Suroeste			

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

Material (**)	Espesor, l (m)	Conductividad Térmica, λ (W/m k) (***)	M Aislamiento Térmico (l / λ) (m ² 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** m² k/W

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

Fórmula $K = 1/M$ **K** W/m² k

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

** 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 λ de la tabla 3, o los proporcionados por los fabricantes.

**** Para la convección exterior e interior se utilizan los valores de λ , 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

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

En los cuadros que siguen, las sumas para obtener las ganancias de calor son algebraicas.

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente 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 Gc(*) [KxAxFx(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		
Muro Sur			0.60		
Ventana sur			0.40		
Muro oeste			0.60		
Ventana oeste			0.40		
SUBTOTAL					

3.2.2.- Ganancia por radiación (partes transparentes)

$$G_r = \Sigma [A C_s F_G S_e]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente	Coeficiente de Sombreado (Cs)	Área del edificio proyectado (m ²) [A]	Fracción de la Componente [F]	Ganancia de Calor (W/m ²) [FG]	Ganancia por Radiación Gr [CS x A x F x FG]
Tragaluz y 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

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

Tipo y orientación de la porción de la	Coeficiente Global de Transferencia de	Área (m ²) [A]	Temperatura Equivalente (°C)	Ganancia por Conducción Gc(****)
--	--	----------------------------------	---------------------------------	-------------------------------------

envolvente (*)	Calor(K)			[te]	[K x A x Fx(te-t)]
	Número de la Porción (**)	Valor Calculado (W/m² k) (***)			
				Subtotal [1]	
				Subtotal [2]	
				Subtotal [3]	
				Total (suma de los parciales)	

* 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)

$$G_r = \Sigma [A \text{ Cs FG Se}]$$

Tipo y orientación de la porción de la envolvente (*)	Material (**)	Coeficiente de Sombreado (Cs)	Área (m2) [A]	Ganancia de Calor [FG] (W/m2)	Factor de Exterior [Se] Número	Sombreado (***) Valor	Ganancia por Radiación Gr [Cs xA xFGxSe]
SUMA							

* 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

	Ganancia por Conducción (W)	Ganancia por Radiación (W)	Ganancia Total (W)
Referencia	(G_{rc})	(G_{rr})	(G_r)
Proyectado	(G_{pc})	(G_{pr})	(G_p)

5.2 Cumplimiento

Si ($G_r > G_p$) No ($G_r < G_p$)

V.2. Climatización artificial

V.2.1. Cuando se use aire acondicionado para enfriamiento de la edificación, la envolvente debe cumplir con la norma NOM-008-SENER-2001 Eficiencia Energética en Edificaciones para Envolventes de Edificios no Residenciales.

V.2.2. El sistema de aire acondicionado debe cumplir con la normatividad para la eficiencia energética establecido por las normas NOM-011-ENER-2006 Eficiencia Energética en Acondicionadores de Aire Tipo Central, Paquete o Dividido. Límites, Métodos de Prueba y Etiquetado o 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, según corresponda, además la instalación debe cumplir la norma NOM-021-ENER/SCFI/ECOL Eficiencia Energética y Requisitos de Seguridad al Usuario en Acondicionadores de Aire Tipo Cuarto. Límites, Métodos de Prueba y Etiquetado.

V.2.3. Para el diseño del aire acondicionado en una construcción se considerará una temperatura de bienestar en el interior de 25°C en verano y de 20°C en invierno. Para el caso de uso de aire acondicionado para calentamiento de la edificación se recomienda la colocación de materiales con características aislantes en el exterior de la envolvente.

V.3 EFICIENCIA ELÉCTRICA.

Consiste en la obtención del máximo rendimiento de la energía consumida, mediante el establecimiento de valores límites de la densidad de energía eléctrica, sin menoscabo del bienestar de los ocupantes de la construcción.

V.3.1. Definiciones

V.3.1.1. Densidad de potencia eléctrica para el alumbrado (DPEA)

Relación de la carga conectada para alumbrado en un edificio, entre la superficie construida (W/m²).

