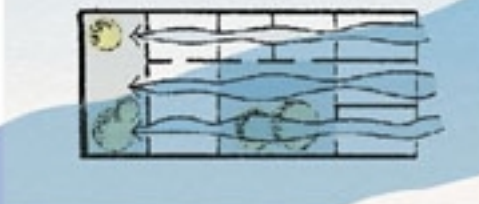
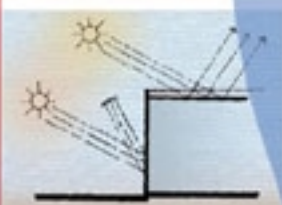


Comisión  
Nacional de  
Fomento a  
la Vivienda



guíaconafovi

## uso eficiente de la energía en la vivienda





**Guía para el uso eficiente de la energía en la vivienda**

Primera edición, 2006  
ISBN: 968-7729-34-1

D.R. © CONAFOVI  
Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda  
Pte. Masaryk # 214, primer piso  
Bosque de Chapultepec  
11580, México, D.F.

Impreso y hecho en México  
*Printed and made in Mexico*

La información de esta publicación se puede consultar en la página de Internet de CONAFOVI:  
[www.conafovi.gob.mx](http://www.conafovi.gob.mx)



---

**guía**conafovi

uso eficiente  
de la energía  
en la vivienda



**guía**conafovi

uso eficiente de la energía  
en la vivienda



carta**presentación**





La vivienda es un elemento fundamental que caracteriza la calidad de vida, la accesibilidad, el entorno ambiental y el carácter único de una comunidad, contribuyendo a dar sentido al lugar. La forma en que las casas son diseñadas y construidas, el conjunto planeado y edificado y las áreas verdes y espacios abiertos localizados y conservados, son factores que determinan entre otros, si una comunidad es sustentable ambientalmente.

Una vivienda sustentable hace uso eficiente de la infraestructura existente, de la energía, el agua, los materiales y el suelo. Ello, no solo para ahorrar recursos financieros, sino también para salvaguardar la salud, hacer una casa más confortable y proteger el medio ambiente y los recursos naturales. La producción de vivienda utiliza el recurso energético para fabricar los materiales, para transportarlos y para el proceso mismo de edificación. Adicionalmente, la electricidad es el tipo de energía que más se relaciona con el consumo energético en la vivienda, debido al uso de los electrodomésticos y a los equipos de iluminación y de climatización.

El desarrollo sustentable de los recursos naturales, aplicado a la vivienda, implica la incorporación de nuevas exigencias a lo largo del proceso constructivo de la casa y un cambio en las técnicas y sistemas de construcción. Se requiere brindar la atención adecuada a la promoción y aplicación de prácticas concretas y reales para que dentro de la vivienda existan condiciones para el ahorro de la energía.

En este contexto y con el afán de promover criterios y lineamientos generales para que la producción y operación de la vivienda utilicen en forma más eficiente la energía eléctrica, se elaboró esta Guía "Uso eficiente de la energía en la vivienda", con la coordinación de la CONAFOVI y la participación de la SEMARNAT, los Organismos Nacionales de Vivienda (FOVISSSTE, FONHAPO, INFONAVIT, SHF), la Comisión Federal de Electricidad, Luz y Fuerza del Centro, el Fideicomiso de Ahorro de Energía, el Instituto Nacional de Ecología, el Instituto de Ingeniería de la UNAM y la Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación.

El propósito de la guía es contribuir a que los desarrolladores aprovechen al máximo los beneficios que les brinda la tecnología aplicable al uso eficiente de energía eléctrica, para ser utilizada en la vivienda y en los conjuntos habitacionales. Aún cuando mucha de la información que este documento contiene es de interés primordial para los constructores de vivienda, sus habitantes y usuarios también podrán encontrar recomendaciones e información general relevante para mejorar el uso de la energía en sus hogares en todo el país.

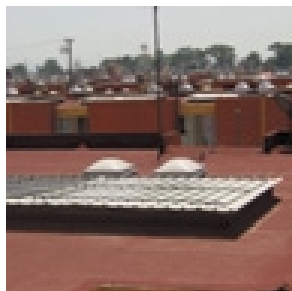
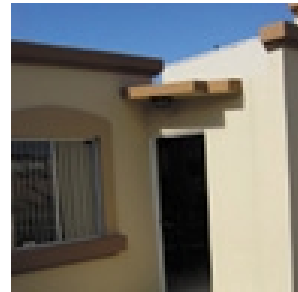
Es a través del trabajo multidisciplinario y de su aplicación en la vivienda, aquí plasmado, como se ha dado un primer paso para que la disponibilidad de este recurso no represente más una preocupación. El buen uso del recurso energético a través de tecnologías eficientes y diseños adecuados de la vivienda, sin duda contribuirá al logro de una vida con calidad dentro de los desarrollos habitacionales y a vivir en un medio ambiente más limpio.

## guíaconafovi

uso eficiente de la energía  
en la vivienda



índice**contenido**



## guíaconafovi

### uso eficiente de la energía en la vivienda

#### introducción

---

##### capítulo uno

### Consideraciones generales sobre la energía en la vivienda

■	Conceptos generales sobre energía	11
■	Estado actual de la energía en México	12
■	Origen y tipo de la energía utilizada	13
■	La energía en la vivienda	14
■	Impacto en el medio ambiente por el uso de la energía	18

---

##### capítulo dos

### Áreas de oportunidad para la eficiencia energética en la vivienda

■	Eficiencia energética de la vivienda	24
■	Diseño de la vivienda nueva: arquitectura bioclimática	25
■	Uso de electrodomésticos	26
■	Uso de tecnología para iluminación y climatización	26
■	Adecuación bioclimática de la vivienda existente	27
■	Otras áreas de oportunidad	28

---

##### capítulo tres

### Recomendaciones bioclimáticas para el diseño de la vivienda

■	Conceptos básicos de confort térmico en la vivienda	32
■	Zonificación ecológica de México y sus características climáticas	33
■	Requerimientos y estrategias para la climatización pasiva por bioclima	35
■	Recomendaciones bioclimáticas para el diseño de la vivienda	45

---

##### capítulo cuatro

### Guía para el usuario

■	Remodelar, ampliar y operar la vivienda existente	71
■	Selección de electrodomésticos eficientes	75
■	Ahorro de energía en iluminación	76
■	Tecnología para el ahorro de energía en sistemas de climatización	76
■	Programas de financiamiento para la eficiencia energética en la vivienda	78
■	Programas para el ahorro de energía en México	79

### Anexos

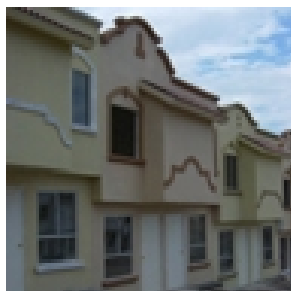
<b>Anexo A</b>	Zonificación ecológica de México	83
<b>Anexo B</b>	Recomendaciones bioclimáticas	89

## guíaconafovi

uso eficiente de la energía  
en la vivienda



textointroducción





**M**éxico enfrenta condiciones preocupantes de erosión de suelos, escasez de agua, contaminación atmosférica y de mantos, agotamiento de la energía de origen fósil, deforestación, desertificación y cambios en el uso del suelo. Estos fenómenos guardan una estrecha relación con la expansión y el crecimiento de los centros de población y, en particular, con la edificación de vivienda.

## Introducción



La degradación del ambiente y la intervención humana son, hasta ahora, dos caras de la misma moneda. La interminable emisión de humos, los materiales no degradables y las sustancias nocivas, junto con el desperdicio de agua y energía, son, en diferentes proporciones, una práctica común en los desarrollos urbanos, sin importar su tamaño. Esta realidad parece encadenarse a las prácticas agrícolas, pecuarias, forestales, mineras, etcétera, que continúan modificando y alterando, casi sin límites ni frenos, el medio natural.

Además, México sufre, de manera cada vez más obvia, los efectos del calentamiento global, tales como la modificación de microclimas, incremento de temperaturas medias, desajustes en los niveles de precipitación, duración de las temporadas y en la fuerza y calendarización de fenómenos climatológicos. Actualmente, los planes y programas gubernamentales, impulsan la adopción de políticas y acciones encaminadas a prevenir los preocupantes efectos socioeconómicos de tales desajustes, así como su impacto directo sobre la agricultura, la habitabilidad y la disponibilidad de agua y energía.

En el ámbito de la edificación, este documento propone la incorporación de nuevas recomendaciones a lo largo del proceso de diseño y construcción de fraccionamientos, conjuntos habitacionales y de la vivienda en general, que requieren de la modificación de criterios, nociones y técnicas de diseñadores, desarrolladores, profesionistas, técnicos, usuarios y proveedores de servicios.

El ahorro de agua y energía, la existencia de áreas verdes sanas y funcionales, la reutilización y el reciclaje, el manejo de desechos, la prevención y la protección civil, entre otras ideas, deben dejar de ser una mera preocupación o una intención pocas veces manifiesta, e institucionalizarse como un lineamiento homologable y operativo para la planeación, el diseño y la construcción de desarrollos habitacionales.

### Ahorro y uso eficiente de la energía



En México, la cultura de ahorro de energía se inició hace más de una década, pero los beneficios aún no son palpables. La sociedad mexicana, requiere de nuevos diseños de viviendas que se adapten a sus necesidades y que además modifiquen las tecnologías actuales, altamente consumidoras de energía, sin afectar el valor adquisitivo de la vivienda.

Hoy día, el gobierno, conciente de la necesidad de transformar a México en una nación con desarrollo sustentable, ha incluido dentro del Programa Sectorial de Vivienda 2001-2006, la promoción de la racionalización del consumo de energía, mediante el uso de equipos energéticamente eficientes y/o que funcionen con fuentes alternas de energía, así como recomendaciones o criterios de diseño sustentable para la construcción de vivienda.

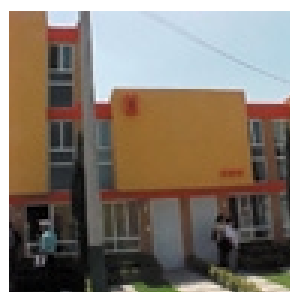
La presente guía está dirigida, principalmente, a diseñadores y constructores de vivienda, y tiene por objetivo establecer una serie de criterios y lineamientos generales para mejorar el uso de la energía en la vivienda en todo el país.

Las recomendaciones bioclimáticas de la Guía tienen como objetivo central el que el ahorro de energía sea planteado desde el diseño mismo, con base en la arquitectura bioclimática, la cual se fundamenta en el análisis de los climas de México para determinar las condiciones y requerimientos de climatización. Esto permite emitir tácticas, recomendaciones y criterios de diseño para el ahorro de energía en la operación de las viviendas —sobre todo, para su mejora térmica—, así como consejos para usar equipos de tecnología eficiente.

**guía**conafovi

capítulo **uno**

# Consideraciones generales sobre la energía en la vivienda



# Conceptos generales sobre energía



**L**a energía es la capacidad que tiene la materia de producir trabajo en forma de movimiento, luz, calor, etcétera. La energía proporciona una serie de beneficios en la vivienda, tales como calor para cocinar los alimentos y calentar el agua, iluminación, refrigeración, climatización (aire acondicionado o calefacción) y entretenimiento, entre otros.

Para dotar de energía a los automóviles, aviones, fábricas y viviendas, debe producirse energía eléctrica y combustible, cuya producción tiene su origen en fuentes renovables y no renovables. Las no renovables, además de agotarse, generan contaminación y emisiones de gases (efecto invernadero), que contribuyen al calentamiento global y al cambio climático. No obstante, en México, más del 75%<sup>1</sup> de la energía que se consume proviene de la quema de hidrocarburos, correspondientes a energéticos no renovables.

La energía es, al mismo tiempo, una solución y un problema para el desarrollo sustentable: indudablemente es útil, pero también es una de las principales fuentes de contaminación del aire y además provoca otros daños a la salud del hombre y al medio ambiente.

El problema no es si existen o no suficientes reservas de combustibles fósiles: la edad de piedra no terminó por falta de piedras y la edad del petróleo terminará mucho antes de que el mundo se quede sin petróleo.<sup>2</sup> Por el contrario, las preocupaciones acerca de los actuales sistemas energéticos se concentran en los efectos ambientales y la evidencia de que el suministro de energía no es accesible para todos los habitantes; lo cual tiene implicaciones morales, políticas y prácticas, en un mundo que cada día está más interconectado.

Actualmente, el sector relacionado con los edificios consume el 19.7 % de total de la energía del país, las viviendas representan el 83.8% de ese total, —esto equivale al 16.51% del total de energía que se consume en la República Mexicana—<sup>3</sup> un sector importante, no sólo por el consumo energético que representa sino por el porcentaje de población que son los usuarios de las viviendas.

Para conocer mejor el uso de la energía en la vivienda, se presenta primero el consumo y el tipo de energético por sectores; posteriormente, el uso específico relacionado con la vivienda y, por último, el impacto ambiental que dicho consumo genera, lo cual justifica la necesidad de hacer un uso eficiente de la energía en la vivienda.

<sup>1</sup> SENER 2004, Balance Nacional de Energía, México

<sup>2</sup> Sheik Kaki Llanan, ministro del petróleo de Arabia Saudita por 30 años

<sup>3</sup> SENER 2004, Balance Nacional de Energía, México



## Estado actual de la energía en México

La energía es una fuente básica para el bienestar humano, y el acceso a las diversas fuentes de energía es fundamental para combatir la pobreza, además de ser una de las actividades económicas más importantes de México y la principal fuente del ingreso público.

En México:

- El sector energético representa el 3% del PIB.
- Las exportaciones petroleras representan 8.4% del total de las exportaciones nacionales.
- Los impuestos a hidrocarburos representan 37% de los ingresos fiscales. Hay que resaltar que aproximadamente 40% del total de las inversiones públicas se dedica a proyectos energéticos.
- Se ocupa el 9º lugar a nivel mundial en reservas probadas de petróleo crudo y el 4º en reservas de gas natural en el continente americano, después de Estados Unidos, Venezuela y Canadá.
- Pemex es la 5ª empresa petrolera del mundo y la más rentable en términos de generación de ingresos vía impuestos.
- CFE genera 98% de la electricidad nacional, además de transmitir y distribuir 94%.

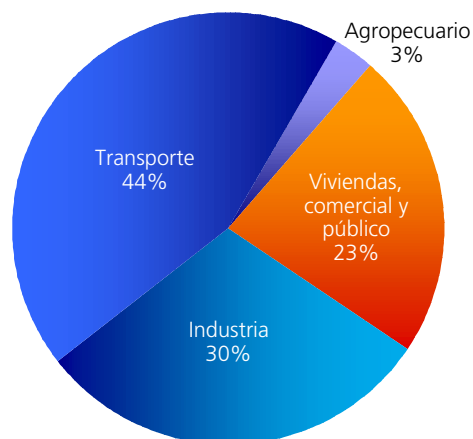
### Consumo final de energéticos por sectores



En el 2004 el consumo total de energía fue de 4,141.352 petajoules (pJ). El sector transporte consumió 44% en el consumo final energético, mientras que el sector industrial abarcó el 30%. Por su parte, el agregado formado por los subsectores residencial (vivienda), comercial y público registró una participación de 23% y el sector agropecuario contribuyó con 3% (Fig. 1).

Figura 1

### Consumo energético en México por sector

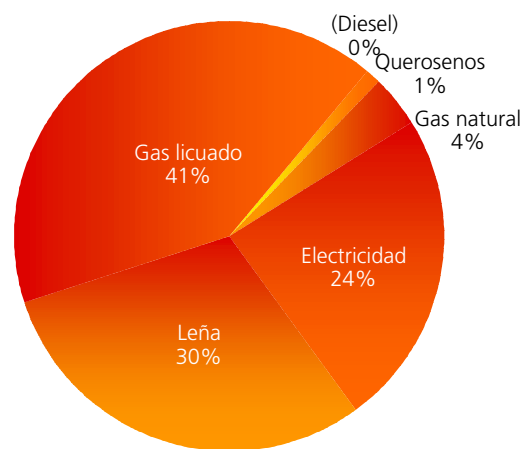


Fuente:  
Balance Nacional  
de Energía 2004.

## Origen y tipo de la energía utilizada

La energía que se utiliza está sujeta a distintos procesos de generación, transformación, transmisión y distribución. El tipo de generación, dependiendo de la fuente, se clasifica en renovable y no renovable. La no renovable es la de origen fósil (petróleo, gas y carbón, entre otros) y la renovable se basa en el uso de los ciclos naturales (biomasa, geotermia, eólica, hidroeléctrica, solar, etcétera) (Fig. 2).

