



ENERGÍA sustentable en EDIFICIOS y CASAS

Gabriela Álvarez García y Rubén Dorantes Rodríguez

En nuestro país y en muchos lugares del mundo, resulta inaplazable modificar el proceso de diseño de las edificaciones hacia un concepto de *hábitat sustentable* que considere estrategias bioclimáticas, minimice la cantidad de energía mecánica y eléctrica no renovable, y contemple el uso racional del agua.

Adiferencia de los aparatos, las edificaciones son equipamientos e infraestructura que la sociedad produce y cuya vida útil es más larga: duran alrededor de 100 años, o incluso muchos más. Su presencia tiene gran impacto en el uso futuro de la energía y en los patrones de emisión de contaminantes a la atmósfera. Por tanto, los elementos empleados en las envolventes de las edificaciones tienen consecuencias inmediatas respecto al consumo de energía y al cambio climático (Behling y Sol, 2002).

Actualmente, debe considerarse que el desarrollo humano, para ser compatible con la conservación de los sistemas naturales que mantienen la vida, debe ser *sustentable*. Una edificación sustentable hace uso eficiente de la infraestructura existente: la energía, el agua, los materiales y el suelo; esto implica la incorporación de nuevas exigencias a lo largo del proceso constructivo y un cambio en las técnicas, sistemas de construcción y hábitos personales (Conafovi, 2006). Se sabe que cambiar las inercias es difícil, pero cambiar los hábitos personales a veces resulta casi imposible. Aun así, debemos reconocer que las actitudes hacia nuestros hábitos en el consumo de energía y agua en las edificaciones deben cambiar y corresponder a nuevos paradigmas.



Una edificación sustentable
hace uso eficiente de la
infraestructura existente: la energía,
el agua, los materiales y el suelo;
esto implica la incorporación de
nuevas exigencias a lo largo del
proceso constructivo y un cambio
en las técnicas, sistemas de
construcción y hábitos personales



Energía y edificación

En países desarrollados como los Estados Unidos, el uso de energía en edificaciones es muy intenso. La Figura 1(a) muestra que en 2007 se consumió 39 por ciento de energía en acondicionamiento de edificaciones, que incluye el sector residencial (21 por ciento) y el comercial (18 por ciento) (Department of Energy, 2007). En consecuencia, el sector de las edificaciones es también responsable de una gran parte de las emisiones de dióxido de carbono (CO_2), como puede verse en la Figura 1(b). Desde 1960 las edificaciones han emitido 300 mil millones de toneladas de dióxido de carbono; hacia el año 2000 se han incrementado a 650 mil millones de toneladas. En contraste, las emisiones industriales se han mantenido o hasta han decrecido. Por tanto, el sector de las edificaciones debe ser analizado para poder realizar los cambios de tecnologías y hábitos en el uso de energía y reducir así emisiones de dióxido de carbono hacia la atmósfera.

En la República Mexicana, las edificaciones en su conjunto representan 24 por ciento del consumo final de energía, con un crecimiento promedio previsto del 1.4 por ciento anual. Se estima que en estos momentos las edificaciones están generando, indirectamente, alrededor de 20 mil millones de toneladas de contaminantes al año, principalmente de dióxido de carbono (Secretaría de Energía, 2003).

¿Para qué se usan estos energéticos en el sector de las edificaciones? Para responder a esta pregunta podemos analizar la Figura 2, que nos permite ver dos situaciones importantes que tienen que ver con los tipos de climas que tenemos en México. Por una parte, la Figura 2(a) muestra que en los lugares con clima cálido, 44 por ciento de toda la energía anual se consume por acondicionamiento de aire. Esta situación no se presenta en lugares con climas templados, donde prácticamente no se usa la climatización ni en invierno ni en verano; en estos casos, el mayor consumo se debe a la ilu-