V.3.1.2. Eficacia

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

V.3.1.3. 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 (luxes).

V.3.1.4. Valores de densidad de potencia eléctrica

Los valores de la Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA), que deben cumplir los sistemas de alumbrados, no deben exceder los valores indicados a continuación.

DENSIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA ALUMBRADO

ESPACIO	DPEA (w/m ²)
Oficinas	14
Edificios educativos	16
Bibliotecas	16
Almacenes	13
Auditorios	16
Museos	17
Talleres	27
Áreas exteriores	1.8
Estacionamientos a cubierto	3.0

VALORES MÁXIMOS DE DENSIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA ALUMBRADO PARA ESTACIONAMIENTOS ABIERTOS

ÁREA A ILUMINAR (m ²)	DPEA (w/m ²)
<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

VALORES MÁXIMOS DE DENSIDAD DE POTENCIA ELÉCTRICA PARA ALUMBRADO EN VIALIDADES (w/m²)

Nivel de Iluminación (lx)	DPEA (w/m ²)			
	ANCHO DE CALLE (m)			
	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

V.3.1.5. Los sistemas de iluminación en laboratorios deben diseñarse para que las lámparas estén arriba de las mesas de trabajo iluminándolas con los niveles adecuados, evitando altos niveles innecesarios en otras zonas. En la zona de estantes de las bibliotecas las lámparas deben colocarse sobre los pasillos. En las zonas de poco uso (como pasillos, sanitarios, etc.) se deberán colocar sensores de movimiento que activen el encendido de luz en presencia de alguna persona. Para la iluminación de exteriores se recomienda utilizar sensores de intensidad lumínica.

V.3.1.6. Utilización de nuevas tecnologías en iluminación.

En los edificios nuevos se deberán utilizar las tecnologías más recientes en iluminación que posean un alto desempeño, mayor vida útil, menor consumo de energía y menor cantidad de mercurio en el caso de iluminación fluorescente.

Deberá tomarse en cuenta el desarrollo de la tecnología de leds y sus aplicaciones al momento de proyectarse nuevos edificios. Sin embargo deberán realizarse los estudios técnicos, de factibilidad y costo beneficio.

VI. ENERGÍAS ALTERNATIVAS.

VI.1. SISTEMA DE ENERGÍA ELÉCTRICA FOTOVOLTAICA

En los edificios se deberán utilizar sistemas que capten y transformen la energía solar en energía eléctrica, cuando superen una superficie construida de 5000 m² de acuerdo con los siguientes directrices:

VI.1.1. Una instalación solar fotovoltaica conectada a una red eléctrica está constituida 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.

VI.1.2. La potencia eléctrica mínima a instalar, podrá disminuirse o suprimirse justificadamente 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 con base en razones válidas.

VI.1.3. La potencia pico mínima a instalar, será de 6 KWp. Esta potencia se podrá ampliar voluntariamente a juicio de la dependencia. Se entiende por potencia pico o potencia máxima del generador, aquella que se puede entregar en condiciones normales.

VI.1.4. Se recomienda realizar estudios de factibilidad específicos por edificio para la generación de energía eléctrica mediante sistemas fotovoltaicos con interconexión a la red, observando los lineamientos establecidos en la Especificación CFE G0100-04, Interconexión a la red eléctrica de baja tensión de sistemas fotovoltaicos con capacidad hasta 30 kW.

VI.1.5. La instalación responderá a un proyecto de la calidad necesaria para garantizar la máxima seguridad en su operación diaria.

VI.1.6. El proyectista elaborará los manuales necesarios para garantizar la operación y el mantenimiento preventivo de manera efectiva.

VII. USO EFICIENTE DEL AGUA

En este apartado, se establecen reglas para el diseño de los sistemas hidráulicos, con el fin de lograr un uso eficiente del agua.

VII.1. Las instalaciones hidráulicas deben diseñarse para proporcionar los siguientes consumos de agua.