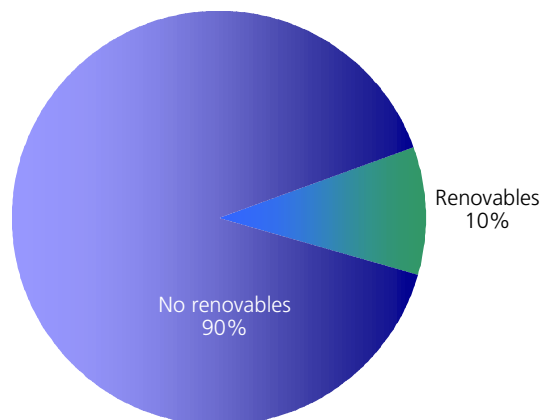
Figura 2  
**Consumo final energético por tipo**



Fuente:  
Balance Nacional  
de Energía 2004.

En México, de acuerdo con el origen de la energía, se utilizan más las energías llamadas no renovables (Fig. 3), tales como el gas natural, el combustible, el carbón, el petróleo, etcétera.

Figura 3  
**Origen de los energéticos utilizados en México en el 2004.**



La electricidad ocupa el 3<sup>er</sup> lugar en el consumo final de energía y es el tipo de energía que más se relaciona con el consumo energético en la vivienda. Resulta que el 75% de la electricidad se genera a partir de combustibles fósiles, utilizados en plantas o centrales termoeléctricas (que producen calor y vapor para mover los generadores), las cuales consumen gas natural, combustible y carbón, que son recursos que pueden agotarse en la naturaleza.

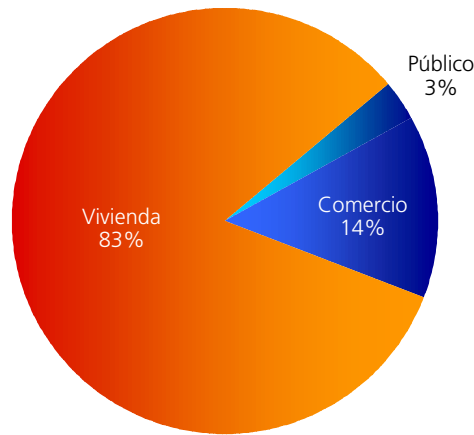


## La energía en la vivienda

El sector habitacional, comercial y público requirió 873.4 pJ en el 2004. Del total de este grupo: 83.8% corresponde a la vivienda, 13.7% al sector comercial y 2.6% a los servicios públicos, como el alumbrado público y bombeo de aguas (Fig. 4).

Figura 4

### Consumo de energía del sector residencial (vivienda), comercial y público

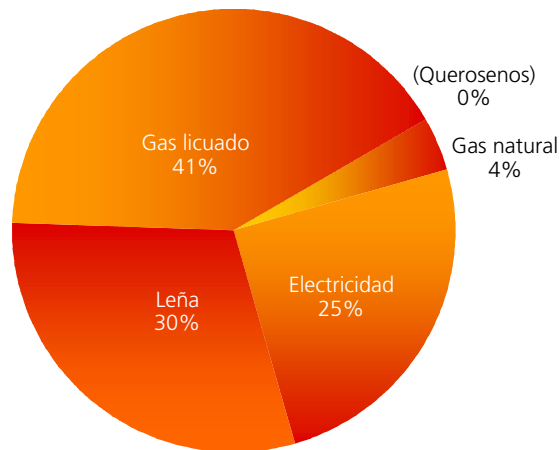


Fuente:  
Balance Nacional  
de Energía 2004.

En el 2004, en el sector vivienda, el gas licuado de petróleo comprendió 40.5% del consumo total de energía; la leña, 29.6%; la electricidad, 24.7%; el gas natural, 4.6%; el diesel con 0.4% y los querosenos en conjunto, 0.2% (Fig. 5).

Figura 5

### Energéticos utilizados en el sector residencial (vivienda), comercial y público

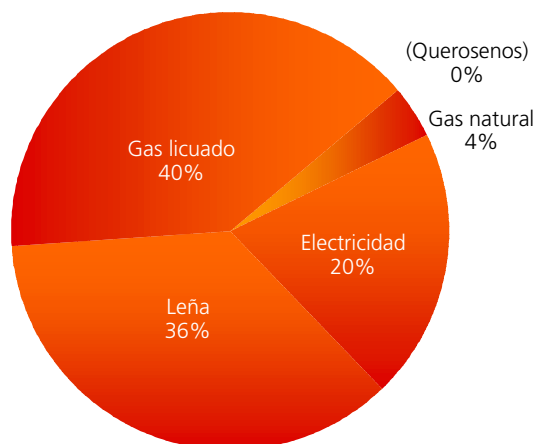


Fuente:  
Balance Nacional  
de Energía 2004.

Específicamente, en el subsector vivienda, los energéticos de mayor consumo fueron el gas licuado (40% del total) y la leña (35.3%), y en menor medida: la electricidad (20%), el gas natural (4.4%) y los querosenos (0.2%) (Fig. 6).

Figura 6

### Energéticos utilizados en las viviendas



Fuente:  
Balance Nacional  
de Energía 2004.

Después del gas LP y la leña, utilizados para calentamiento de agua y cocción de alimentos, es importante señalar que, en nuestro país, aunque la electricidad ocupa el tercer lugar, es el energético más utilizado en la vivienda, debido al uso de electrodomésticos, equipos de iluminación y sistemas de climatización (aire acondicionado y calefacción). Sin embargo, en algunas ciudades, el consumo de electricidad compite por el primer lugar con el gas LP, el cual se utiliza para el aire acondicionado y la calefacción.

### Importancia de las viviendas en el mercado eléctrico nacional



El sector vivienda ha sido históricamente uno de los de mayor crecimiento, tanto en su consumo energético, como en el número de usuarios (Tabla 1).

Tabla 1

### Consumo de Energía Eléctrica por las Viviendas

Año	Consumo Nacional de Energía Eléctrica (GWh)	Consumo del sector doméstico (GWh)	Usuarios total nacionales (miles)	Usuarios domésticos (miles)
1990	92,123	20,390	16,285	14,318
1991	94,768	21,984	17,154	15,098
1992	97,570	24,051	17,975	15,843
1993	101,276	25,510	18,690	16,494
1994	109,533	27,782	19,434	17,157
1995	113,365	28,462	20,143	17,807
1996	121,571	28,497	20,668	18,293
1997	130,254	29,645	21,387	18,907
1998	137,213	31,690	22,155	19,562
1999	144,996	33,370	22,917	20,236
2000	155,349	33,130	23,881	21,055
2001	157,201	38,344	24,851	21,872
2002	160,201	39,032	25,912	22,784
2003	160,384	39,863	26,954	23,692

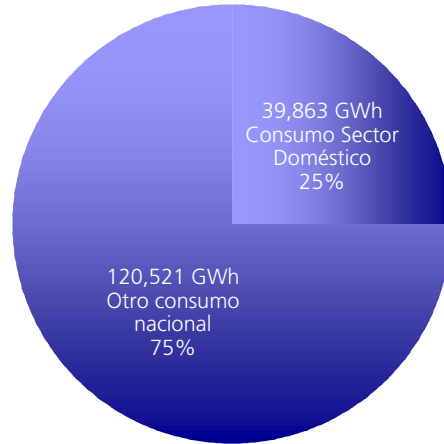
Fuente: FIDE 2004.



De las ventas de energía eléctrica que ascendieron a 160 mil 384 GWh en el 2003, 20% tuvo como destino final el sector vivienda (39 mil 863 GWh), el cual está integrado por 23.7 millones de usuarios (viviendas), que comprende 88% del número total de clientes atendidos por el sector eléctrico en México (Fig. 7).

Figura 7

**Importancia de la vivienda en el mercado nacional, en el 2003.**



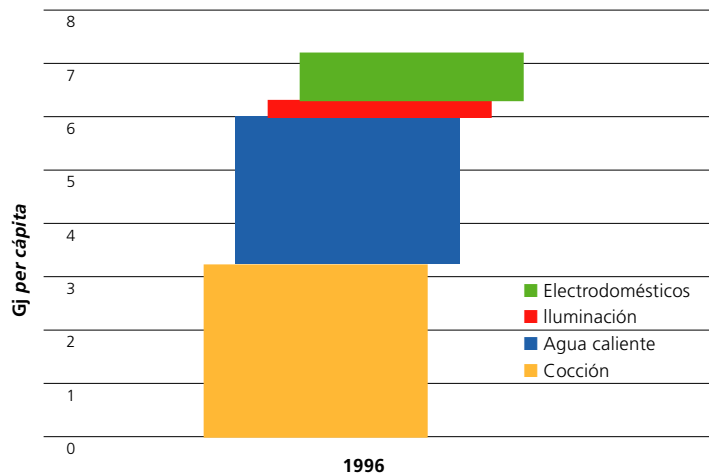
**Necesidades de energía en la vivienda**



En la vivienda, la energía es utilizada principalmente para calentar agua, preparar alimentos, iluminación, conservación de alimentos y diversas formas de entretenimiento. El promedio nacional del uso de la energía en la vivienda de México se presenta en la Figura 8, donde se aprecia que el mayor uso es para la cocción de alimentos, seguido por el calentamiento de agua y el rubro de iluminación. La climatización y los electrodomésticos en general ocupan en el promedio nacional el 3<sup>er</sup> lugar. Cabe aclarar que las viviendas del norte de México, cuyo clima es cálido-seco, y las de las costas, con clima cálido-húmedo, demandan mayor energía para la climatización y, por lo tanto, en estas zonas el uso de energía para climatización ocupa el segundo lugar de consumo.

Figura 8

**Usos de energía en la vivienda urbana per cápita en México (por usos finales).**

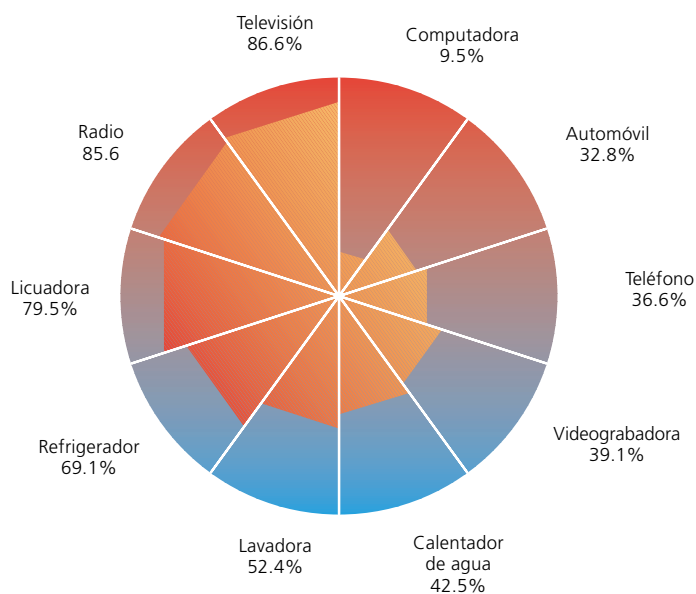


Fuente: PUE 1996.



Figura 9

### Equipamiento de electrodomésticos de la vivienda



Fuente: INEGI 2003.

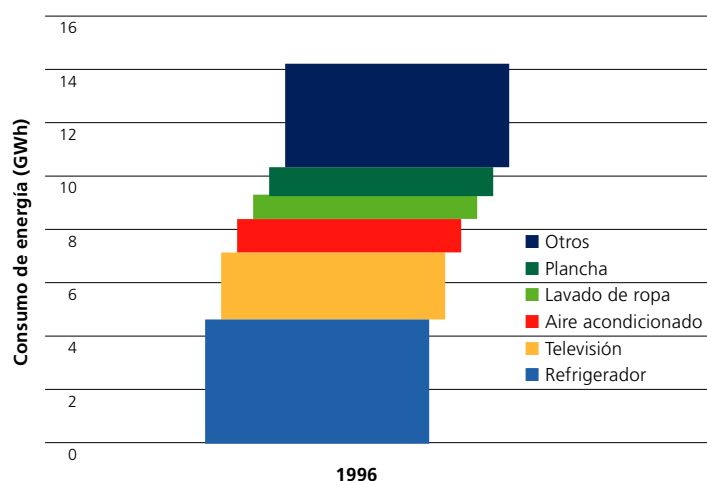
El consumo de energía está relacionado con el equipamiento de aparatos electrodomésticos en la vivienda reportado por el INEGI en el 2003 (Fig. 9). En los datos del INEGI muestra a la televisión como el equipo más utilizado en la vivienda, seguido del radio, la licuadora y el refrigerador, además de la lavadora, calentador de agua, videograbadora, teléfono, automóvil y computadora, el orden citado corresponde a la frecuencia en equipamiento, el cual no refleja el uso de sistemas de climatización de forma explícita. En la figura 10 se presenta el impacto promedio del aire acondicionado a nivel nacional.

Ante la falta de información oficial y con base en entrevistas a los desarrolladores de vivienda y experiencia de los investigadores, se asume que en el norte y el sureste, el uso de aire acondicionado es muy alto y rebasa a los demás equipos.

En específico los consumos promedios de electricidad por el uso de los aparatos electrodomésticos usados en la vivienda se presenta en la figura 10.

Figura 10

### Usos de electricidad por aparatos domésticos en la vivienda de México



Fuente: PUE 1996.



## Impacto en el medio ambiente por el uso de la energía

La cantidad y origen de la energía que se consume en las viviendas del país, contribuye significativamente al impacto ambiental de fenómenos tales como el efecto invernadero y el cambio climático.

El consumo de combustibles fósiles (petróleo, gas natural, carbón) empleados para satisfacer las demandas de energía en los diversos sectores —incluida la vivienda— ha ocasionado el incremento de las concentraciones de gas carbónico o dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) en la atmósfera y, a su vez, esto ha aumentado la retención de calor y la temperatura global del planeta. La concentración de  $\text{CO}_2$  es responsable del 60% del efecto invernadero, y cada día aumenta más, por la utilización de combustibles de origen fósil. Otras causas no menos importantes del incremento de los llamados Gases Efecto Invernadero (GEI) son el cambio de uso del suelo, los desechos, la agricultura y los procesos industriales.

El fenómeno del efecto invernadero tiene su base en una envoltura gaseosa compuesta por bióxido de carbono, nitrógeno, oxígeno y otros gases alrededor del globo terráqueo. La tierra recibe la radiación solar y emite al espacio una radiación telúrica de tipo infrarrojo que retorna parcialmente a la tierra como consecuencia de los gases causantes del efecto invernadero. Se estima que la temperatura se ha elevado, aproximadamente, medio grado centígrado en los últimos 100 años, y de continuar esta tendencia podría agravarse el fenómeno del cambio climático global.

Los gases de efecto invernadero son principalmente el  $\text{CO}_2$ , el vapor de agua ( $\text{H}_2\text{O}$ ), el metano ( $\text{CH}_4$ ), el óxido nítrico ( $\text{N}_2\text{O}$ ) y los clorofluorocarburos (CFC). A excepción de los CFC, todos estos gases existen de manera natural en el aire y representan menos del 1% de la composición de la atmósfera.

El cambio climático global en el siglo XXI se hace cada vez más evidente y, frente al peligro que representa en el ámbito internacional, la opinión del sector público empieza a tomar conciencia de la necesidad de proteger el entorno natural. Ante los problemas planteados al respecto en las cumbres internacionales, ha surgido la propuesta de crear un urbanismo y una arquitectura que respeten el entorno. Conafovi, conciente de la importancia de mitigar el cambio climático, lleva a cabo el Programa Vivienda Sustentable, cuyo fin es ofrecer vivienda adecuada al ambiente, confortable y energéticamente eficiente. Esta guía ofrece recomendaciones para ello, tomando como base la disminución del consumo energético y la mitigación del impacto ambiental.

### Efectos del cambio climático



Los daños ambientales causados al planeta y a sus habitantes, están relacionados con cuatro fenómenos:

1. Crecimiento acelerado de la población
2. Agotamiento de las materias primas y de los combustibles fósiles
3. Degradación del aire, del agua y del suelo
4. Proliferación de residuos sólidos y líquidos

Las edificaciones provocan un impacto en el medio ambiente y, por ende, en la salud de las personas y además contribuyen al cambio climático. México sufre de manera cada vez más obvia los efectos del calentamiento global, por ello, los expertos plantean que hay que adoptar lo antes posible políticas encaminadas a prevenir el impacto que esto tiene sobre la agricultura, el agua, la energía y los desastres naturales, entre otros.