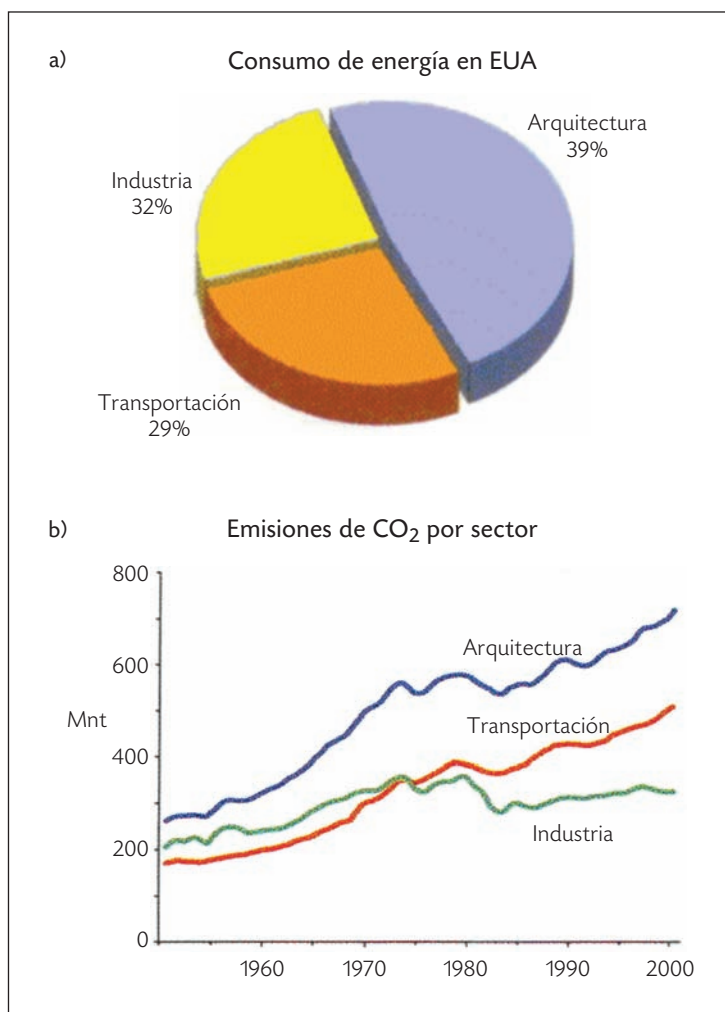


Figura 1. (a) Consumo de energía por sector; y (b) Crecimiento de las emisiones de CO_2 por sector en los Estados Unidos (American Solar Energy Society, 2003).

minación, con 40 por ciento; Figura 2(b). Así, se observa que el factor clima es determinante en el consumo anual de energía para el confort de una edificación.

Así, en las edificaciones, el consumo de energía depende del clima y también de las tecnologías utilizadas durante el proyecto, ejecución y mantenimiento de la edificación. La edificación y la tecnología van unidas. Los avances arquitectónicos siempre han estado supeditados a los desarrollos científicos y tecnológicos en ingeniería. Por ello, la decisión del constructor o arquitecto de emplear una u otra tecnología en un proyecto deberá enfocarse hacia tres acciones:

1) Tener en cuenta que las tecnologías empleadas dependen del tipo de energía que se utiliza y cómo se genera o se capta para el uso y mantenimiento de la edificación.

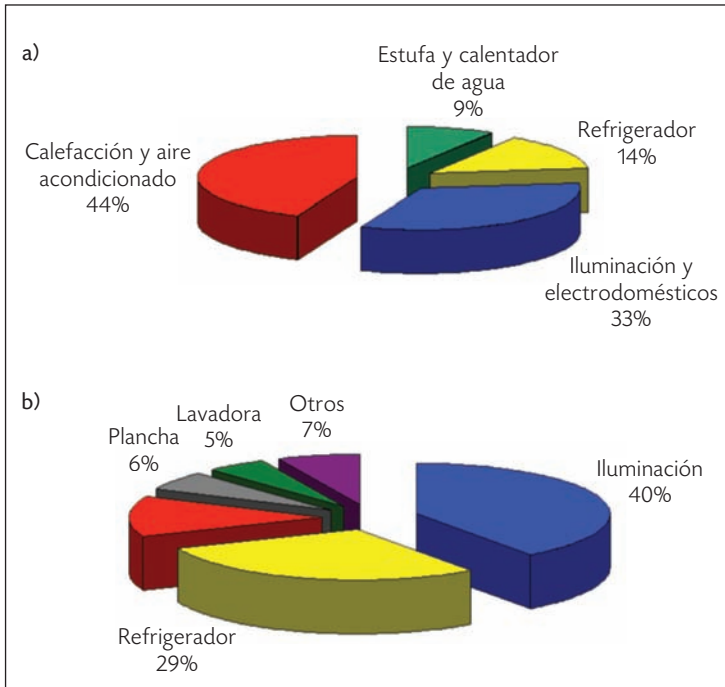


Figura 2. (a) Porcentaje del consumo total de energía en el sector doméstico en México en clima cálido (electricidad + gas) por aparatos; y (b) Porcentaje del consumo total de energía en el sector doméstico en México en clima templado (electricidad + gas) por aparatos.