DESTINO	CONSUMO
1.-Educación Media y Superior	
Docencia	25 l/alumno / turno
Institutos Investigación	50 l/persona / día
2.- Oficinas administrativas	50 l/persona / día
3.- Baños con regadera	40 l/usuario / día
4.- Cafeterías	12 l/persona / día
5.-Agua para riego (Tratada)	5 l/m ² / día

VII.2. En los puntos de consumo la presión mínima debe ser:

- Llaves comunes $P_a = 1 \text{ K/cm}^2$
- Fluxómetros y calentadores $P_a = 1.5 \text{ K/cm}$

VII.3. La instalación que suministre agua tratada, deberá estar señalada para evitar su consumo por parte de los ocupantes de la edificación.

VII.4. Las edificaciones dispondrán de medidores de agua, a fin de cuantificar su consumo. Para la medición del suministro de agua en red general con diámetro de 3 pulgadas o mayores, se recomienda el uso de medidores de tipo electromagnético. Para la medición de suministro y consumo de agua con diámetros de 2 pulgadas o menores usar medidores de tipo volumétrico.

VII.5. Todas las salidas de agua, así como los muebles sanitarios, tendrán llaves de control y serán de bajo consumo y tendrán llaves que pueden ser: aireadores, sensores infrarrojos, fluxómetros, entre otros.

El consumo de los muebles sanitarios será de:

WC	4.8 l/descarga
Mingitorio	0.5 l/descarga
Llaves de lavabo	2 l/min.

VII.6. En el diseño y construcción de cisternas de agua para uso y consumo humano, deberán considerarse la accesibilidad para su monitoreo y mantenimiento de tipo preventivo cada seis meses, y correctivo en forma continua con el fin de detectar fugas en su interior y evitar la contaminación del agua por filtraciones o falta de cloro.

VII. 7. Las regaderas se proyectarán para trabajar a baja presión en un rango de 0.2 a 1.5 kg/cm²

VII. 8. En el diseño y construcción o remodelación de laboratorios deben seguirse los siguientes criterios para el uso eficiente del agua:

- Instalar filtros en las autoclaves para optimizar su uso y para disminuir la descarga de sales al drenaje. Se recomienda sólo utilizar las autoclaves con carga llena.
- Para campanas de extracción procurar utilizar sistemas secos (sin trampas de agua). Si utilizan agua, se debe ajustar el flujo a consumo mínimo.
- Para filtración, optar por desionización a través de resinas. Si se elige ósmosis inversa, debe procurarse escoger el equipo con un rechazo mínimo de vapor de agua.
- Para máquinas de hielo, utilizar equipo de enfriamiento a base de aire o aislamiento térmico o reutilizar el agua del deshielo. Hacer una estimación del volumen necesario de hielo y adquirir equipos de poca capacidad con sistemas de recirculación de agua.

VII.2. SISTEMA DE AGUA CALIENTE

Se proponen los siguientes criterios aplicables a las construcciones nuevas que tengan demanda de agua caliente.

VII.2.1. Criterios

VII.2.1.1. Si la fuente de energía que se utiliza para el calentamiento del agua es a base de gas natural o propano, se proyectará un sistema de calentamiento por medio de energía solar cuya contribución será por lo menos el calentamiento del 30% del volumen requerido, a una temperatura del agua de 60°.

VII.2.1.2. La contribución solar que se menciona en el punto anterior, se podrá disminuir en los siguientes casos:

- Cuando se cubra este aporte energético con el uso de otros procesos ahorradores de energía ajenos a la acción contaminante.
- Cuando la ubicación del edificio no cuente con suficiente acceso al sol, por la existencia de barreras externas.
- Cuando así lo determine la Dirección General de Obras y Conservación.

VII.2.1.3. No será necesario la utilización del calentamiento solar cuando la demanda de agua caliente sea inferior a 5,000 l/d.

VII.2.1.4. Cuando en un intervalo de tres meses continuos, la contribución solar sobrepase el 100% de la demanda energética, se dotará a la instalación de mecanismos con la posibilidad de disipar dicho excedente, o bien de cancelar temporalmente la utilización de la energía solar.

En todo momento, se prevendrá un posible sobrecalentamiento en la instalación.