La emisión de GEI causados por la humanidad tendrá efectos importantes durante los próximos años. Estos cambios repercutirán en el medio ambiente, en las sociedades y en las economías. Los impactos potenciales están relacionados con la magnitud del cambio climático y con la vulnerabilidad y adaptación de cada país.

### Situación en México en cuanto al calentamiento global

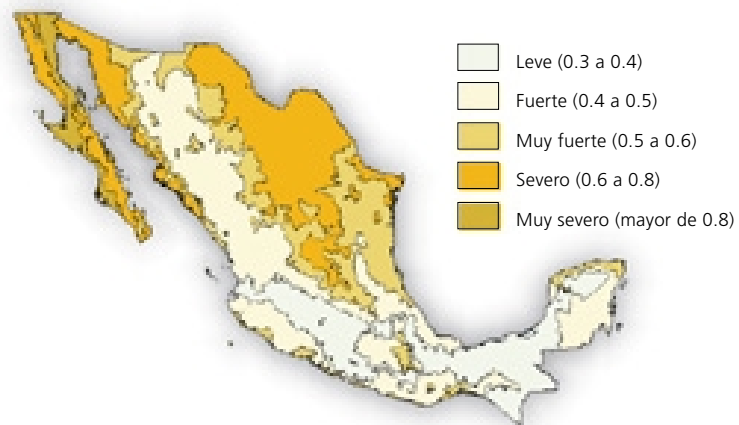
La Primera Comunicación de México ante la Convención-Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (United Nations Framework Convention on Climate Change [UNFCCC], realizada en 1997), concluye que nuestro país es vulnerable al efecto del incremento de las concentraciones de GEI, ya que al haber mayor absorción de radiación infrarroja, se puede esperar un aumento en la temperatura. Este fenómeno da lugar al Cambio Climático Global.

Si en México no se toma ninguna medida al respecto, los estados más vulnerables a una sequía meteorológica (Fig. 11) serían:

La mitad norte de Sinaloa, Jalisco, Michoacán, Guerrero y Oaxaca, verían afectado casi 90% de su territorio; Campeche y Chiapas, 75% y Quintana Roo, gran parte de su territorio. La vulnerabilidad de las zonas costeras se presenta en regiones que se encuentran entre el nivel de la marea alta y una franja de 2 m de altura. Las zonas costeras que presentarían mayor vulnerabilidad se identificaron en Tamaulipas (laguna deltaica del río Bravo), Veracruz (Laguna de Alvarado, río Papaloapan), Tabasco (complejo deltaico Grijalva-Mezcapala-Usumacinta), Yucatán (Los Petenes) Quintana Roo (Bahía de Sian Kaán y Chetumal).

Figura 11.

### Mapa del grado de susceptibilidad en caso de sequía meteorológica (Índice de la severidad de la sequía meteorológica)



Fuente:  
INE 2004.

\* Un valor más alejado del 0.0 indica mayor grado de susceptibilidad a la sequía

Esto se deberá principalmente a que la mayoría de las costas del Golfo y Mar Caribe son bajas y se disponen a menos de un metro sobre el nivel del mar (Fig. 12).

Figura 12  
**Regiones impactadas en la costa del golfo de México por el ascenso del nivel del mar**



Fuente:  
 INE 2004.

#### Emisiones de gases de efecto invernadero en México

En 1996, se reportó que las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas con el consumo de energía para las fuentes fijas y de área, alcanzaron el valor de 217 mil 537 gigagramos (Gg), 16% más que en 1990. Y en 1998, éstas aumentaron a 245 mil 788 Gg, 31% más que en 1990.

La evolución de las emisiones de CO<sub>2</sub> de diversos sectores en México durante el periodo 1990-1998 se presenta en la Tabla 2. Hay que aclarar que la electricidad generada se distribuye entre los sectores industrial, comercial, agropecuario, residencial (vivienda), comercial y público, por que la aportación registrada para cada sector en realidad sería mayor, si se le sumara su participación proporcional en la generación de energía eléctrica.

Tabla 2.

#### Emisiones de bióxido de carbono asociadas al consumo de energía (Tg)

	1992	1993	1995	1996	1997	1998	1998
Industrial	55.757	56.149	61.070	62.083	60.935	62.408	25%
Industrias energéticas	38.586	35.980	32.201	38.976	41.606	47.301	13%
Viviendas	20.114	20.676	21.985	22.361	22.471	22.580	9%
Comercial	5.370	5.306	5.377	5.828	6.043	6.418	3%
Agropecuario	5.169	5.204	5.072	5.421	5.797	5.738	2%
Generación electricidad	67.761	70.350	77.958	82.868	92.146	101.343	42%
Total sin biomasa	192.752	193.663	203.662	217.537	228.998	245.788	100%

Fuente: INE 2004.

Con base en los resultados de los inventarios de GEI de México, en 1996, las emisiones en equivalentes de CO<sub>2</sub> fueron de 686 mil Gg, tomando en consideración al CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> y N<sub>2</sub>O. Del total, 514 mil 047 Gg (75%) correspondieron a CO<sub>2</sub>; 157 mil 648 Gg (23%) a CH<sub>4</sub> y 14 mil 422 Gg (2%) a N<sub>2</sub>O.

## Emisiones de GEI por las viviendas de México

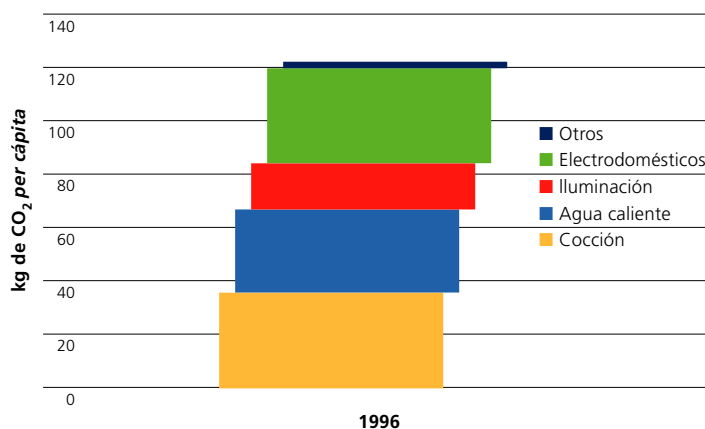
Las principales fuentes de GEI en México son: la combustión de combustibles para la producción de energía (31.7%), el sector forestal (23.4%), el sector transporte (14.5%), los desechos (8.9%), los procesos industriales (8.2%), la agricultura (8.1%) y otros (7.2%) (Fuente: INE 2004).

<sup>1</sup> SENER (2003). *Balance nacional de energía. México*  
<sup>2</sup> Idem  
<sup>3</sup> Gigagramos

La vivienda se relaciona principalmente con las emisiones de GIE derivadas de la producción de energía eléctrica, pero de acuerdo con datos de 1996, éstas están al mismo nivel que las de la cocción de alimentos y el calentamiento de agua (Fig. 13).

La calidad medioambiental asociada al confort de los seres humanos y al desarrollo sustentable de los recursos naturales, aplicado a la vivienda, requiere de la incorporación de nuevas exigencias a lo largo de todo el proceso constructivo, y de la modificación de costumbres de desarrolladores y usuarios. Así mismo, se debe realizar un mayor esfuerzo a la hora de planificar el ahorro energético, como la reducción de las emisiones de GEI. A continuación presentamos una serie de estrategias para el uso eficiente de la energía en la vivienda.

Figura 13.  
**Emisiones de bióxido de carbono en las viviendas mexicanas**



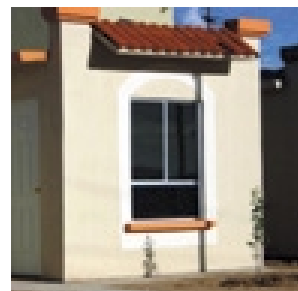
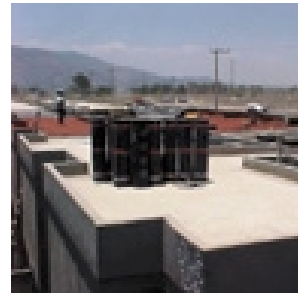
Fuente: PUE 1996.

**guía**conafovi

capítulodos



# Áreas de oportunidad para la eficiencia energética en la vivienda



**E**n México existen más de 23 millones de viviendas, que se caracterizan por una alta heterogeneidad geográfica y socioeconómica. En ellas, el potencial de crecimiento en el uso de enseres domésticos es muy alto. Además, el incremento demográfico y la creciente urbanización del país son responsables de importantes impactos ambientales, tanto por el consumo energético directo en la vivienda, como por su contribución a la demanda de electricidad e hidrocarburos. Todos estos elementos convierten a la vivienda en un elemento clave para la planeación energética del país.

En el sistema eléctrico, por ejemplo, el consumo del sector relacionado con la vivienda es el principal componente de la demanda máxima coincidente y su crecimiento ha sido mayor que el de otros sectores. La demanda de vivienda es, por estos motivos, responsable en buena medida de la necesidad de construir nuevas plantas para la generación de electricidad, lo que implica inversiones de miles de millones de dólares e involucra importantes impactos ambientales, tales como la contribución al cambio climático global por emisión de gases de invernadero, lluvia ácida por emisión de óxidos de azufre, pérdida de diversidad ecológica por la inundación de áreas considerables, entre otros efectos.

En el sector rural, la leña representa cerca de 70% del consumo de las viviendas y es la principal fuente de energía para aproximadamente 19 millones de mexicanos. La sustitución de leña por combustibles modernos no es sencilla, debido a que, en buena parte de las localidades rurales, el acceso al gas LP es muy difícil, el costo de inversión en las estufas es elevado y, además, las estufas convencionales son inadecuadas para la cocción tradicional rural.

El creciente agotamiento de los bosques implica que, de no tomarse acciones para el uso más eficiente de la leña o facilitar su sustitución, este consumo contribuirá a una mayor degradación de los recursos forestales, y esto tendrá un impacto negativo en la calidad de vida de los habitantes de regiones enteras del país.

Tratando de entender y enfrentar el gran reto, durante los últimos años se han desarrollado múltiples trabajos sobre el tema y se han iniciado programas para usar la energía de manera más eficiente.

Un elemento crítico en el costo de la vivienda —que a menudo no es considerado de manera directa y, peor aún, frecuentemente es omitido— es la energía, tanto la que se consume durante la construcción, como la que se utilizará posteriormente en la vivienda. Esta consideración tiene importantes efectos de tipo económico y ambiental y, por consecuencia, influye en el desarrollo y los estándares de vida a corto y largo plazo.

Ciertamente, es responsabilidad fundamental del gobierno integrar los diversos requerimientos del sector vivienda en un conjunto coherente, a la par del resto de sus iniciativas y objetivos. Un requisito importante para lograr acciones eficientes y efectivas es la existencia de un marco integrado nacional, que reconozca la diversidad de actividades de este sector y que provea el ambiente adecuado para implementar las consideraciones técnicas de ahorro de energía.



El desarrollo sustentable requiere, entre otros muchos aspectos, que se brinde la atención adecuada a la promoción y aplicación de prácticas concretas y reales para que las construcciones (edificios, materiales y tecnologías de producción de los mismos) sean eficientes, desde el punto de vista energético, y vigilar que dentro de las viviendas exista la infraestructura para el ahorro de energía. Ningún desarrollo podrá ser considerado sustentable mientras no mejore los niveles de vida del común de la población, por medio de la satisfacción de sus necesidades básicas inmediatas, tales como abrigo y energía.

En espera de disponer de nuevas tecnologías, la conservación de los recursos existentes, energía y materiales, es esencial. Con el propósito de alcanzar este objetivo es necesario popularizar el concepto y beneficios de la conservación de energía, implantando estrategias a diferentes niveles.

Estas estrategias deberán estar dirigidas hacia los propietarios, diseñadores y constructores en el caso de nuevas instalaciones y, en el caso de las ya existentes, hacia los propietarios y ocupantes, principalmente.

### **Eficiencia energética de la vivienda**



La eficiencia energética consiste en buscar los medios para disminuir la energía consumida en la prestación de cada servicio. Esta condición requiere reconsiderar el urbanismo de las ciudades, así como de la promoción del concepto de desarrollo sustentable en todas las ramas de la actividad humana. Al integrar, partiendo del diseño de una vivienda, todos los componentes energéticos y medioambientales, se puede reducir significativamente el consumo de energía y, por ende, las emisiones de CO<sub>2</sub> y obtener los siguientes beneficios:

- creación de un medio ambiente interior sano y cómodo para los usuarios
- control de los impactos de la vivienda al exterior
- conservación de los recursos naturales (mediante su óptima utilización)

El buen uso de la energía también traería los siguientes beneficios al medio ambiente:

- menos hidroeléctricas implican menos deforestación
- la disminución en la generación de energía nuclear tiene como resultado menos radiaciones y menos riesgos
- menos termoeléctricas implican menos contaminación

En cualquier proyecto de construcción, la cantidad relativa de energía empleada en cada una de las áreas varía y, por ello, no es posible concluir en cuál de ellas se obtendrá el ahorro más grande de energía.

Hasta finales de la década de los ochenta (1980), la preocupación y las políticas energéticas se concentraron, principalmente, en la expansión de la oferta de energía y en el desarrollo de los recursos humanos e institucionales necesarios para sacar adelante estas líneas políticas. Sin embargo, los altos índices de consumo de energía por unidad de valor de la economía nacional, aunado al hecho de que este consumo tenía como principal insumo al petróleo, dieron como resultado que las iniciativas nacionales para desarrollar programas de ahorro de energía culminaran, en 1989, con la creación de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (Conae) y del Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE) de la Comisión Federal de Electricidad (CFE). De igual manera, en 1990, se crea el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE).



En 1996, se inició el Programa de Horario de Verano, el cual posibilita el ahorro de 7 mil 380 millones de kWh y un ahorro de 12.8 millones de toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub> en 2002. Los programas de eficiencia energética del FIDE han permitido ahorrar 3 mil 503 GWh y 5.3 millones de toneladas de emisiones de CO<sub>2</sub>. Las Normas Oficiales Mexicanas (NOM) de eficiencia energética para regular el consumo por medio de especificaciones técnicas hicieron posible el ahorro de 7 mil 762.6 GWh, entre 1995 y el 2000.

Algunos de los objetivos que en eficiencia energética se plantea en la presente guía se pueden parafrasear de la manera siguiente:

- Examinar áreas con potencial de ahorro y uso eficiente de energéticos y de recursos renovables y explorar las posibles implicaciones sobre el desarrollo del sector vivienda.
- Estudiar y discutir los impactos ambientales que provoca, directa e indirectamente el consumo de energía en las viviendas.
- Crear enfoques más integrales del sector vivienda, lo que implica estudiar conjuntamente la oferta de combustibles, la demanda de energía por uso final en el sector, la influencia de los estilos de vida y las interacciones entre clima y vivienda, entre otros factores.

Las áreas de oportunidad de ahorrar energía en la vivienda, que presentamos a continuación, tienen su base en las propuestas realizadas por Sheinbaum (1996) y Morillón (2005).

### **Diseño de la vivienda nueva: arquitectura bioclimática**



Una de las políticas energéticas que más éxito ha tenido en otros países han sido la regulación en el aislamiento de las nuevas construcciones. En México, están en proceso de diseño regulaciones para la construcción de nuevos edificios, que también involucrarán medidas de eficiencia energética (Morillón, 2005).

Una política adicional que podría tener éxito a largo plazo, sería garantizar que las nuevas construcciones de vivienda tuvieran un diseño que les permitiera un menor consumo de energía, particularmente en la zona norte del país donde el clima es extremo, además de electrodomésticos eficientes y calentadores de agua mixtos (solares y de gas LP). El incremento en el costo no sería mucho y estos podrían ser pagados por los nuevos propietarios mediante algún sistema de financiamiento. El diseño de una política de este tipo involucraría a las grandes constructoras de vivienda, a los productores de aparatos domésticos y a las compañías eléctricas.

En esta guía se ofrecen recomendaciones bioclimáticas que permitirán mejorar las condiciones térmicas o bien disminuir los requerimientos de sistemas de climatización, como el aire acondicionado y, en consecuencia, del uso de energía eléctrica. Dichas recomendaciones consideran la orientación óptima, ventilación natural, materiales adecuados, control solar, etcétera.