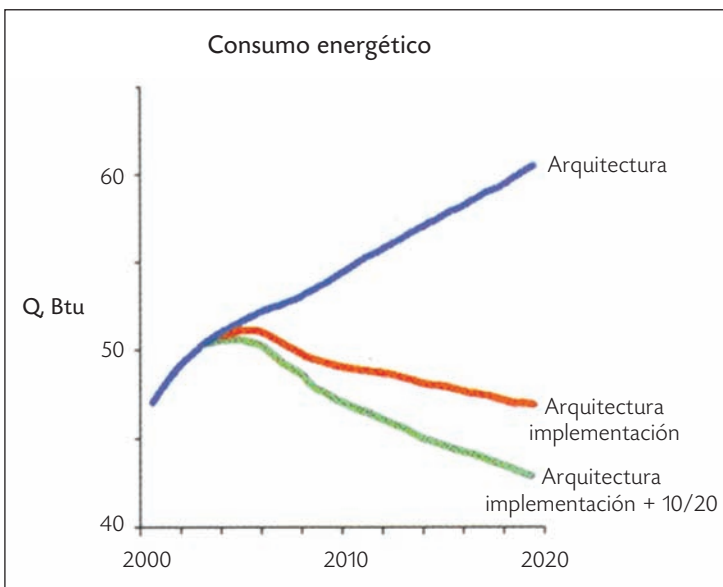


Figura 3. Diferentes escenarios del consumo energético, considerando ahorro energético (Department of Energy, 2007).

2) Al diseñar las edificaciones, se deben especificar los materiales que se usarán en su construcción, la forma en que se aprovechará la energía y cómo ésta se integrará en el proyecto arquitectónico. Los diseños determinan el tipo de consumo de energía y los patrones de emisión a largo plazo de la edificación.

3) En un proyecto arquitectónico, hay que evaluar previamente el consumo de energía y su impacto en el medio ambiente.

Para lograr la sustentabilidad, estas acciones deberán limitar la tendencia actual en el diseño de las edificaciones contemporáneas y los efectos que conlleva. La Figura 3 muestra los diferentes escenarios que pueden presentarse a futuro en la arquitectura. Aun implementando medidas de ahorro y de uso eficiente de energía y reducción de contaminantes, el ritmo de crecimiento cambiará dependiendo de las medidas que se tomen, ya sea implantando políticas para disminuir el consumo energético y las emisiones sólo para edificios gubernamentales (línea azul), implantando políticas para reducir el consumo energético para todas las edificaciones (línea roja) o bien en el escenario donde la arquitectura supone programas educativos y estándares normativos que apoyan el uso de las energías renovables (10 por ciento de la electricidad suministrada por medios renovables para el 2015, y 20 por ciento para el 2025, línea verde).

Al tomar como marco de referencia al desarrollo sustentable, se espera que surja un nuevo paradigma de la arquitectura que contemple una drástica reducción en el consumo energético de las edificaciones y un menor impacto al medio ambiente. Se espera una evolución de la edificación y el desarrollo urbano a nivel mundial, donde se intente establecer la integración del desarrollo de las edificaciones con la conservación del medio ambiente, empleando de manera armoniosa y sustentable todos los recursos naturales disponibles, principalmente los recursos renovables como sol, viento, agua y vegetación, pero donde exista confort ambiental y psicológico para los usuarios. Es necesario con-

siderar un desarrollo eficiente y de bajo impacto ambiental de las edificaciones desde la construcción misma.

Un diseño adecuado, que considere estrategias bioclimáticas, permite diseñar edificaciones donde es posible minimizar la cantidad de energía mecánica y eléctrica no renovable

Edificación tradicional *versus* edificación bioclimática

Antiguamente, nuestros antepasados ya contaban con diseños de edificación tradicional o vernácula. Ésta, muchas veces tenía enfoques bioclimáticos, los cuales se fueron descubriendo a través de prueba y error hasta lograr niveles aceptables de habitabilidad y de confort.

Durante siglos, el empleo de tecnologías propias ponía a los seres humanos en condiciones de levantar construcciones con la ayuda de materiales y fuentes de energía renovables que cumplieran su finalidad con eficacia. Este conocimiento de cómo la vida humana depende de una relación amable con el entorno natural ha podido conducirnos a encontrar formas de construcción propias de la naturaleza. En la Figura 4 se pueden observar varios ejemplos. Sin embargo, es necesario reconocer que en la edificación vernácula existen ciertas restricciones, debido a que se utilizan materiales con limitadas características físicas que pueden no ser adecuadas. La paja, por ejemplo, es utilizada en techos por sus muy buenas características aislantes, pero tiene poca durabilidad, es altamente inflamable y permite el ingreso de insectos. El adobe es un material magnífico como aislante térmico, pero carece de resistencia estructural para soportar sismos.

Actualmente se requieren nuevos materiales y estudios térmicos de las edificaciones que ofrezcan respuestas rápidas, verificables y sobre todo cuantificables, por lo que se están formulando y desarrollando nuevas metodologías fundamentadas en la ciencia para realizar los estudios de análisis bioclimático y aplicarlas al proceso de diseño.



Figura 4. Ejemplos de edificaciones vernáculas. a) Paquimé, Chihuahua, México; y b) Yucatán, México.

Es importante sentar las bases para que las edificaciones sean construidas racionalmente, y que respondan a la relación directa entre el ser humano y su medio, así como considerar estrategias de diseño que aprovechen de forma óptima las condiciones ambientales del entorno para conseguir el confort higrotérmico (relativo a humedad y temperatura).