VII.2.1.5. La instalación estará dotada de un sistema automático que limite la temperatura del agua a 60°C.

VII.2.1.6. Para asegurar la continuidad en el abastecimiento de la demanda de agua caliente, la instalación hidráulica debe disponer de un sistema de calentamiento convencional.

VII.2.1.7. 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.
- Medidor de consumo de agua de la red.

VII.2.1.8. Para asegurar el correcto funcionamiento del sistema, la dependencia elaborará un plan de vigilancia y de mantenimiento preventivo adecuados.

VII.3. AGUAS RESIDUALES

Los edificios dispondrán de un sistema adecuado para eliminar las aguas residuales y de lluvia que se generan, sin contaminar el medio ambiente, debiendo cumplir con las directrices siguientes:

VII.3.1. Los colectores del edificio conectarán con la red externa que conducirá hacia la red municipal o a una planta de tratamiento.

VII.3.2. En los edificios se usará un doble sistema para separar las aguas residuales de las aguas pluviales. Las primeras se enviarán al drenaje exterior o a una planta de tratamiento para su uso posterior en riego. Las aguas de lluvia se enviarán a una red pluvial en caso de existir, a una planta de tratamiento o bien se inyectarán al terreno.

VII.3.3. Cuando se tengan residuos que se consideren peligrosos, estos recibirán un tratamiento previo al vertido a la red externa, previa autorización de las dependencias correspondientes.

VII.3.4. Las aguas grises se podrán juntar con las aguas residuales, o bien, ser tratadas localmente para su reutilización en los muebles sanitarios del propio edificio.

VII.3.5. Las aguas residuales se tratarán en plantas de tratamiento que garanticen la calidad del agua que se obtenga. El agua utilizada en riego debe ser agua tratada.

VII.3.6. Las aguas residuales tendrán los límites máximos permisibles de contaminantes que establece la Norma Oficial Mexicana para las Aguas Residuales, que se descargan al alcantarillado público.

VII.3.7. La materia flotante debe estar ausente en el agua residual tratada, de acuerdo con la Norma Mexicana NMX-AA-006.

VII.3.8. Los límites máximos permisibles del contenido de contaminantes en las aguas residuales, tratadas y que se vayan a reusar deben cumplir con la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECO-1997.

TIPO DE REUSO	PROMEDIO MENSUAL
---------------	------------------

	Coliformes fecales NMP/100 ml	Huevos de Helminto (h/l)	Grasas y Aceites	DBO ₅ 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

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE CONTAMINANTES EN AGUAS TRATADAS

Notas.-

NMP es una medida de densidad poblacional (número más probable)

h / l mide la cantidad de huevos por litro

DBO₅ mide el grado de contaminación de una muestra líquida (demanda biológica de oxígeno)

SST es una medida de los sólidos suspendidos totales

VII.4. Agua pluvial

VII.4.1. El total de la superficie de los estacionamientos exteriores o descubiertos deberá construirse con materiales que permitan la infiltración de agua de lluvia, minimizando zonas de pavimento impermeable.

VII.4.2. Para el diseño de sistemas de captación del agua de lluvia deberán tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- El uso del agua: riego, uso en excusados, otro.
- Registros de precipitación de al menos 10 años
- Relación costo – beneficio

VII.5. Riego

VII.5.1. Para el diseño del riego de las áreas verdes de las entidades universitarias se considerará 5l/m².

VII.5.2. Para sistemas de riego convencionales, la elección de los aspersores deberán seguir las siguientes recomendaciones:

- Rociadores emergentes: útiles para irrigar áreas pequeñas de césped o arbustos.
- Rotores: para irrigar áreas medianas a grandes.
- Rotores de impacto: útiles para irrigar áreas grandes de césped o arbustos, ideales para utilizar con agua reciclada o de altos contenidos minerales.

Los rotors se ajustarán para regar en círculo completo hasta círculo parcial, dándole un control completo para aplicar agua sólo en donde se necesita y asegurar una cobertura de cabezal a cabezal.