## Uso de electrodomésticos

Los estándares para electrodomésticos consisten en reglamentos que obligan a los productores a cumplir una mínima norma de eficiencia energética, medida que ya ha sido implementada en Estados Unidos. En el caso de México, en 1995 entraron en vigor normas para refrigeradores, aire acondicionado tipo habitación y motores trifásicos (Conae, 2005). Sin embargo, es importante mencionar que un programa de normas podría traer como consecuencia el aumento en los precios de los electrodomésticos, lo cual limitaría aún más la compra de aparatos eficientes para las familias de bajos ingresos, obligándolas a adquirir aparatos usados que consumen más electricidad. Para evitar que los estándares se conviertan en una política que beneficie solamente a quienes tienen más recursos económicos, es necesario desarrollar programas de administración de la demanda, que faciliten a las familias de bajos recursos la adquisición de electrodomésticos eficientes.

### Refrigeradores

Se estima que el refrigerador promedio mexicano consume anualmente entre 500 y 700 kWh por vivienda. En 1990, ya se distribuía un refrigerador de 255 litros (el más popular), que consumía 350 kWh al año. Sin embargo, ahora existen modelos que alcanzan un consumo anual de 100 kWh.

### Televisión

En el caso de la televisión, se pueden obtener ahorros de hasta 50% dependiendo del modelo y del tamaño del aparato. En promedio, un televisor en México tiene una potencia de entre 80 y 100 watts, mientras que en los Estados Unidos ésta es de 50 watts.

En la sección Guía para el Usuario se presentan varios equipos electrodomésticos, con datos relativos a su consumo y operación, para el ahorro de energía.

## Uso de tecnología para iluminación y climatización

### Iluminación

Cerca del 13% de la población mexicana carece de servicio eléctrico, y para cubrir sus necesidades de iluminación utiliza petróleo diáfano, velas, leña y/o gas LP. El cambio de una lámpara de keroseno por una bombilla incandescente de 60 watts incrementa la calidad de la iluminación de 40 a 730 lúmenes y ahorra casi 50% de energía, incluso tomando en cuenta las pérdidas por la generación de la electricidad.

La electricidad es la forma de energía más eficiente para la iluminación, por ello, la alternativa más eficaz para ese 13% de la población es la provisión de servicio eléctrico. Las diversas formas de generación descentralizada de electricidad, mediante el uso de energías renovables, no se revisan en este trabajo, pero —dependiendo de la región— representan una alternativa costeable.

En la iluminación por electricidad, el ahorro de energía de entre 50% y 75% proviene de la sustitución de focos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas. Existen diversos trabajos que reportan la viabilidad económica de esta sustitución para la mayoría de los estratos de consumo de electricidad residencial.

El más reciente se basa en el estudio llumex, realizado en las ciudades de Guadalajara y Monterrey. El ahorro de energía en la iluminación residencial resulta, además, particularmente importante ya que constituye, por lo menos, un 14% de la demanda pico de electricidad.

## Aire acondicionado

Respecto al aire acondicionado, puede lograrse un ahorro significativo mediante la adquisición de aparatos eficientes. El modelo actual, un aparato de aire acondicionado por habitación, tiene un consumo promedio de mil 400 kWh al año. Dos formas de disminuir el uso de energía para enfriar el ambiente son: aumentar el aislamiento de las casas y el uso de la energía solar pasiva mediante el diseño bioclimático y, el otro, es aumentar la eficiencia de los aparatos que se utilizan para ello. En el primer caso, existe la experiencia de un proyecto de CFE, que consistió en aislar el techo de un conjunto de casas en Mexicali, cuyo resultado fue un ahorro del 35% en el consumo de electricidad (Morales, 2005); en el segundo caso, se pueden lograr eficiencias de cerca del 20 por ciento.

## Adecuación bioclimática de la vivienda existente

En México, como dijimos anteriormente, existen más de 23 millones de viviendas. En aquellas en donde el aumento en el uso de energía se debe a la necesidad de climatizar el ambiente, la elevación en el consumo de energía se relaciona con tres factores: el clima del lugar, la ineficiencia tecnológica y el diseño inadecuado de la vivienda, elementos que pueden presentarse combinados o de manera individual.

Para ahorrar energía en los sistemas de climatización es necesario adecuar la envolvente de la vivienda, con la finalidad de mejorar su comportamiento térmico, lo cual puede lograrse con base en criterios bioclimáticos, como la ventilación natural, el control solar, el enfriamiento pasivo y el uso de material aislante, etcétera.

En México, existen programas para la adecuación de la vivienda manejados por la CFE y el Fide. El primer proyecto que se desarrolló se llevó a cabo en Mexicali, bajo el nombre de Asistencia Sistemática Integral para el Ahorro de Energía (ASI). La primera etapa consistió en cambiar los focos incandescentes por lámparas fluorescentes compactas; posteriormente, la adecuación se extendió a tres áreas más:

- aislamiento del techo
- doble vidrio en las ventanas
- cambio del aire acondicionado ineficiente por el de alta eficiencia energética

En los últimos años, a esto se agregó el cambio de refrigeradores viejos por nuevos, los cuales, bajo Norma Oficial, consumen menos energía.

Los programas de adecuación de vivienda llevan hasta el momento más de 100 mil viviendas mejoradas, las cuales consumen menor energía.

El capítulo correspondiente a las recomendaciones bioclimáticas puede servir de base para la adecuación de la vivienda existente, en cuanto a eficiencia de acabados, uso de la vegetación, mejora de los sistemas constructivos y sistemas de control solar, entre otros.



## Otras áreas de oportunidad

### Cocción con gas

Las estufas de gas LP o gas natural que tienen mayor penetración en el mercado son de cuatro quemadores, con pilotos y horno. En este tipo de dispositivos, el mayor ahorro de energía proviene de la utilización de encendido por chispa y de modificaciones en el diseño que brindan la distancia óptima entre la olla y la flama. Estas modificaciones podrían generar un aumento en la eficiencia cercano al 20%, respecto a los modelos actuales. Dichas actividades pueden ser promovidas mediante normas obligatorias.

Otra manera de ahorrar energía en la cocción de alimentos es mejorando el proceso de cocinado, hacerlo más eficiente, lo cual puede conseguirse disminuyendo las pérdidas por evaporación, utilizando tapaderas adecuadas u ollas de presión. El ahorro que puede obtenerse en la cocción de alimentos cuya preparación requiere de agua caliente oscila entre 10% y 40 por ciento.

Hasta el momento, el gas LP es el energético predominante en la cocción de alimentos. El uso de la electricidad podría aumentar la eficiencia (en el punto de uso) de la cocción. Sin embargo, los problemas actuales para satisfacer la creciente demanda de esta fuente de energía, así como los efectos ambientales que genera la producción de electricidad con combustibles fósiles, hacen que ésta sea una alternativa poco viable para México.

### Cocción con leña

La leña para la cocción se utiliza principalmente en la estufa de tres piedras, cuya eficiencia se acerca al 17%. Existen dos formas de promover la eficiencia para este uso: la primera es sustituir la leña por combustible y la segunda, utilizar estufas de leña mejoradas. Estas alternativas no son excluyentes: un gran número de familias rurales que ha adquirido estufas de gas, sigue utilizando leña para la cocción de tortillas.

Debido a la poca eficiencia de las estufas de tres piedras, la sustitución de éstas por gas LP representa una disminución del 22% en las pérdidas por combustión. En los casos en los que las estufas de tres piedras son utilizadas para la cocción de tortillas y el gas LP para los demás alimentos, el potencial de ahorro disminuye a la mitad.

Las estufas de leña mejoradas, como alternativa a las de tres piedras, son diversas. En México, se han promovido las estufas Lorenza, originarias de Guatemala, que aumentan la eficiencia en la cocción de tortillas casi en un 50% (Sheinbaum, 1996). Estas estufas son construidas con barro y arena, pueden tener dos quemadores, además del comal, y utilizan una chimenea para expulsar los gases producidos durante la combustión. En la India, se han creado modelos similares que han logrado un aumento en la eficiencia de entre 15 y 45%, y en Kenia, Brundi, Haití y Senegal, entre otros países, se han fabricado otros modelos más portátiles. Actualmente el modelo Lorena fue introducido en la Zona Lacustre de Pazcuaro, Michoacán (Mäser et al, 2005).

### Calentamiento de agua con gas

El calentador de gas LP que más se utiliza en México consiste en un tanque que almacena agua caliente después de haber sido calentada por un quemador. Algunos de estos calentadores son manuales (sólo se encienden cuando se necesita agua caliente) y otros, de mayor consumo, tienen un termostato que mantiene el agua a una temperatura constante. La eficiencia de estos dispositivos es baja debido, principalmente, a las pérdidas de calor en el almacenamiento y distribución del agua caliente.

Los ahorros de energía más significativos que pueden lograrse oscilan entre 10% y 20%, lo cual depende del calentador base y de que se lleven a cabo acciones como:

- a) Aislar el calentador y los tubos de distribución.
- b) Utilizar el encendido electrónico y aumentar la eficiencia de los quemadores.

Cuando se utilizan calentadores de paso, se obtiene un mayor ahorro de energía (entre 30% y 40%), debido a que se evitan las pérdidas por almacenamiento del agua caliente. Este tipo de calentadores se utiliza sobre todo en edificios, en varias ciudades de México. Adicionalmente, el uso de regaderas más eficientes disminuye el consumo de agua caliente y, por lo tanto, ahorra energía. Finalmente, una parte importante de la demanda de gas LP que se usa para calentar agua podría sustituirse por calentadores solares. Esta tecnología es sencilla y de bajo costo, por ello, su uso exclusivo o mixto (solar y gas LP, por ejemplo), podría constituir un importante potencial de ahorro, tanto en las ciudades, como en el campo mexicano.

### Calentamiento de agua con leña

Es difícil establecer el potencial de ahorro en lo que se refiere al calentamiento de agua con leña. En el caso del uso de las estufas tres piedras, el agua muchas veces se calienta con los residuos de fuego o calor que quedan después de la cocción de alimentos. En general, puede decirse que el mayor potencial de ahorro proviene del uso de los calentadores solares, y en el caso de calentadores de leña, éste se logra a través de su aislamiento.

### Sustitución de leña por gas LPi o natural

Las dificultades principales para la penetración del gas LP en las comunidades rurales son la falta de carreteras accesibles para su distribución y la carencia de recursos económicos de la mayoría de los pobladores para adquirir tanques de almacenamiento y estufas de gas. Para facilitar el acceso del gas LP a los pobladores rurales de escasos recursos, es necesario incorporar al mercado tanques de gas más pequeños que puedan ser transportados con mayor facilidad, así como estufas de gas más accesibles (con dos quemadores y sin horno, por ejemplo); así mismo, para que la gente pueda adquirir estos recursos, es necesario que las compañías de gas y los gobiernos locales desarrollen programas de compra a crédito.

### Estufas mejoradas

La difusión de las estufas mejoradas no es un problema sencillo. La estufa de tres piedras es una tecnología que ha sido utilizada durante siglos en el campo mexicano y está incorporada culturalmente a la vida rural. Asimismo, tanto la estufa de tres piedras, como la recolección de leña, están fuera de los llamados mecanismos del mercado. Por esta razón, la población que desea esta sustitución tecnológica debe involucrarse en el proceso de diseño, prueba y difusión de las nuevas estufas. Esto requiere, a su vez, que la investigación y el desarrollo tecnológico involucre, tanto a las instituciones de investigación y extensión dedicadas al diseño y difusión, como a la población de las comunidades rurales.

### Sustitución de leña y gas LP o natural por energía solar

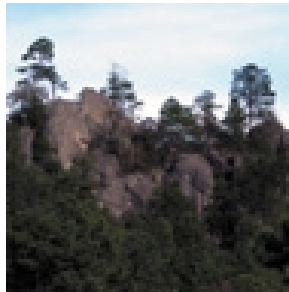
Los actuales incrementos a los precios del gas natural y LP permiten que la tecnología utilizada para calentar agua mediante energía solar sea rentable, pues la recuperación de la inversión se logra entre 1.5 y 3 años —esto sin considerar el ahorro por la disminución de emisiones de CO<sub>2</sub>. Existen en el mercado colectores solares, que oscilan entre 4 mil 800 y 12 mil pesos, equipos que permiten dar servicio al promedio de habitantes de las viviendas de interés social y la económica.

**guía**conafovi

capítulo tres



# Recomendaciones bioclimáticas para el diseño de la vivienda por bioclima y ciudad



**L**a arquitectura bioclimática no trata de promover un tipo más de diseño, intenta sentar las bases para que haya una toma de conciencia y un cambio de actitud respecto a la práctica proyectual, al medio ambiente y al uso de la energía.

Este cambio consiste en brindar herramientas para que el diseñador y el constructor consideren la interacción entre energía, ambiente y construcción, a fin de que ésta regule los intercambios de calor con el ambiente y propicie las condiciones de comodidad o confort que requiere el ser humano.

Con base en el estudio de los bioclimas presentes en las diversas zonas ecológicas de México y de acuerdo con el estudio del comportamiento solar, en este capítulo se emiten algunas recomendaciones para el diseño arquitectónico y urbano.

El bioclima depende del clima y de las condiciones de termofisiología humana. El clima tiene una gran influencia en la vegetación y en la vida animal, incluyendo a los seres humanos. Desempeña un papel significativo en muchos procesos fisiológicos, desde la concepción y el crecimiento de los seres vivos, hasta la salud y la enfermedad. El ser humano, por su parte, puede influir en el clima al cambiar su medio ambiente, tanto a través de la alteración de la superficie de la tierra, como por la emisión de contaminantes y productos químicos, como el dióxido de carbono.



## Conceptos básicos del confort térmico en la vivienda

Las condiciones de comodidad o confort térmico dependen de las variables del medio ambiente, como la temperatura, humedad, velocidad del aire y radiación incidente.

Los métodos para determinar las condiciones de comodidad térmica se desarrollaron desde finales del siglo pasado, y a partir de estos se implementaron normas o sugerencias de valores de los parámetros, dentro de los cuales el ser humano siente comodidad. La comodidad en la Gran Bretaña está definida entre 14.4 y 21.1 °C en la temperatura del aire en contacto con el cuerpo humano (58 a 70 °F), en los Estados Unidos de América entre 20.5 y 26.7 °C (69 a 80 °F) y en los trópicos entre 23.3 y 29.4 °C (74 a 85 °F) con humedades relativas entre 30 y 70 % (Mesa y Morillón, 1997). Estas especificaciones de temperatura y humedad que determinan la zona de comodidad, pueden verse modificadas por:

- La presencia de viento, el cual incrementa el mecanismo de transferencia de calor por convección (movimiento del aire).
- La incidencia de radiación (calor emitido por el sol o las superficies caliente), lo que dificulta la salida de calor del cuerpo humano.
- La ocurrencia de enfriamiento por evaporación en el aire que entra en contacto con el cuerpo humano, lo cual aumenta la salida de calor del mismo.
- La pérdida de radiación infrarroja del cuerpo humano debido a superficies frías que lo circundan, lo que favorece la salida del confort térmico.
- La modificación de la temperatura del aire que entra en contacto con el cuerpo humano debido a la transferencia de calor por convección con materiales que conforman el medio ambiente y que son capaces de almacenar calor de manera sensible (estos materiales pueden ser los materiales de construcción del edificio).

Los conceptos listados anteriormente, resultan ser de suma importancia para fijar las estrategias de diseño térmico de una vivienda. Algunos investigadores han plasmado estos criterios en diagramas psicométricos, obteniendo una presentación gráfica de los mismos, con los cuales es más sencillo evaluar el confort, cuando no se está familiarizado con los procesos físicos involucrados en los fenómenos de transferencia de calor que ocurren en el cuerpo humano y en la vivienda.

Para evaluar la comodidad térmica para los ocupantes de una vivienda, también puede utilizarse el método de la temperatura equivalente, que aparece en las normas —1993— de la Sociedad Americana de Ingenieros en Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE).

El confort en la vivienda se puede lograr por medio de una serie de soluciones sencillas y poco costosas, que permiten limitar las ganancias de calor dentro de la vivienda, enfriarla de una manera más económica, o calentarla, si es el caso.

Ante cualquier condición climática, la vivienda debe intentar conseguir el máximo nivel de confortabilidad, lo cual implica el estudio de un fenómeno complejo en el que intervienen muchos parámetros y factores: el clima, el cual se puede entender como el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan a una región o como el efecto a largo plazo de la radiación solar sobre la superficie y la atmósfera de la tierra en rotación. El modo más fácil de interpretarlo es en términos de medias anuales o estacionales de temperatura, humedad relativa y precipitaciones.