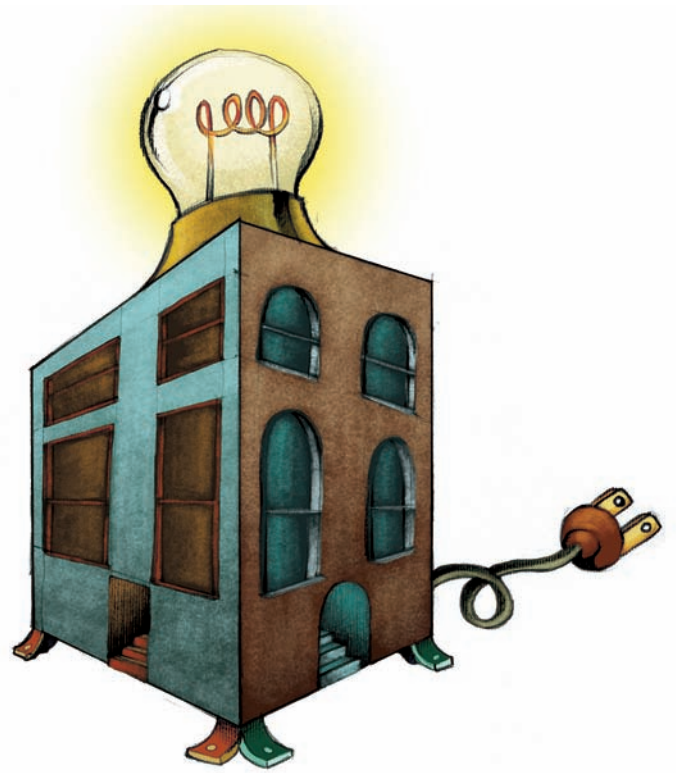
Las metodologías de diseño deben englobar la utilización de la energía solar pasiva en los edificios, pero a veces con el diseño solar pasivo no se obtienen los niveles de confort higrotérmico, y es necesario emplear medios mecánicos. Sin embargo un diseño adecuado, que considere estrategias bioclimáticas, permite diseñar edificaciones donde es posible minimizar la cantidad de energía mecánica y eléctrica no renovable. Hoy es posible concebir edificaciones que generen la totalidad de toda la energía eléctrica y térmica consumida a través de fuentes renovables, lo que abre un panorama enorme de desarrollo de este nuevo tipo de edificaciones con una menor dependencia de recursos energéticos no renovables.

Edificación actual

En la actualidad, en México se registra una construcción masiva de vivienda de interés social debido a programas de vivienda muy agresivos por parte de organismos como el Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit) y el Fondo de la Vivienda del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (Fovissste), así como por parte de empresas privadas que han visto en este sector una oportunidad de negocios de grandes dimensiones.

Es fácil ver en este sector el descuido y atraso que presenta para incorporar tecnologías constructivas de bajo costo pero de buen desempeño térmico, y para utilizar tecnologías de ahorro y uso eficiente de energía. Los modelos de viviendas que se diseñan para climas templados se reproducen tal cual en climas extremos, con graves consecuencias para los usuarios no sólo en cuanto al daño a su patrimonio económico, sino en toda una serie de afectaciones a su salud, sobre todo en las poblaciones de mayor riesgo, como la infantil y la de adultos mayores.

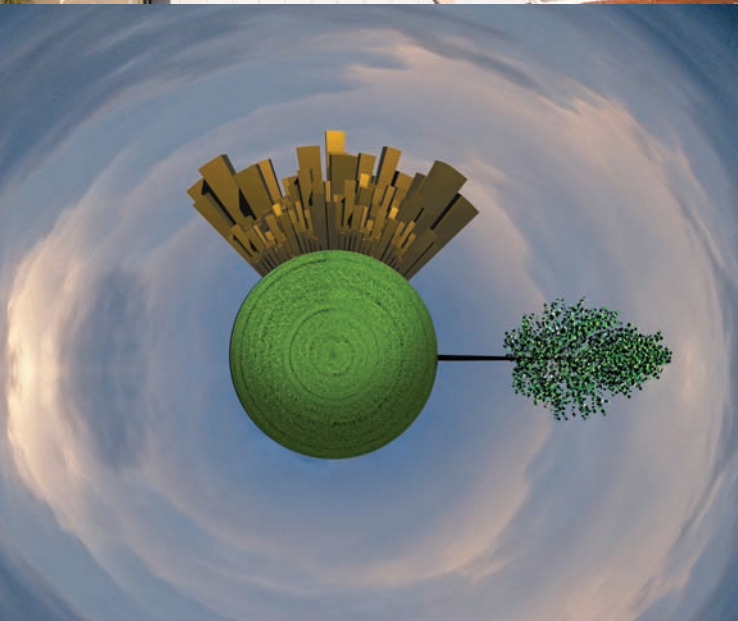
En programas gubernamentales de construcción masiva de viviendas de interés social, los ahorros económicos mal entendidos llevan al descuido del diseño térmico inteligente para el confort, que puede obtenerse con un costo moderado. Esta ineficiente inversión en ahorro energético se paga en el futuro generando consecuencias visibles, como el robo de la energía eléctrica



ca o el uso de tecnologías de acondicionamiento tremendamente obsoletas y de alto consumo energético, que finalmente provocan la creación de subsidios en las tarifas, los cuales pesan cada vez más sobre las débiles finanzas públicas.