VIII. MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Se establecen las condiciones mínimas que deben cumplir las construcciones para disponer de los residuos sólidos que se generan en ellas. A continuación se exponen las condiciones mínimas que se deben cumplir en el manejo de los residuos sólidos.

VIII.1. Todo edificio debe disponer de un espacio en donde se ubiquen los contenedores de residuos que se generen en los edificios. En algunos casos, el mismo espacio puede ser utilizado por varias dependencias. El proyecto debe incluir un acceso para los camiones recolectores.

VIII.2. El espacio destinado al almacenamiento de residuos sólidos será de 0.01 m²/m² de construcción.

VIII.3. Los desechos se clasificarán en tres grupos: orgánicos, reciclables y plásticos "PET". Cada tipo dispondrá de un depósito de dimensiones adecuadas.

VIII.4. Se realizarán estudios especiales para llevar a cabo la disposición final de los recursos peligrosos.

VIII.5. Cada dependencia dispondrá de contenedores con capacidad aproximada de 0.004 m³, por persona que asista regularmente a la dependencia.

IX. REDUCCIÓN ACÚSTICA

Los espacios escolares, tanto las aulas como los auditorios, se proyectarán para que tengan las condiciones acústicas necesarias que garanticen un buen sonido durante su uso. A continuación se harán una serie de recomendaciones para espacios con un volumen de hasta 350 m³. Cuando excedan este valor o para algunos locales singulares, se requerirá de un diseño especial.

RECOMENDACIONES

- 1- El proyecto acústico tiene por objeto utilizar materiales y tecnologías adecuadas, para que los elementos constructivos de un recinto eviten la transmisión del ruido y de las vibraciones entre espacios contiguos, así como de los provenientes del exterior, permitiendo distinguir los sonidos emitidos dentro del recinto de manera clara.
- 2- Para el diseño acústico de los espacios escolares se harán las siguientes consideraciones :
 - Debe limitarse el ruido proveniente del exterior o de los espacios colindantes.
 - No se debe superar el valor del tiempo de reverberación recomendable, al interior del recinto.
 - Se debe cuidar la unión de los elementos constructivos, de las puertas y en general de las instalaciones que llegan al interior del recinto atravesando la envolvente del mismo.
- 3- De preferencia los locales serán rectangulares, con muros rectos en lo posible.
- 4- Los locales que generen ruido estarán alejados de las aulas.
- 5- Para limitar los niveles de ruido que puedan transmitir los muros de la envolvente, éstos serán de un material con peso mínimo de 250 kg / m², y con un índice global de reducción acústica de 30

dBA, siendo el decibel acústico, la unidad utilizada para medir la intensidad del sonido. Este índice se obtendrá a partir de la información proporcionada por un laboratorio especializado.

- 6- Para calcular la absorción acústica de los acabados superficiales de los muros, se utilizarán sus coeficientes de absorción medio, α , que corresponda a distintas frecuencias : 500, 1000, 2000 Hz.
- 7- De preferencia la absorción acústica del techo debe ser igual a la de los muros :

Absorción acústica de los muros, $A = \sum \alpha S$

La absorción máxima del techo debe ser,

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

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

En donde

A = Área de absorción acústica

α = Coeficiente de absorción acústica del material, para diferentes frecuencias.

Proporcionado por el fabricante.

S = Superficie de absorción acústica del muro.

St= Superficie de absorción acústica del muro

h = Altura del recinto

- 8- El tiempo de reverberación del recinto se puede calcular mediante la expresión :

$$T = 0.16 V / S$$

V = Volumen del recinto

S = Superficie de absorción que es igual a la superficie expuesta multiplicada por su coeficiente medio de absorción

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

- 9- Para limitar el sonido reverberante, las superficies expuestas tendrán un área de absorción acústica equivalente por lo menos a 0.2 m² por cada m³ del volumen del recinto.
- 10- En aquellos recintos que tengan doble muro, el espacio interior se llenará con material absorbente acústico.
- 11- Se debe cuidar en no someter a los usuarios de los espacios a sonidos que superen los 65 db.