# Zonificación ecológica de México y sus características climáticas

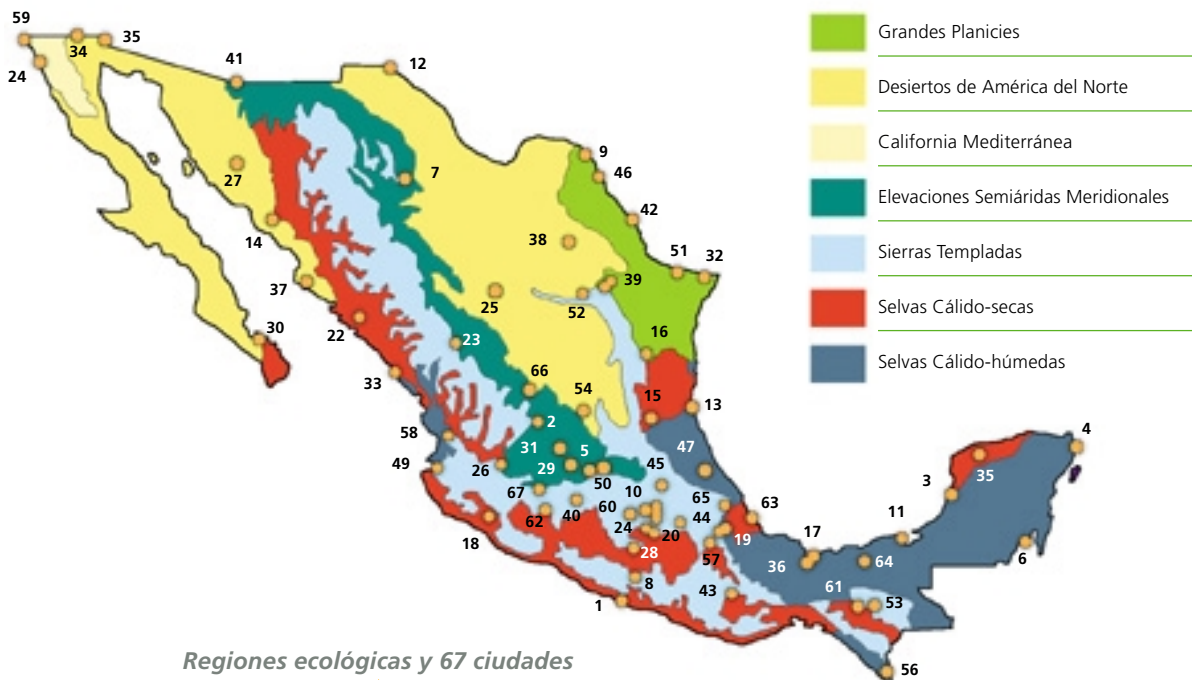


México presenta una gran variedad de climas. Este país, al estar dividido por el trópico de Cáncer, comprende dos zonas térmicas claramente diferenciadas. Sin embargo, debido a las distintas elevaciones de las cadenas montañosas y las regiones cercanas a los litorales, existen zonas con temperaturas extremas: áreas de climas desérticos y áreas de clima muy húmedo.

Tomando en cuenta lo anterior, es necesario establecer una regionalización que permita identificar las zonas con características similares y así poder potenciar sus ventajas. Para ello, se hará referencia a la división presentada en la guía *Diseño de áreas verdes en desarrollos habitacionales* (Conafovi, 2005), la cual presenta siete regiones ecológicas en el país. Para definir y estudiar los bioclimas de México, se consideraron como base las características climáticas de cada zona.

Figura 14

## Regiones ecológicas en la república Mexicana y ubicación de 67 ciudades.



Regiones ecológicas y 67 ciudades

- |                          |                          |                    |                               |
|--------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|
| 1 Acapulco               | 18 Colima                | 35 Mérida          | 52 Saltillo                   |
| 2 Aguascalientes         | 19 Córdoba               | 36 Minatitlán      | 53 San Cristóbal de las Casas |
| 3 Campeche               | 20 Cuautla               | 37 Mochis, Los     | 54 San Luis Potosí            |
| 4 Cancún                 | 21 Cuernavaca            | 38 Monclova        | 55 San Luis Río Colorado      |
| 5 Celaya                 | 22 Culiacán              | 39 Monterrey       | 56 Tapachula                  |
| 6 Chetumal               | 23 Durango               | 40 Morelia         | 57 Tehuacán                   |
| 7 Chihuahua              | 24 Ensenada              | 41 Nogales         | 58 Tepic                      |
| 8 Chilpancingo           | 25 Gómez Palacio-Torreón | 42 Nuevo Laredo    | 59 Tijuana                    |
| 9 Ciudad Acuña           | 26 Guadalajara           | 43 Oaxaca          | 60 Toluca                     |
| 10 Ciudad de México      | 27 Hermosillo            | 44 Orizaba         | 61 Tuxtla Gutiérrez           |
| 11 Ciudad del Carmen     | 28 Iguala                | 45 Pachuca         | 62 Uruapan                    |
| 12 Ciudad Juárez         | 29 Irapuato              | 46 Piedras Negras  | 63 Veracruz                   |
| 13 Ciudad Madero-Tampico | 30 La Paz                | 47 Poza Rica       | 64 Villahermosa               |
| 14 Ciudad Obregón        | 31 León                  | 48 Puebla          | 65 Xalapa                     |
| 15 Ciudad Valles         | 32 Matamoros             | 49 Puerto Vallarta | 66 Zacatecas                  |
| 16 Ciudad Victoria       | 33 Mazatlán              | 50 Querétaro       | 67 Zamora                     |
| 17 Coatzacoalcos         | 34 Mexicali              | 51 Reynosa         |                               |



Las zonas ecológicas se listan a continuación, con las correspondientes características climáticas de dichas zonas (se presenta más detalle en el anexo A):

### **Zona 1: California mediterránea**

(Clima, templado con lluvias en invierno)

En México esta región abarca únicamente la parte norte del estado de Baja California.

### **Zona 2: Desiertos de América del norte**

(Clima, seco desértico)

Esta región abarca parte del estado de Baja California y la parte norte-centro de México.

### **Zona 3: Elevaciones semiáridas meridionales**

(Clima, seco estepario)

Esta región se extiende sobre parte de los estados del norte, oeste y centro de México.

### **Zona 4: Selvas cálidas secas**

(Clima, Tropical con lluvias en verano)

Esta zona cubre aproximadamente 13% de México y se extiende en una angosta franja desde el este de Sonora y el sureste de Chihuahua hasta Chiapas; en Michoacán incluye la cuenca del río Balsas.

### **Zona 5: Sierra templada**

(Clima, templado con lluvias en verano)

Esta región ecológica comprende las principales montañas mexicanas incluidas la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental y los complejos montañosos de Chiapas y Oaxaca. Cubre alrededor de 25% del país. Entre las principales ciudades que se localizan en esta zona están la Ciudad de México, Guadalajara, Morelia, Toluca, Puebla.

### **Zona 6: Grandes planicies**

(Clima, seco estepario)

Esta región comprende la parte noreste de México y está presente, de menor a mayor grado, en Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. Su extensión total es considerable, pues se extiende alrededor de 1,500 km desde Alberta en Canadá, hasta Texas, en Estados Unidos y los estados mencionados de nuestro país. A lo ancho, cubre aproximadamente 600 km desde el oeste de Indiana y el Golfo de México hasta el pie de las Rocallosas.

### **Zona 7: Selva cálido húmeda**

(Clima, tropical con lluvias todo el año)

Esta región circunda la Planicie Costera del Golfo, la parte occidental y sur de la Planicie Costera del Pacífico, la parte más alta de la Península de Yucatán y las porciones bajas de la Sierra Madre de Chiapas.

# Requerimientos y estrategias para la climatización pasiva por bioclima



**S**i se desea ahorrar energía a partir del diseño, es necesario conocer cómo interactúan los habitantes con el clima (factores meteorológicos), las condiciones de confort térmico que requieren (frío, calor, humedad, etcétera) y las formas en las que el calor se propaga en la vivienda.

Para conocer la interacción del clima, la fisiología humana y las formas de propagación del calor se realiza un estudio del bioclima, el cual consiste en determinar las condiciones o sensaciones térmicas para el ser humano —como el frío, calor, humedad, etcétera—, en cada zona ecológica del país, tomando como base el impacto del climática en las temperaturas y humedades relativas para el confort. Para estudio del bioclima hay herramientas como los diagramas psicrométricos o bioclimáticos de B. Givoni y V. Olgyay, o bien métodos numéricos como el de Fanger (1973) y Auliciems (1981).

De acuerdo con los estudios realizados para las diversas zonas ecológicas, se identificaron tres tipos de bioclimas; semifrío, templado y cálido, los cuales derivan, en función de la humedad ambiente, en seco, semihúmedo y húmedo:

- Bioclima cálido seco
- Bioclima cálido semihúmedo
- Bioclima cálido húmedo
- Bioclima templado húmedo
- Bioclima templado
- Bioclima templado seco
- Bioclima semifrío seco
- Bioclima semifrío
- Bioclima semifrío húmedo

Las características generales de los bioclimas son (King, 1994 y Morillón 2004 y 2005):



**Bioclima  
cálido seco**

Su temperatura media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort, excepto en verano, cuando los sobrepasa; la máxima sobrepasa los rangos, excepto en invierno. La oscilación diaria es entre 10° y 20 °C. La humedad relativa es baja en primavera y permanece dentro de los rangos de confort en periodo de lluvias, con una precipitación pluvial menor a 600 mm anuales. Los vientos dominantes de son calientes en verano y fríos en invierno.

En esta zona se encuentran las ciudades de Mexicali, Cd. Obregón, Hermosillo, Culiacán, La Paz, Cd. Juárez, Chihuahua, Gómez Palacios, Monterrey, Torreón, entre otras.

**Diagnóstico**

En la figura 15 se observa que la sensación de calor está presente en los meses de abril a octubre, y se concentra de julio a septiembre. El calor húmedo se observa en la madrugada. La sensación de frío se presenta en los meses de diciembre a febrero.

**Requerimientos de climatización**

- Meses fríos (diciembre a marzo):
  - Calentamiento directo por la mañana e indirecto por las tardes
  - Inercia térmica de la envolvente
  - Mínimo contacto del edificio con el medio ambiente
  - Evitar infiltraciones
  - Evitar vientos fríos de invierno
- Meses en transición (abril, mayo y noviembre):
  - Ventilación adecuada para el control higrométrico
  - Humidificación por las tardes
- Meses de calor (julio a octubre):
  - Evitar ganancias solares, directas e indirectas
  - Espacios enterrados, semienterrados, taludes
  - Formas compactas y contiguas
  - Áreas exteriores protegidas (microclimas con patios)
  - Ventilación natural con tratamiento previo (enfriamiento y humidificación)

Figura 15

**Condiciones o sensaciones térmicas en el bioclima cálido seco**  
(Ciudad de Mexicali)



La temperatura máxima sobrepasa los rangos de confort, excepto en invierno; la media permanece en los rangos de confort todo el año y la mínima por debajo. La oscilación diaria está entre los 8 y 12 °C durante todo el año. La precipitación anual entre 650 y 1000 mm. La humedad relativa máxima está por encima de los rangos durante todo el año; la media y la mínima se ubican entre los rangos de confort.

**Bioclima  
cálido  
semihúmedo**

En este bioclima se ubican Cd. Victoria, Mazatlán, Colima, Mérida, Tuxtla Gutiérrez, entre otras.

### Diagnóstico

La sensación de frío moderado se presenta en los meses de diciembre y enero. La sensación de calor se incrementa conforme avanza el día y el mes en el año hasta llegar a los meses más cálidos que son junio, julio y agosto. En el día se presenta calor húmedo.

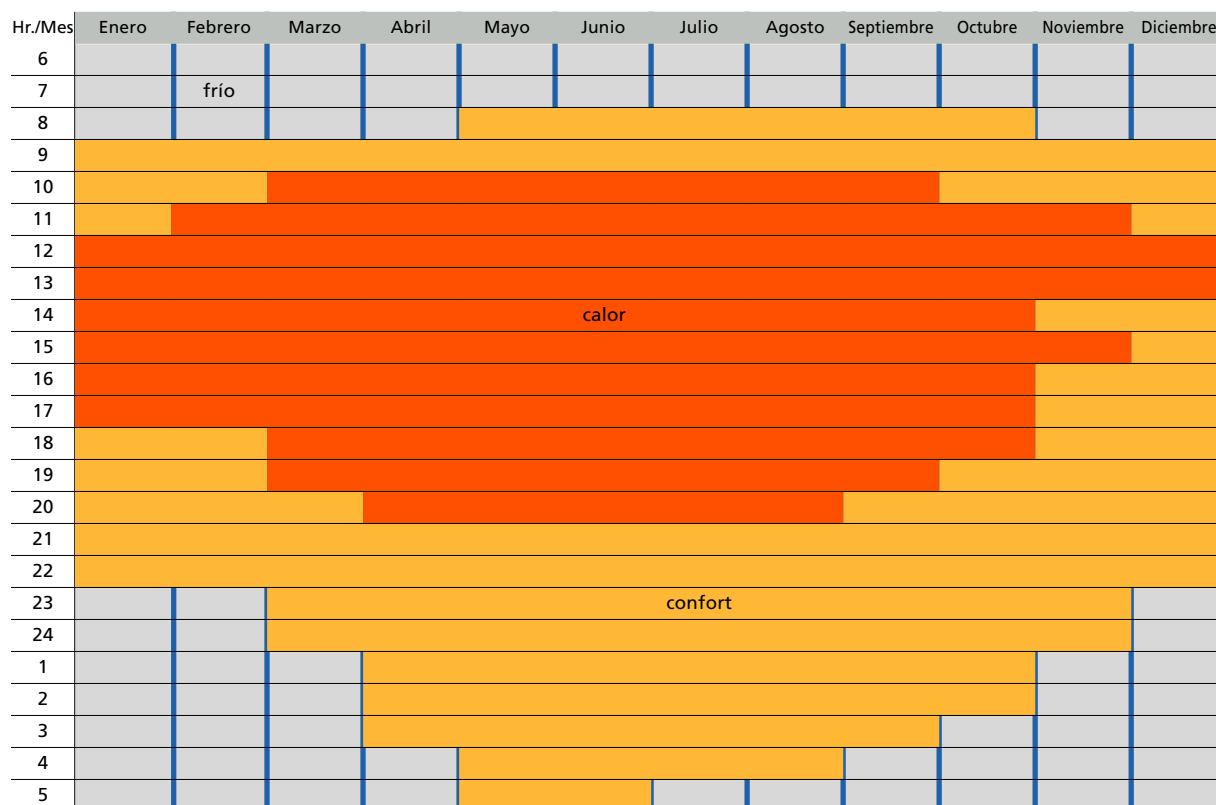
### Requerimientos de climatización

- Meses de frío (diciembre a enero):
  - Calentamiento, evitar pérdidas de calor durante la noche
  - En áreas con ventilación natural diurna y nocturna, utilizar materiales masivos
  - Control de enfriamiento y humedad
- Meses de transición (febrero, octubre y noviembre):
  - Usar ventilación para confort higrométrico
- Meses con calor (marzo a septiembre):
  - Enfriar desde las 11 horas.
  - Evitar ganancias solares directas e indirectas
  - Sombrear la vivienda
  - Materiales ligeros

Figura 16

### Condiciones o sensaciones térmicas en el bioclima cálido semihúmedo

(Ciudad de Mérida)





**Bioclima  
cálido  
húmedo**



La temperatura media y máxima están por encima de los rangos de confort en verano. La humedad relativa permanece fuera de confort casi todo el año, con una precipitación pluvial de alrededor de 1500 mm anuales. Vientos huracanados, ciclones y nortes.

Ciudades que se ubican en este bioclima son: Campeche, Manzanillo, Tapachula, Acapulco, Cozumel, Cancún, Chetumal, Villahermosa, Tampico, Veracruz, entre otras.

**Diagnóstico**

La sensación más importante a contrarrestar es el bochorno. Los diseñadores de los espacios deben tomar en cuenta la humedad en el ambiente interior del espacio. En este bioclima se presenta principalmente el calor húmedo, lo cual puede ocasionar serios problemas a la estructura del edificio, mobiliario y cosas almacenadas en él, como la ropa y los alimentos.

El confort se presenta en mayor porcentaje en los meses de noviembre a marzo a partir desde las 9 de la mañana, aproximadamente, hasta las 22 horas. El frío aparece en los meses diciembre y enero, con menor intensidad.