El malo y escaso diseño de los espacios habitables también se paga con el incremento en la delincuencia y el bajo rendimiento escolar de las poblaciones de niños y jóvenes, así como con problemas de salud pública que tarde o temprano presionan a su vez a los sistemas estatales y federales de salud. Por estas razones, es de gran importancia que se busque mejorar los sistemas constructivos, comenzando por realizar de forma obligatoria diseños bioclimáticos apegados al ambiente natural de las edificaciones.

Las edificaciones que se construyen en climas extremos tienen necesariamente que recurrir al aislamiento térmico en toda su envolvente, utilizando materiales diversos de baja conductancia térmica. Como alternativa, se puede emplear adobe como material de cons-



trucción en lugares donde sea posible, o bien recurrir a los aislamientos térmicos a base de espumas o de fibra de vidrio, que no hacen otra cosa que introducir aire en forma empaquetada en techos y paredes para aislarlos. Es importante reconocer que en la actualidad la vieja práctica de aislar térmicamente una edificación para bajar las cargas térmicas casi se ha olvidado, y es muy común ver cómo edificaciones nuevas de todos los tamaños, construidas en climas cálidos, no se diseñan con el aislamiento térmico adecuado en techos, muros ni ventanas, por lo que se emplean sistemas mecánicos de acondicionamiento de aire de gran capacidad, que implican gran dispendio de la energía eléctrica.

Por tanto, es urgente que se retome el camino ya andado en las décadas de los setenta y ochenta, cuando se lograron avances muy importantes en lo relativo a programas exitosos de ahorro y de uso eficiente de energía a nivel nacional. Estos programas, por no hacerse obligatorios, han sido casi abandonados en la última década, sin mediar justificación alguna: la soberbia ha desafiado nuevamente a las fuerzas de la naturaleza. Nuestro país sigue careciendo de normatividades estrictas y obligatorias que eviten estos excesos, y es inaplazable que nosotros como sociedad educada dejemos de ser estáticos ante estos hechos, que no sólo desafían las leyes de la naturaleza, sino que provocan una fuerte importante carencia de confort higrotérmico y psicológico en las edificaciones, además de un dispendio inaceptable de recursos económicos y energéticos.

Desarrollo futuro

En este contexto, los desafíos que presentan las edificaciones en el futuro son disminuir la demanda de energía fósil convencional, reducir los impactos ambientales y mantener condiciones interiores confortables frente al aumento o disminución de la temperatura exterior.

Así, el proceso de diseño de las edificaciones debe ser modificado para incorporar el concepto de hábitat sustentable que responda a la preocupación de hacer el mejor uso posible de los energéticos renovables y no renovables, y para incorporar sistemas y tecnologías eficientes, ante un escenario de escasez de agua. Asimismo, debe tenerse el propósito de mantener al interior y exterior de las edificaciones la mejor calidad de vida posible (Szokolay, 2005; Rostvik, 1992; Morillón y Rodríguez, 2006).

En función del panorama planteado, es necesario considerar nuevos paradigmas que relacionen las edificaciones con el medio ambiente. Estos nuevos paradigmas de la arquitectura deberán basarse en los siguientes puntos:

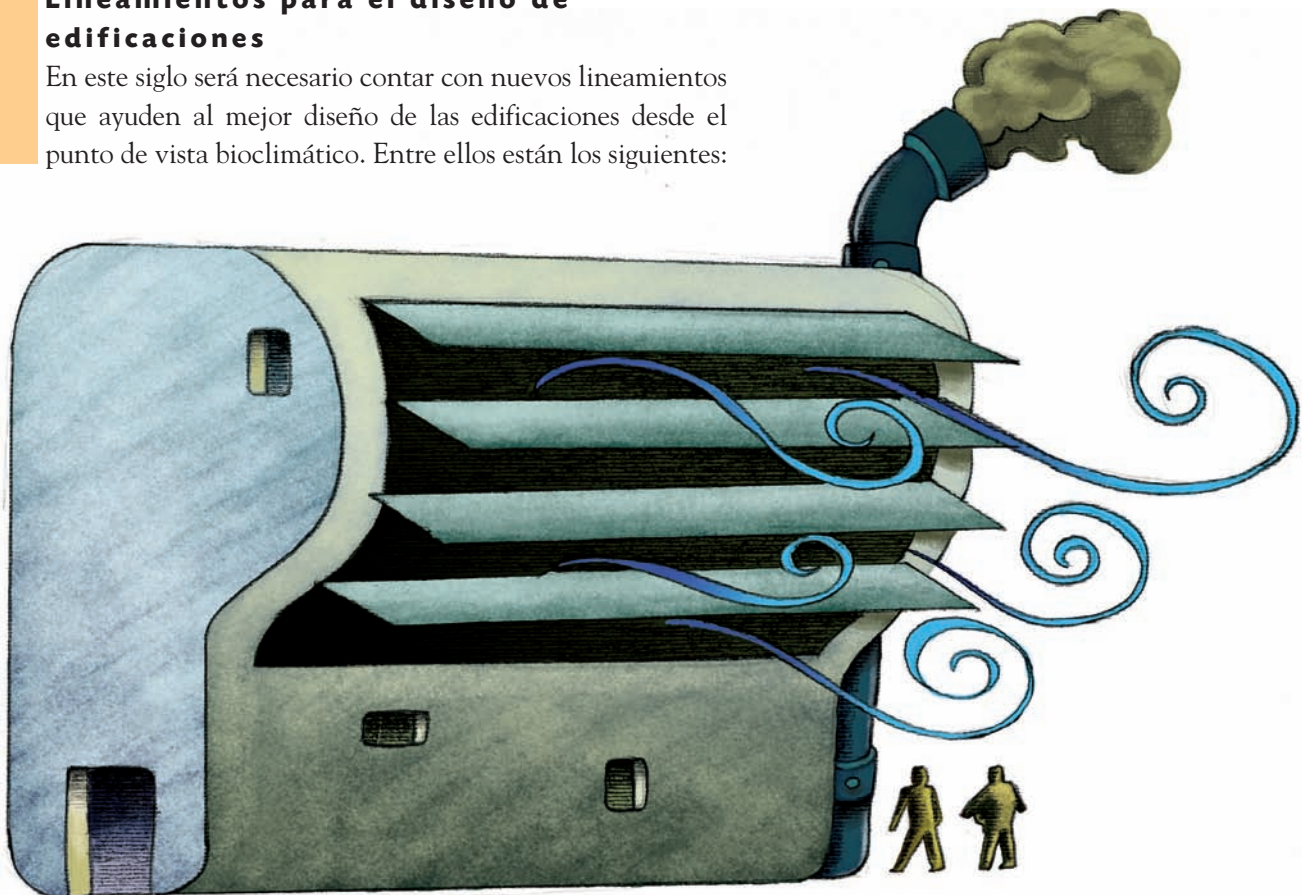
- a) Nuevos lineamientos para el diseño de edificaciones.
- b) Nuevas metodologías constructivas.
- c) Desarrollo de nuevas tecnologías de componentes de envolventes integradas al diseño de las edificaciones (nuevos materiales con capacidad reciclable y no contaminante, tecnologías avanzadas de vidrios, etcétera); nuevos sistemas de generación de energía eléctrica y térmica, que utilicen la propia envolvente de la edificación; sistemas y tecnologías que permitan el uso óptimo del agua, desde su captación, su uso y hasta su reuso.
- d) Normatividades que determinen la calidad energética y el nivel de emisiones de la edificación.

El estado actual de la ciencia y el desarrollo tecnológico están en condiciones de resolver un gran número de problemas que pueden permitir una adecuación eficaz de la edificación al clima. Existe mejor conocimiento de la climatología, se dispone de gran diversidad de materiales de construcción y se conocen sus propiedades estructurales y térmicas.

Lineamientos para el diseño de edificaciones

En este siglo será necesario contar con nuevos lineamientos que ayuden al mejor diseño de las edificaciones desde el punto de vista bioclimático. Entre ellos están los siguientes:

- Al diseñar una edificación, es necesario considerar que la tierra es valiosa, no sólo desde el punto de vista monetario, sino ambiental. Las edificaciones que se construyan deberán producir un mínimo de modificaciones en el sitio, prevenir la erosión del suelo y tener un mínimo de áreas pavimentadas.
- Dentro de lo posible, la edificación deberá disponer de medidas propias contra las condiciones hostiles y conseguir una situación de confort ambiental que reduzca al mínimo las necesidades de calefacción y refrigeración adicional.
- La edificación no deberá privar al usuario de las influencias exteriores naturales y ventajosas para él. Se dará preferencia en la medida de lo posible a la luz y ventilación naturales.
- La edificación deberá tener la capacidad técnica de abastecerse y almacenar ener-





gía de fuentes naturales para poder usarla según sus necesidades. Se favorecerá la proyección de edificaciones con demandas energéticas menores.