X. SISTEMAS DE CONTROL

En los edificios se deberá adoptar un sistema de control energético, con objeto de supervisar las distintas instalaciones del edificio y verificar que la operación cumpla con las metas establecidas en el proyecto. Con ello, se busca mejorar la eficiencia de los procesos, reduciendo los costos de operación y facilitando su mantenimiento.

Los sistemas se controlarán de manera independiente o por grupos, mediante mecanismos que sean simples de operar. Los distintos sistemas se integrarán bajo un mismo protocolo.

Entre los sistemas de control que se recomienda instalar en los edificios, se mencionan los siguientes:

- Sistema de control de iluminación, el cual deberá incluir el prendido y apagado de la iluminación desde uno o varios puntos. En las circulaciones, se recomienda la instalación de sensores de movimiento y en las áreas exteriores sensores de intensidad lumínica.
- Control central del sistema de ventilación o de aire acondicionado.
- Sistema de voz y datos.
- Sistema de presencia y control de accesos.
- Sistema de gestión de energía.

Estos sistemas de control están orientados a evaluar periódicamente el consumo de energía, mejorar su eficiencia y mantener en servicio los distintos sistemas que operan en el edificio. Se requiere que los sistemas tengan una supervisión efectiva para analizar la información obtenida y para administrar el funcionamiento de los equipos.

BIBLIOGRAFÍA

Lo no previsto en los presentes criterios, deberá regularse por la siguiente legislación:

Normatividad de Obras de la UNAM.

Normatividad del Sistema de Planeación del Patrimonio Inmobiliario. Manual de Higiene y Seguridad de Obras de la UNAM.

Catálogo Universal de Conceptos de Obra de la UNAM.

Reglamento Interno y Lineamientos para el Desarrollo de Actividades dentro de la Reserva Ecológica de REPSA.

Manual de procedimientos del Programa de Adopción de la REPSA.

Comité de Preservación, Desarrollo y Mantenimiento del Patrimonio Inmobiliario de la UNAM. Subcomité de Preservación, Desarrollo y Mantenimiento del Patrimonio Inmobiliario del Campus Central de Ciudad Universitaria.

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

Programa Universitario de Medio Ambiente

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.

Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001, Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales.

NOM-011-ENER-2006 Eficiencia Energética en Acondicionadores de Aire Tipo Central, Paquete o Dividido. Límites, Métodos de Prueba y Etiquetado.

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.

NOM-021-ENER/SCFI/ECOL Eficiencia Energética y Requisitos de Seguridad al Usuario en Acondicionadores de Aire Tipo Cuarto. Límites, Métodos de Prueba y Etiquetado.

Norma Oficial Mexicana NOM-007-ENER-2004, Eficiencia energética en sistemas de alumbrado en edificios no residenciales.

Norma Oficial Mexicana NOM-013-ENER-2004, Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en vialidades y áreas exteriores públicas.

Norma Oficial Mexicana NOM-017-ENER-1997, Eficiencia energética de lámparas fluorescentes compactas. Límites y métodos de prueba.

Norma Oficial Mexicana NOM-028-ENER-2010. Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.

Norma Oficial Mexicana NOM-058-SCFI-1999. Productos eléctricos - Balastros para lámparas de descarga eléctrica en gas - Especificaciones de seguridad.

Norma Oficial Mexicana NOM-064-SCFI-2000. Productos eléctricos - Luminarios para uso en interiores y exteriores-. Especificaciones de seguridad y métodos de prueba.

Norma Oficial Mexicana NOM-025-STPS-2008, Condiciones de iluminación en los centros de trabajo.

Especificación CFE G0100-04, Interconexión a la red eléctrica de baja tensión de sistemas fotovoltaicos con capacidad hasta 30 kW.

Norma Ambiental para el Distrito Federal NADF-007-RNAT-2004, Que establece la clasificación y especificaciones de manejo para residuos de la Construcción en el Distrito Federal.

Norma Oficial Mexicana NOM-003-ECOL-1997. Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes para las aguas residuales tratadas que se reúsen en servicios al público.

Norma Oficial Mexicana 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.

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.