**Requerimientos de climatización**

- Meses con confort (diciembre a enero):
  - Cerrar ventanas en la noche
- Meses con calor (febrero a noviembre):
  - Deshumidificar y enfriar
  - Evitar ganancias solares directa e indirectas todo el año
  - Ventilación natural
  - No se recomienda vegetación en interior
  - Materiales ligeros
  - Espacios de uso diurno muy ventilados

Figura 17

**Condiciones o sensaciones térmicas en el bioclima cálido húmedo**  
(Ciudad de Villahermosa)



La temperatura máxima está por encima de los rangos de confort en la época de primavera y verano; la mínima por debajo. La oscilación térmica diaria entre 11°C y 13°C. La humedad relativa, media y máxima, por encima de los rangos de confort, con una precipitación pluvial por encima de los 1000 mm anuales.

**Bioclima  
templado  
húmedo**

Esta zona está presente en una parte muy pequeña del territorio nacional. Sin embargo en ella se encuentran localizadas ciudades como: Cuernavaca y Tepic, entre otras.

### Diagnóstico

De acuerdo al diagrama de la figura 18, se puede observar que abunda la sensación de confort alrededor del mediodía, fresco en la madrugada, a excepción de los meses de verano en donde esta sensación se prolonga hasta las últimas horas del día. El calor se presenta en abril, mayo y junio alrededor de las 14 horas.

### Requerimientos climatización

- Meses de frío (diciembre a enero):
  - Elementos medianamente masivos
- Meses de transición (febrero, octubre y noviembre):
  - Control de ventilación
- Meses con calor (marzo a septiembre):
  - Evitar ganancia solar directa por la tarde, en primavera y verano
  - Control solar
  - Ventilación natural
  - Barreras de vapor en los muros y techo
  - Cubierta con aislante térmico

Figura 18

### Condiciones o sensaciones térmicas en el bioclima templado húmedo (Ciudad de Cuernavaca)





**Bioclima templado**

La temperatura máxima está por encima de los rangos de confort en primavera; la mínima permanece por debajo durante todo el año. Las oscilaciones de temperatura son entre 10° y 18 °C, la precipitación pluvial es de 900 mm anuales. La humedad relativa máxima sobrepasa los rangos de confort, la media y mínima se ubican dentro del confort. Los vientos dominantes son del norponiente.

En este bioclima se ubican las ciudades de Guanajuato, Chilpancingo, Guadalajara, entre otras.

**Diagnóstico**

El calor se presenta en los meses de abril-junio y septiembre-octubre; templado o confortable en los meses de febrero-marzo, julio-agosto y octubre- noviembre; los meses de diciembre y enero son fríos (Fig. 19), a pesar de presentar condiciones de confort durante las horas del medio día.

**Requerimientos de climatización**

- Meses con frío (diciembre y enero):
  - Ganancias de calor directo en las fachadas este, sureste y sur, en invierno por las mañanas
  - Ganancias indirectas de calor en las fachadas suroeste, oeste y noroeste
  - Pasividad en la construcción
- Meses confortables (febrero, julio, agosto, noviembre):
  - Ventilación natural
- Meses con calor (marzo a junio, incluye octubre):
  - Humidificación en primavera
  - Evitar ganancias de calor por radiación
  - Ventilación por las tardes en primavera
  - Enfriamiento evaporativo en primavera

Figura 19 **Condiciones o sensaciones térmicas en el bioclima templado** (Ciudad de Guadalajara)





De marzo a octubre, por las tardes, la temperatura máxima sobrepasa los rangos de confort; la mínima está por debajo por las noches y madrugadas de todo el año. La oscilación diaria esta entre 13 y 17°C. La precipitación pluvial es de aproximadamente 600 mm anuales y la humedad relativa máxima está por encima de los rangos de confort de julio a octubre, la media y mínima se ubican dentro de ellos.

**Bioclima templado seco**

En dicho bioclima se localian las ciudades de Durango, San Luis Potosí, Querétaro, Saltillo, León, Oaxaca, Tijuana, entre otras.

### Diagnóstico

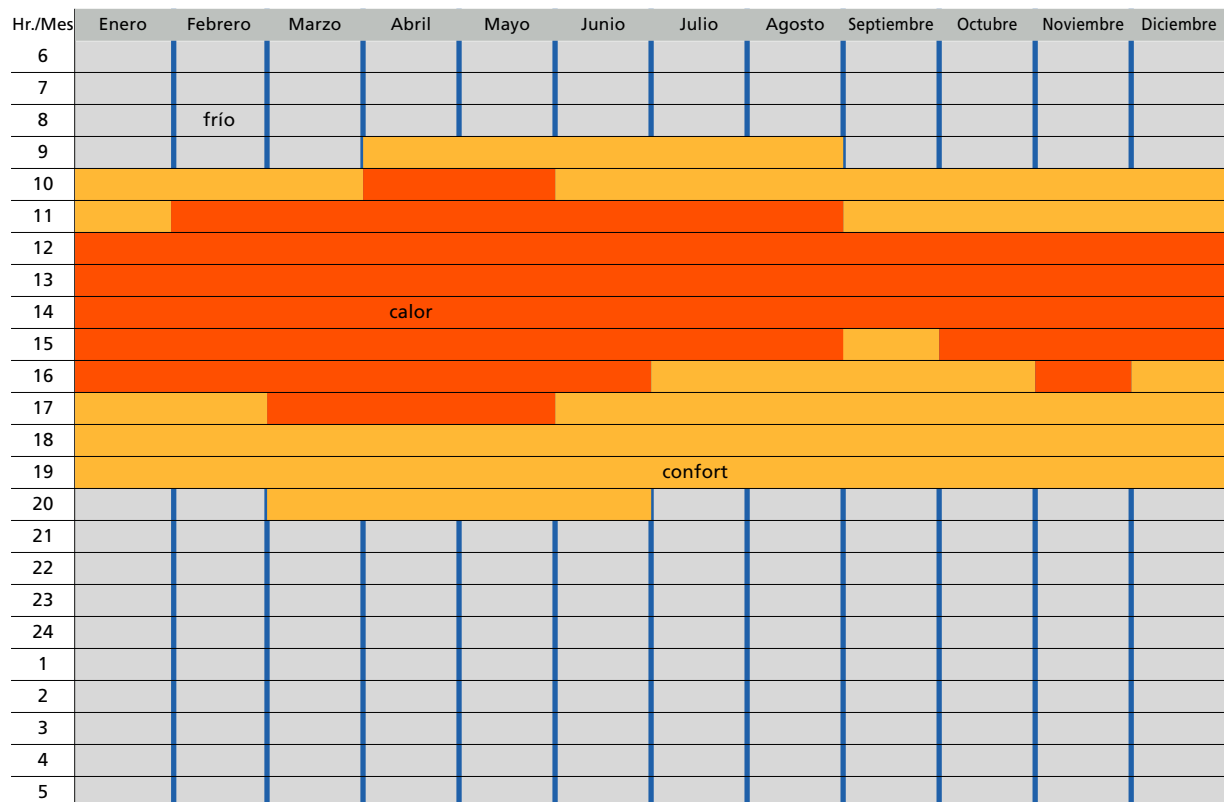
Se presentan condiciones de calor en los meses de primavera; en verano y otoño, el calor se presenta alrededor del medio día; algo templado en invierno (Fig. 20).

### Requerimientos de climatización

- Meses con frío moderado (septiembre, diciembre y enero):
  - Calentamiento directo, en las primeras horas de la mañana
  - Calentamiento indirecto por las fachadas oeste, sureste, noroeste
  - Controlar oscilaciones de humedad
  - No ventilar por las noches
- Meses con calor (marzo a junio):
  - Enfriamiento con ventilación y humidificación por la tardes
  - Reducir oscilaciones de temperatura
  - Inercia térmica en muros
  - Ventilación por las tardes

Figura 20.

### Condiciones o sensaciones térmicas en el bioclima templado seco (Ciudad de Oaxaca)





**Bioclima semifrío seco**

Sus temperaturas media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort durante todo el año; la máxima apenas sobrepasa los rangos en primavera. La oscilación diaria es de alrededor de 13°C. Los rangos de humedad relativa media y máxima están dentro del confort; la mínima es baja durante todo el año. La precipitación pluvial anual es de alrededor de 500 mm, con una máxima en 24 horas de 50 mm aproximadamente. Los vientos son fríos en invierno y por las noches.

Ciudades en este bioclima: Zacatecas y Tulancingo.

**Diagnóstico**

Esta zona no tiene mucha variación. Predomina el confort desde media mañana hasta la tarde y el frío, por la noche y hasta la madrugada. Sin embargo, en esta zona se presentan temperaturas muy bajas en la noche, sobre todo en invierno (Fig. 21), por lo que será importante no pasar por alto la estrategia del calentamiento pasivo.

**Requerimientos de climatización**

- Meses de frío (julio a marzo):
  - Calentamiento solar pasivo
    - Calentamiento directo por las mañanas por las fachadas sur-este
    - Calentamiento indirecto por las tardes con elementos que almacenan calor en las fachadas del sureste-noroeste
  - Protección de los vientos fríos nocturnos
- Meses de confort (abril a junio):
  - Calentamiento y almacenamiento de calor en muros de las fachadas oeste, suroeste y noroeste
  - Renovación del aire para condiciones higiénicas
  - Uso moderado de vegetación interior

Figura 21. **Condiciones o sensaciones térmicas en el bioclima semifrío seco** (Ciudad de Zacatecas)



Las temperaturas media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort durante todo el año; la máxima sobre pasa ligeramente los rangos. La oscilación diaria es entre 10 y 15 °C. Los rangos de humedad relativa media y máxima están dentro del confort; la mínima es baja durante todo el año. La precipitación pluvial es de aproximadamente 900 mm. Los vientos son fríos en invierno y por la noche.



Ciudades en este bioclima: Tlaxcala, Puebla, Morelia, México y Toluca.

### Diagnóstico

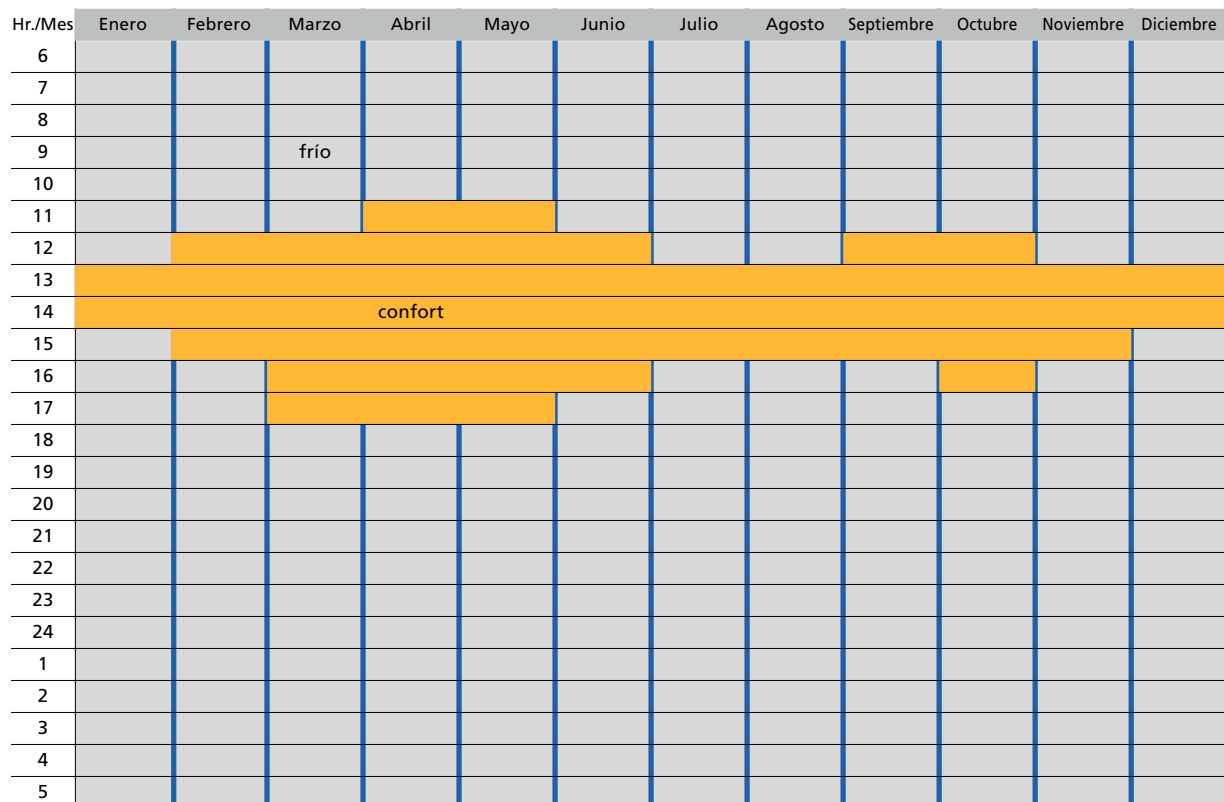
Esta zona no tiene mucha variación de sensaciones, predomina el confort alrededor del medio día y hasta la tarde en los meses de primavera, el frío en la noche hasta la madrugada, sin embargo, en este bioclima se presentan temperaturas nocturnas muy bajas, sobre todo en invierno (Fig. 22), por lo que es importante considerar estrategias de calentamiento pasivo.

### Requerimientos de climatización

- Meses de frío (julio a febrero):
  - Calentamiento solar pasivo
    - Directo por las mañanas por las fachadas sur-este
    - Indirecto por las tardes
  - Evitar pérdidas de calor por las ventanas
  - Espacios de transición entre el exterior e interior
- Meses de confort (marzo a junio, incluyendo septiembre y octubre):
  - Almacenamiento de calor en pisos, techos y muros, en las fachadas oeste y sur
  - Renovación de aire por higiene

Figura 22.

### Condiciones o sensaciones térmicas en el bioclima semifrío (Ciudad de Toluca)





**Bioclima  
semifrío  
húmedo**



Las temperaturas media y mínima se encuentran por debajo de los rangos de confort durante todo el año; la máxima dentro de los rangos. La oscilación diaria es de 10 a 12 °C. Los rangos de humedad relativa mínima están dentro del confort; la media y máxima se ubican por encima del rango durante todo el año. La precipitación pluvial es de aproximadamente 1200 mm por año. Los vientos son fríos en invierno y las noches.

Ciudades en este bioclima: Xalapa.

**Diagnóstico**

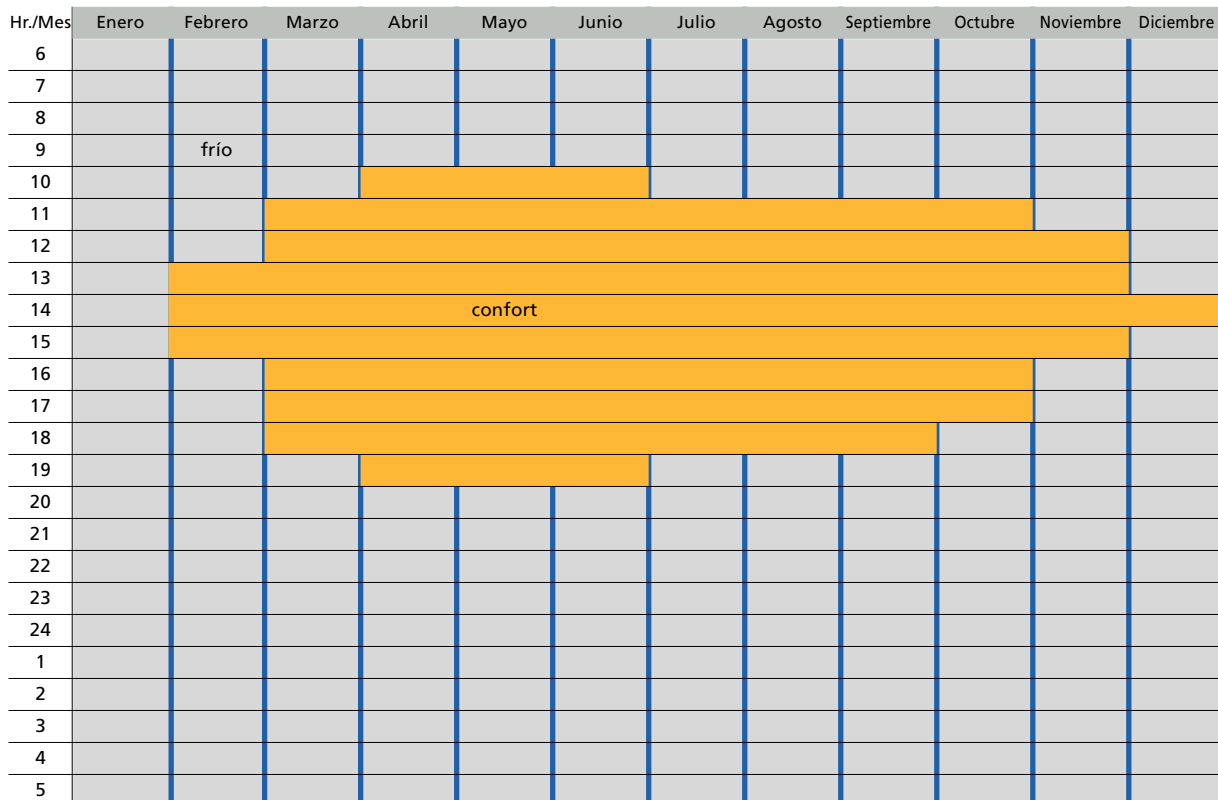
Este bioclima no tiene mucha variación de sensaciones, predomina el confort por al medio día durante los meses de primavera y verano, incluye parte de otoño y el frío en la noche hasta la madrugada, sin embargo, en esta zona se presenta temperaturas muy bajas en el invierno (Fig. 23), por lo que será importante no pasar por alto la estrategia del calentamiento pasivo.