- Las edificaciones deberán estar integradas ecológicamente con su correspondiente entorno. No sólo han de reducir al mínimo su consumo energético interno, sino que además no deberán ejercer ninguna influencia negativa sobre el ambiente. Deberán integrar soluciones para la captación y uso inteligente del agua, evitando cualquier desperdicio.

Nuevas metodologías constructivas

Para lograr edificaciones integradas al clima, sin excepción, las nuevas metodologías de diseño deben comprender los siguientes puntos principales:

- Recolectar y procesar datos meteorológicos confiables para definir las condiciones típicas de clima del lugar.
- Definir las condiciones deseables de confort, considerando la temperatura, humedad, movimiento del aire y temperatura media radiante, según el nivel de actividad física y las características de la indumentaria usual en la zona.
- Utilizar modelos de la intensidad de radiación solar media y máxima sobre las superficies, según su inclinación y orientación, de acuerdo con la latitud.
- Utilizar modelos dinámicos para simular el comportamiento higrotérmico de la envolvente de las edificaciones, que permitan evaluar la evolución en el tiempo de las temperaturas interiores y cuantificar la demanda de energía auxiliar.
- Determinar índices de referencia que permitan medir la sustentabilidad energética de las edificaciones, para saber hasta qué punto una edificación puede ser autosuficiente energéticamente, empleando tecnologías que sean viables técnica y económicamente.

Desarrollo de nuevas tecnologías

Las tecnologías emergentes que podrán contribuir al mejoramiento de la edificación son:

- El desarrollo de nuevos materiales para la envolvente de la edificación, que sean de bajo impacto, reciclables y que se integren al medio ambiente, así como el reaprovechamiento de materia prima regional.

- Las técnicas innovadoras de ventilación que integren el interior con el exterior, como las chimeneas solares, torres de enfriamiento, etcétera.
- Las envolventes innovadoras para edificios con control de flujos de calor por medios pasivos, que tengan una gran resistencia e inercia térmica, así como superficies con una adecuada absorción y emisión, dependiendo del clima, conjuntamente con el desarrollo de nuevas ventanas avanzadas que controlen la entrada de energía térmica y luz solar, la transmisión de luz por aberturas, su tamaño, orientación, mecanismos de apertura, y la calidad de los vidrios y los sombreados de ventanas.
- La integración de tecnologías renovables en la envolvente de las edificaciones para generar energía térmica y eléctrica (véase Figura 5).
- El desarrollo de nuevos sistemas para promover el uso racional del agua, el reciclaje, la recolección de agua de lluvia y la reposición de agua subterránea.
- La utilización productiva de las techumbres como elementos de control térmico y de captación de agua de lluvia y de producción de alimentos, plantas, etcétera.

Normatividades

Los requerimientos de normatividad deben incluir la implementación y verificación de medidas de sustentabilidad en las edificaciones y ser de carácter obligatorio. La normatividad comprenderá:

- La evaluación termo-energética de las envolventes de las edificaciones.
- La evaluación de técnicas para el acondicionamiento ambiental que minimicen los requerimientos de calentamiento y enfriamiento.
- La evaluación y calificación de la vivienda.
- El uso de criterios y métodos de calificación que promuevan una edificación de menor impacto ambiental y mejor calidad, que contemple las características específicas de la región.
- El uso de criterios para el uso racional del agua, incluyendo procesos de reciclaje, disminución de descargas, recolección de agua de lluvia y reposición de agua subterránea.
- Criterios para privilegiar la iluminación natural, tanto en intensidad como en calidad.
- Criterios para determinar el grado de autosuficiencia energética que pueda tener una edificación, tanto en el aspecto eléc-



Figura 5. (a) Integración de nuevas tecnologías a la envolvente de edificaciones (arriba y centro); y (b) Utilización de tecnologías de calentamiento solar y de climatización pasiva en un conjunto de viviendas de interés social en Ciudad Juárez, Chihuahua, México (abajo). Cortesía de Sunway, S.A.



trico como térmico y de utilización obligatoria de fuentes renovables de energía.

Este enfoque para favorecer la construcción de edificaciones bioclimáticas deberá conducir a una revolución en las edificaciones; para lograrlo, será necesario comenzar entendiendo que cada trabajo arquitectónico tiene impactos a nivel global. Será necesario educar con los principios necesarios para efectuar este cambio en las emisiones y en los patrones de consumo en el sector de la edificación.

Las instituciones educativas del país tienen el potencial para introducir los cambios profundos en la profesión, las cuales podrán cambiar la dirección que tome la ingeniería de la construcción y la arquitectura. Se deberán ofrecer herramientas de cómputo y de la vida real para proporcionar información a los estudiantes sobre los principios fundamentales de los procesos naturales. Y acoplado con este

nuevo proceso educativo, deberá haber entrenamiento dirigido a nivel profesional, para modificar la visión y hacernos más conscientes del cuidado al medio ambiente (Enríquez y Barcos, 2000; Naredo y Rueda, 1997).