**Requerimientos de climatización**

- Meses de frío (diciembre a febrero):
  - Calentamiento solar pasivo
    - Directo al medio día
    - Indirecto por almacenamiento o invernadero
  - Protección de los vientos fríos de invierno y nocturnos
  - Espacios de transición entre el exterior y el interior
- Meses de confort (marzo a noviembre):
  - Control de vegetación
  - Ventilación controlada
  - Ventanas operables de buen sellado

Figura 23.

**Condiciones o sensaciones térmicas en el bioclima semifrío húmedo**  
(Ciudad de Xalapa)



# Recomendaciones bioclimáticas para el diseño de la vivienda



**P**ara emitir estas recomendaciones bioclimáticas de diseño arquitectónico y urbano, se integraron estudios del bioclima con análisis del comportamiento solar y de los vientos de cada región, a fin de definir los requerimientos de climatización: calentamiento, enfriamiento, humidificación, deshumidificación, protección o captación solar. De esta manera, las recomendaciones resultantes cubren satisfactoriamente las estrategias y requerimientos de climatización.

La utilización de estas recomendaciones permite definir la orientación favorable de las fachadas, las características térmicas, espesores y acabados de los materiales de construcción, el asoleamiento en ventanas y la forma de la vivienda, entre otros. Si se toman en cuenta estos factores, se podrá diseñar una vivienda ahorradora de energía y con las condiciones de confort adecuadas al ambiente. Estos conceptos pueden aplicarse sin costo extra para el constructor y, al mismo tiempo, brindar muchos beneficios para el usuario, por ejemplo: el ahorro de energía eléctrica, la disminución de la facturación, las condiciones de comodidad térmica y ambientales, como la mitigación de CO<sub>2</sub>, entre otros.

Las recomendaciones de esta guía se organizan de acuerdo con el bioclima y conforme al orden que se ha manejado hasta ahora. Estas se dividen en dos grupos: diseño urbano y diseño arquitectónico. Algunas ya han sido incorporadas en las normas de eficiencia energética de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE).<sup>1</sup> El primero abarca temas como la orientación correcta de las manzanas respecto al eje eólico y solar (viento-sol), a fin de aprovechar ambos factores, y el segundo trata aspectos de orientación de espacios interiores, desarrollo volumétrico de la envolvente, control solar, uso de la vegetación y ventilación con fines bioclimáticos, entre otros.

## Diseño urbano:

- Agrupamiento
- Orientación de la vivienda
- Espacios exteriores

## Proyecto arquitectónico:

- Generales de proyecto
  - Ubicación en el lote
  - Configuración
  - Orientación de la fachada mas larga
  - Localización de las actividades
  - Tipo de techo
  - Altura de piso a techo
- Control solar
  - Remetimientos y saliente en fachada
  - Patios interiores
  - Aleros
  - Pórticos, balcones, vestíbulos
  - Tragaluces
  - Parteluces
  - Vegetación
- Ventilación
  - Unilateral
  - Cruzada
- Ventanas
  - Ubicación en fachada según dimensión
  - Ubicación según nivel de piso interior
  - Formas de abrir
  - Protección
- Materiales y sistemas constructivos
  - Techumbre
  - Muros exteriores
  - Muros interiores y entrepiso
  - Pisos exteriores
  - Color y textura de acabados exteriores
- Vegetación
  - Árboles
  - Arbustos
  - Cubresuelos
- Equipos complementarios de climatización

Todas las recomendaciones bioclimáticas que se presentaran son tomadas de trabajos realizados por King (1994), Moreno (2003) y Morillón (2005).



## Recomendaciones bioclimáticas para el bioclima cálido seco

### Diseño urbano

#### a. Agrupamiento

- Espaciamiento entre edificios en sentido sureste-noroeste, 1.7 veces la altura de la vivienda
- Otra orientación lo más próximo posible para aprovechar las sombras proyectadas
- Espacios exteriores diseñados como recintos donde se generen microclimas



#### b. Orientación de las viviendas

- Al Sureste cuando es una crujía
- Doble crujía con orientación norte-sur, con dispositivos de control solar en ambas fachadas



#### c. Espacios exteriores

- Plazas y plazoletas, densamente arboladas con vegetación caducifolia
- Vegetación perenne como control de vientos fríos
- Andadores con mínimas dimensiones, mínimo pavimento sombreados en verano, soleados en invierno
- Acabados de piso permeables



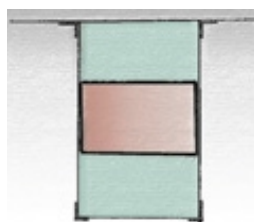
#### d. Vegetación

- Árboles de hoja caduca, en plazas y andadores De hoja perenne en estacionamientos
- Distancia entre árboles que den sombra continua
- Arbustos como barreras de viento frío en plazas y andadores
- Cubresuelos con mínimo requerimiento de agua

### Diseño arquitectónico

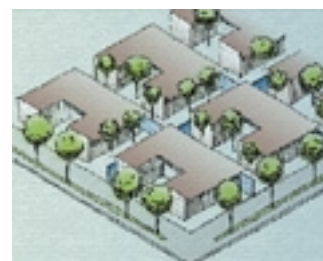
#### a. Ubicación de la vivienda en el lote

- Muro a muro



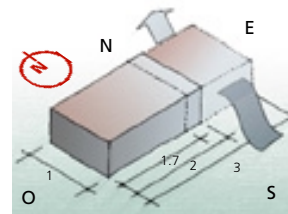
#### b. Configuración

- Compacta con patio



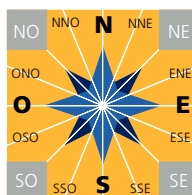
#### c. Orientación de la fachada más larga

- De una crujía al sureste
- Doble crujía norte-sur con dispositivos de control solar en ambas fachadas



#### d. Localización de los espacios

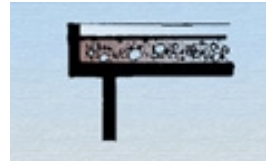
- Sala, comedor, recámaras al sureste
- Cocina al norte o noreste
- Circulaciones y aseo al noroeste



Zona	Requerimiento	Orientación recomendable
<b>De día:</b>		
Cocina	Sombra	NO/N/NE
Tendedero	Sol	NO/NE
Lavadero	Sombra	NO/NE
Servicio	Sombra	N/NO/NE
Comedor	Sombra	SE/S/SO
Estancia	Sombra	SE/S/SO
Usos Múltiples	Sombra	SE/S/SO
<b>De noche:</b>		
Recámara	Sombra	SE/S/SO
Baño	Sol	NO/ENE
Guardarropa	Sol	NO/ENE

**e. Tipo de techo**

- Plano con poca pendiente



**f. Altura del piso al techo**

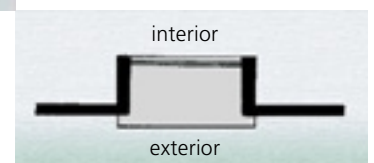
- Óptima 2.7 m, aceptable 2.5 m



**g. Dispositivos de control solar**

**Remetimientos y salientes en fachada:**

- Evitarlos en la vivienda
- Ventanas remetidas



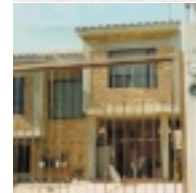
**Patios interiores:**

- Sombreados, con fuentes, espejos de agua y vegetación de hoja caduca para enfriamiento y humidificación.



**Aleros:**

- En todas las fachadas
- Fachada sur, grandes para evitar asoleamiento por las tardes, combinado con perteluces
- Sureste, calentamiento directo en invierno y protección en verano
- Suroeste y noroeste protección solar combinado con vegetación



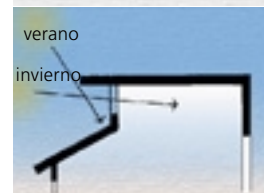
**Pórticos, balcones y vestíbulos:**

- Como protección del acceso
- Pórticos, pérgolas con vegetación al sur
- Vestíbulos al norte



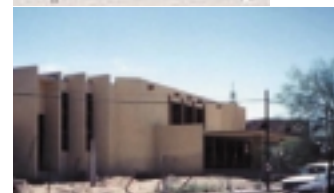
**Tragaluces:**

- Orientados al sur con protección solar en verano



**Parteluces:**

- En la fachada norte para protección en las tardes y en verano
- En las fachadas este, noreste y oeste, noroeste y suroeste deben considerarse



**Vegetación:**

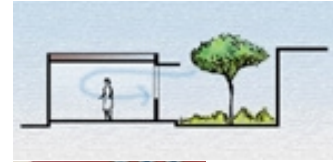
- De hoja caduca en todas las orientaciones. Muy densa en el noreste, este, suroeste y noroeste, como protección de ángulos solares bajos
- Suroeste y noroeste, usar árboles altos y densos
- De hoja perenne en la orientación oeste y como barrera de vientos fríos





**h. Ventilación**

- Aire tratado en áreas jardinadas, fuentes o espejos de agua



**Unilateral:**

- Renovación del aire para condiciones higiénicas
- Protegerse de los vientos fríos del invierno

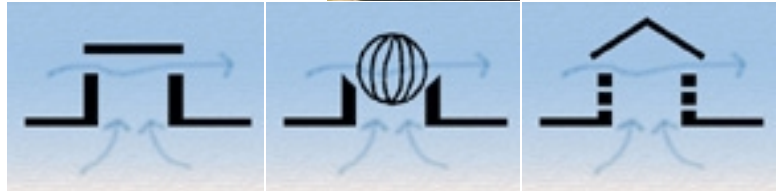
**Cruzada:**

- Con ventanas operables de den a patios interiores y reciban los vientos de primavera y otoño
- Protección de los vientos fríos de invierno



**Otras:**

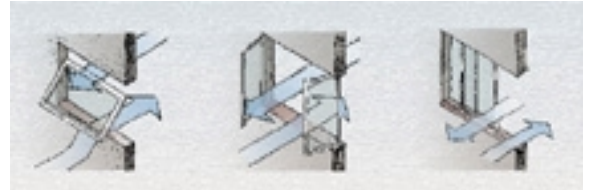
- Chimeneas eólicas, turbinas eólicas (cebollas) y captadores eólicos



**i. Ventanas**

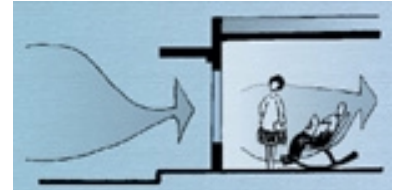
**En todas las fachadas:**

- Las mínimas necesarias en todas las direcciones
- Al sur-sureste para ganancia solar directa en invierno
- Evitar pérdidas de calor con postigos, persianas, etc., para uso exclusivo en las noches de invierno



**Ubicación según nivel de piso interior:**

- En la parte media y baja del muro a nivel de los ocupantes



**Formas de abrir:**

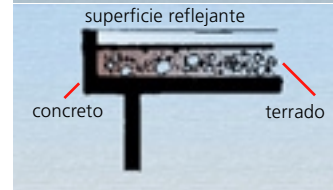
- Operables en espacios que den a patios y jardines de buen sellado para invierno
- No deben usarse persianas en ninguna orientación durante el día en invierno
- Protección con postigos exteriores



**j. Materiales y acabados**

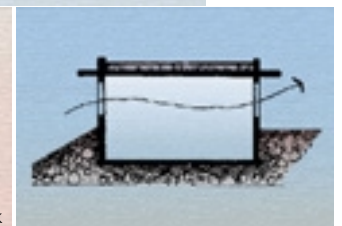
**Techos:**

- Masivos por espesor o rellenos masivos, significa que almacénen y amortigüen el calor
- Cara exterior con materiales aislantes, para ahorro  $R= 2.64 \text{ m}^2 \text{ oC/W}$  y para confort  $R =2.025 \text{ m}^2 \text{ oC/W} *$



**Muros exteriores:**

- Masivos, porosos con cámaras de aire
- Caras exteriores con material aislante, para ahorro de energía  $R=1.00 \text{ m}^2 \text{ oC/W}$  y para confort térmico  $R=1.00 \text{ m}^2 \text{ oC/W}$

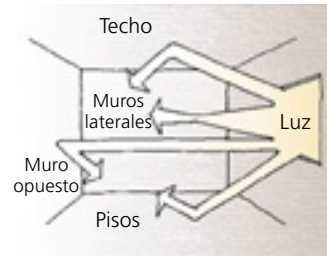


\* Ver AEAEE, 2005, Zonas climáticas para la aplicación del Valor R a partir del International Energy Code 2004, México.



### Muros interiores y entrepiso:

- Masivos



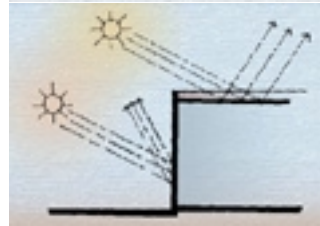
### Pisos exteriores:

- Permeables que permitan la infiltración del agua al subsuelo



### Color, textura y acabados exteriores:

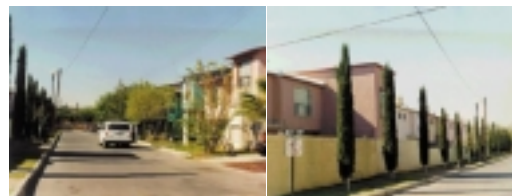
- En techos y muros de alta reflectancia
- Colores, blanco y aluminio
- Textura lisa



### k. Vegetación

#### Árboles:

- De hoja caduca de fronda densa y continua para sombrear edificios y pavimentos, obstruir el viento, enfriar e incrementar la humedad del aire
- De hoja perenne, como control de vientos fríos y sol en las fachadas poniente



#### Arbustos:

- hoja caduca en todas las orientaciones
- como protección de vientos fríos
- como protección de sol



#### Cubresuelos:

- Con mínimos requerimientos de agua
- Enredaderas sobre muros, pérgolas y pórticos al este y sur, de hoja caduca



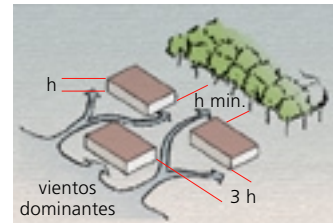


**Recomendaciones bioclimáticas para el bioclima cálido semihúmedo**

**Diseño urbano**

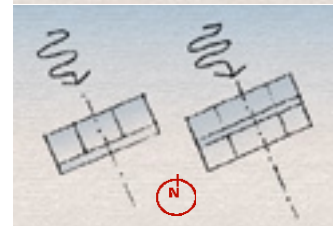
**a. Agrupamientos**

- Tipo tablero de ajedrez
- Espaciamiento entre viviendas
- Mínimo una altura de la vivienda
- En sentido de vientos dominantes 3 alturas de la vivienda



**b. Orientación de las viviendas**

- De una cruzía al sureste y de doble cruzía sureste-noroeste



**c. Espacios exteriores**

- Plazas y plazoletas sombreadas
- Andadores angostos y sombreados
- Acabados de piso, pavimentos permeables



**d. Vegetación**

- Árboles de hoja perenne para plazas, plazoletas, andadores y estacionamientos
- Arbustos como canalizadores de viento en plazas y plazoletas
- Cubresuelos de especies con el menor requerimiento de agua