Conclusiones

Energía, edificación y ambiente están estrechamente relacionados. Es necesario contar con nuevos paradigmas en la arquitectura que contemplen el cuidado ambiental. La implementación de nuevos lineamientos, metodologías, tecnologías innovadoras y normatividades estrictas que vigilen el ahorro energético y disminuyan la emisión de contaminantes cambiarían el enfoque de la edificación actual.

El enfoque bioclimático de la edificación contribuirá a generar un hábitat sustentable. Los organismos oficiales a nivel gubernamental y local deberán iniciar políticas efectivas de ahorro y de uso eficiente de energía y disminución del impacto ambiental. Las universidades, los colegios de arquitectos, las organizaciones no gubernamentales (ONG) y las empresas constructoras deberán implementar medidas más contundentes para lograr un nuevo

paradigma en la arquitectura. Es necesario e imprescindible preparar más profesionales con este nuevo enfoque, que consiste en considerar, desde el diseño, la integración del ambiente y la evaluación energética de las edificaciones.

Realizar diseños constructivos de edificaciones que no desafíen a la naturaleza sino que la aprovechen integralmente de manera amigable, es una tarea que deberá ser exitosa; porque existe un largo camino, andado desde hace cientos de años, y porque la ciencia y los desarrollos tecnológicos actuales pueden permitir y facilitar la tarea.

Será necesario insistir en que la normatividad en edificaciones sea obligatoria, para que se modifiquen los hábitos de consumo y para que se desarrollen y apliquen nuevos diseños y tecnologías, que consideren los materiales y el clima del lugar, lo cual es imprescindible para alcanzar un desarrollo sustentable.

Gabriela del Socorro Álvarez García es física por la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de México (UNAM), maestra en ciencias en ingeniería mecánica por la New Mexico State University (Estados Unidos) y doctora en ingeniería por la División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería (UNAM). Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores. Ha sido coordinadora del área de Sistemas Térmicos del Departamento de Ingeniería Mecánica de 2006 a 2009 y dirige proyectos nacionales e internacionales. Actualmente es profesora-investigadora del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico (Cenidet-DGEST-SEP) en el área de energía en edificaciones y sistemas solares relacionados. gaby@cenidet.edu.mx

Rubén José Dorantes Rodríguez es físico por la Facultad de Ciencias de la UNAM. Cursó el Diplomado de Estudios a Profundidad en Energética en la Universidad de Niza, Francia. Es doctor en energética por el Instituto Nacional de Ciencias Aplicadas de Lyon. Es profesor-investigador en el Departamento de Energía de la División de Ciencias Básicas e Ingeniería de la Universidad Autónoma Metropolitana, unidad Azcapotzalco (UAM-A). Es profesor de la Especialización y Maestría en Diseño Bioclimático de la División de Ciencias y Artes para el Diseño de la UAM-A y profesor invitado en la Maestría y Doctorado en Energía Solar de la UNAM. Ha sido Coordinador del Programa de Ahorro de Energía de la UAM-A de 1992 a 1996 y fue jefe del Departamento de Energía de la UAM-A, de 1998 a 2002. Actualmente es coordinador de la carrera de Ingeniería Física. rjdr@correo.azc.uam.mx

Lecturas recomendadas

- Behling, S. y S. Sol Power (2002), *La evolución de la arquitectura sostenible*, publicación de la Agrupación READ (Renewable Energies in Architecture Design).
- Conafovi (2006), *Guía para el uso eficiente de la energía en vivienda*, primera edición, Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda.
- Department of Energy (DOE, 2007), *Annual Energy Review*, Energy Information Administration, Estados Unidos.
- American Solar Energy Society (2003), revista *Solar today*, 17, 3.
- SENER (2003), *Balance nacional de energía 2003*, Secretaría de Energía, México.
- Szokolay, S. V. (2005), "Towards a new paradigm in architecture for the 21st century", IV Congreso Latinoamericano sobre Confort y Comportamiento Térmico de las Edificaciones.
- Rostvik, H. N. (1992), *The sunshine revolution*, Noruega, SunLab Publishers.
- Morillón Gálvez, D. y M. Rodríguez Viqueira (editores, 2006), *30 años de evolución y desarrollo de la arquitectura bioclimática en México*, México, ANES.
- Enríquez Jiménez, Manuel y Javier Barcos Berruezo (2000), "Planificación estratégica: plan de viviendas bioclimáticas de Navarra. La matriz bioclimática como metodología de actuación. Ejemplos de aplicaciones en Navarra", *Boletín CF+S*, Pamplona, España. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n14/amenr.html>
- Naredo, José Manuel y Salvador Rueda (1997), "La ciudad sostenible: resumen y conclusiones", *Boletín CF+S*. Disponible en: <http://habitat.aq.upm.es/cs/p2/a010.html>