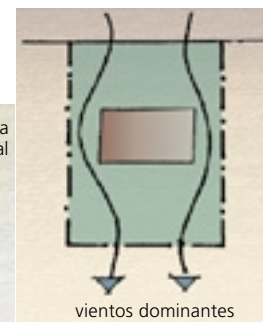
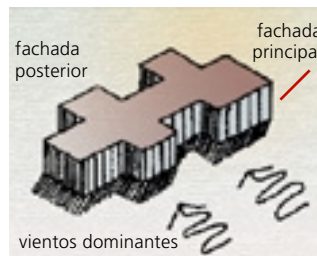
**Proyecto arquitectónico**

**a. Ubicación en el lote**

- Separadas de las colindancias

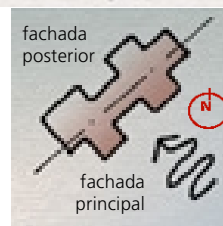
**b. Configuración**

- Abierta, alargada
- Óptima de una cruzía



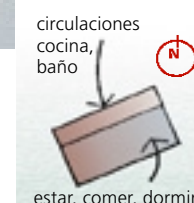
**c. Orientación de la fachada más larga**

- Fachada frontal a los vientos dominantes para una cruzía y doble cruzía



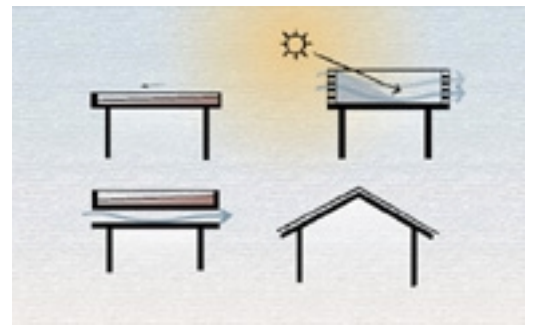
**d. Localización de los espacios**

- Sala, comedor, recamaras al sureste
- Aseo, circulación y cocina al norte
- Guardar y circulaciones al noroeste como colchón térmico



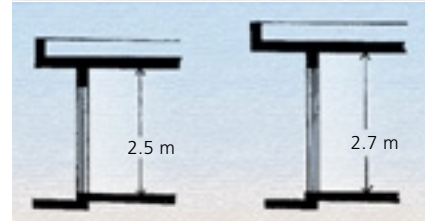
**e. Tipo de techo**

- Plano con fuerte pendiente
- Doble cubierta con ventilación entre ambos
- Dos aguas con aislamiento
- Plano con pretil alto de celosía



**f. Altura de piso a techo**

- 2.5 m como mínimo, 2.7 m es mejor



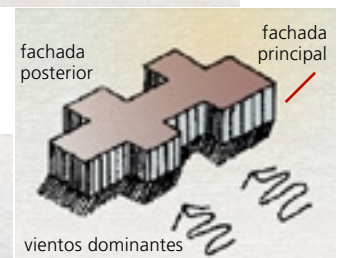
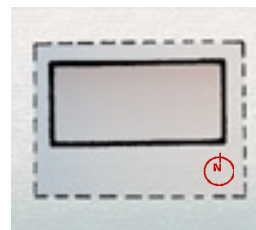
**g. Dispositivos de control solar**

**Remetimientos y salientes en las fachadas:**

- Que sombreen fachadas
- Con máxima exposición al viento, en todas las orientaciones

**Aleros:**

- En todas las fachadas
- Al sur de mayor dimensión



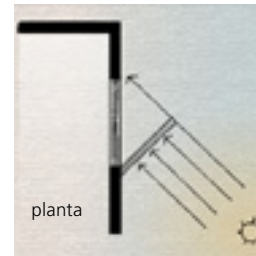
**Pórticos y balcones:**

- Entre zonas habitables y el exterior



**Parteluces:**

- En ventanas con orientación sureste, oeste y suroeste, combinados con aleros, persianas, pórticos, celosías y vegetación



**Vegetación:**

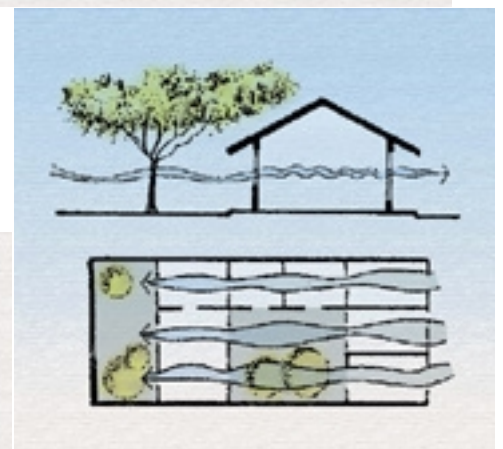
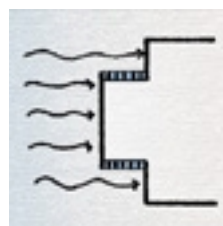
- Árboles altos, de follaje perenne para sombrear los edificios y pavimentos en todas las orientaciones
- De follaje denso en orientación suroeste, oeste y noroeste
- Arbustos para protección de incidencia solar, además de evitar u obstruir los vientos dominantes



**h. Ventilación**

**Cruzada:**

- Con aberturas operables a ambos lados
- Organización lineal de los espacios con ventanas en el mismo eje
- Cerrar los espacios abiertos de ventilación natural a la dirección de vientos huracanados y ciclones





**i. Ventanas**

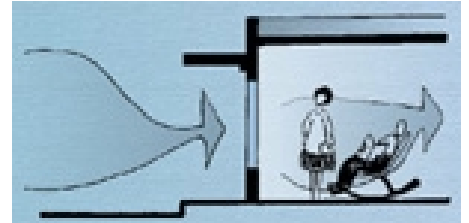
**En las fachadas según dimensión:**

- Máxima en dirección de los vientos
- Mínimas para ventilación e iluminación en todas las fachadas
- Evitar ventanas al suroeste, oeste y noroeste
- Si se requiere acelerar la velocidad del aire la ventana de salida debe ser 25 % mayor que la de entrada



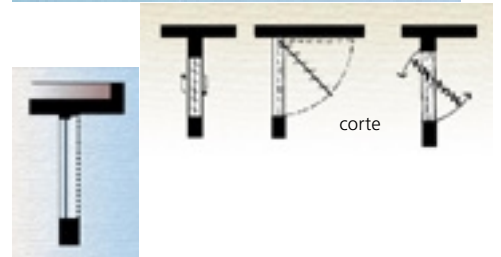
**Ubicación según nivel de piso interior:**

- En la parte media y baja del muro
- Brisa sobre los ocupantes



**Forma de abrir:**

- Operable en todas las fachadas
- Persianas de abrir, pivote, celosías, de proyección o resbalón



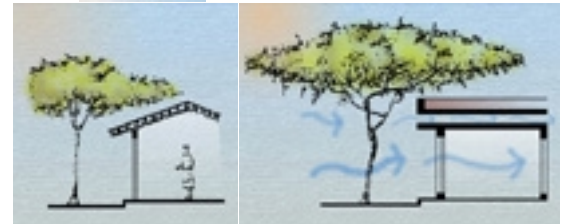
**Protecciones:**

- Mosquiteros

**j. Materiales y acabados**

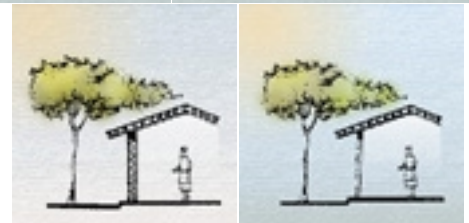
**Techos:**

- Con aislante térmico, para ahorro de energía  $R = 2.64 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  y para confort térmico  $R = 2.025 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$
- Con ventilación diurna y nocturna, masivos
- Sin ventilación nocturna y sombreados, ligeros y de baja conductividad



**Muros exteriores:**

- Con aislante térmico, para ahorro de energía  $R = 1.00 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  y para confort térmico  $R = 1.00 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$
- Con ventilación diurna y nocturna, masivos
- Sin ventilación nocturna y sombreados, ligeros y de baja conductividad



**Muros interiores y entresijos:**

- Con aislantes térmicos
- Con ventilación diurna y nocturna, masivos
- Sin ventilación nocturna y sombreados, ligeros y de baja conductividad



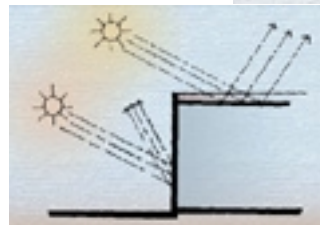
**Pisos exteriores:**

- Masivos, deben permitir el paso de agua al subsuelo



**Color y textura de acabados exteriores:**

- Muros y techos; de alta reflectancia
- Color blanco, aluminio
- Textura lisa



**Equipos de climatización complementaria:**

- Ventilación mecánica



### k. Vegetación

#### Árboles:

- Perennes, como dispositivos de control solar en todas las orientaciones, como canalizadores del viento, que no obstruyan los vientos dominantes, que sombreen la vivienda y pisos exteriores incluso en invierno



#### Arbustos:

- Perennes, que no obstruyen el viento ni incrementen la humedad, como canalizadores de viento

#### Cubresuelos:

- Especies con el menor requerimiento de agua, en todas las orientaciones

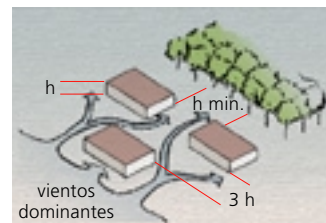


## Recomendaciones bioclimáticas para el bioclima cálido húmedo

### Diseño urbano

#### a. Agrupamiento

- Tipo tablero de ajedrez, espaciamiento entre viviendas (mínima una vez la altura de las viviendas), en el sentido de los vientos dominantes tres veces la altura



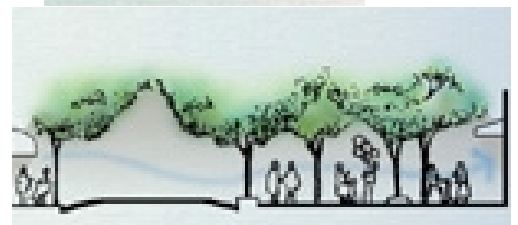
#### b. Orientación de las viviendas

- Una crujía al sureste
- Doble crujía (no recomendable) norte-sur



#### c. Espacios exteriores

- Plazas y plazoletas densamente arboladas con vegetación perenne
- Andadores mínimas dimensiones, mínimo pavimento, sombreados todos los años
- Acabados de piso, permeables, que dejen pasar el agua al subsuelo



#### d. Vegetación

- Árboles de hoja perenne en plazas, andadores y estacionamientos, con la distancia adecuada entre árboles para que den sombra continua y funcionen como barreras de nortes
- Arbustos como conductores de vientos
- Cubresuelos bajos en la dirección de los vientos



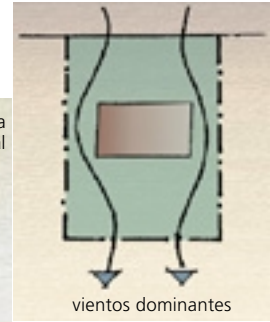
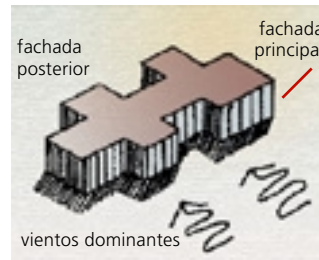
**Proyecto arquitectónico**

a. Ubicación en el lote

- Aislada

b. Configuración

- Abierta, alargada, con remetimientos

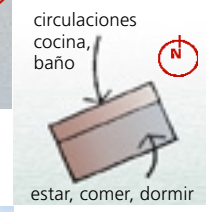
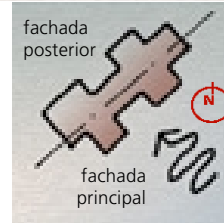


c. Orientación de la fachada más larga

- Al sureste

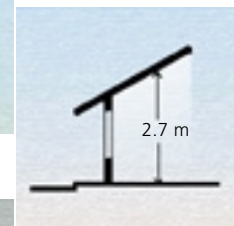
d. Localización de los espacios

- Sala, comedor, recamas, al sureste
- Cocina, aseo y circulaciones al noroeste



e. Tipo de techo

- Inclinado a diferentes niveles



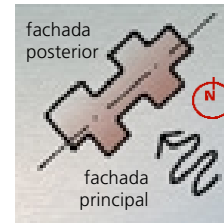
f. Altura de piso a techo

- 2.7 m como mínimo

g. Dispositivos de control solar

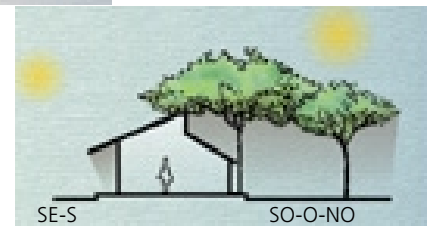
**Remetimientos y salientes en fachadas:**

- En todas las orientaciones



**Aleros:**

- En todas las fachadas según comportamiento solar, para protección todo el año
- En el norte protección solar completa, sur-sureste de mayor dimensión
- Suroeste-oeste-noroeste combinado con parteluces y vegetación, al este con protección para ángulos bajos



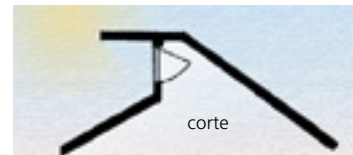
**Pórticos, balcones:**

- En fachada este, sur y sureste pórticos
- En el noroeste, oeste y suroeste combinados con parteluces, celosías, vegetación, etc.



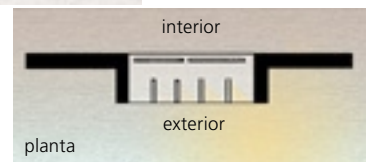
**Tragaluces:**

- Orientación norte, operables con dispositivos de protección solar



**Parteluces:**

- en las fachadas este, oeste, suroeste y noroeste, combinados con vegetación



### Vegetación:

- Árboles de hoja perenne, altos, densos para sombrear viviendas y espacios exteriores, durante todo el año en todas las orientaciones, que filtren el viento y no lo interrumpan
- Arbustos para control de ángulos solares bajos al suroeste, oeste, noroeste, este y noreste



### h. Ventilación

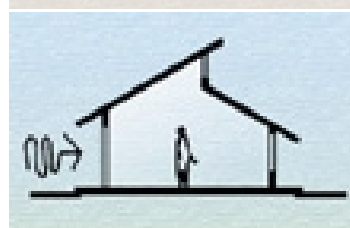
- Unilateral no es recomendable
- Cruzada: Óptima en espacios habitables entre doble cubierta y entre piso y suelo
- Otras: Inducida, sifónica o techo de succión



### i. Ventanas

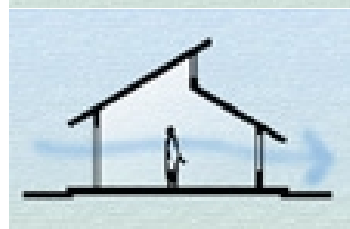
#### En fachada según dimensión:

- Máxima en dirección de los vientos
- Mínimas opuestas a la dirección del viento
- Fachadas suroeste, oeste y noroeste cerradas a vanos muy pequeños con protección solar



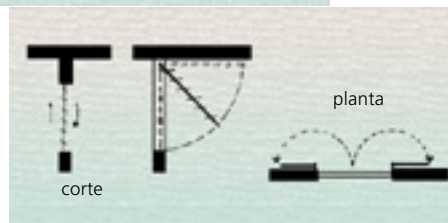
#### Ubicación según nivel de piso interior:

- En dirección de los vientos en la parte media, baja del muro a nivel de ocupantes
- Opuesta a la dirección de los vientos en la parte alta del muro



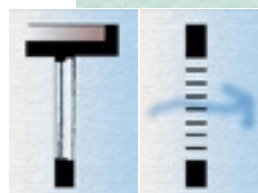
#### Formas de abrir:

- Abatibles, de proyección, banderolas, persianas, celosías



#### Protección:

- Mosquiteros, persianas, celosías



### j. Materiales y acabados

#### Techos:

- De poca densidad y baja conductividad
- Doble cubierta con paso de aire entre ambas
- Con aislante térmico, para ahorro de energía  $R = 2.64 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  y para confort térmico  $R = 2.025 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$



#### Muros exteriores:

- De poca densidad y baja conductividad
- Con aislante térmico, para ahorro de energía  $R = 1.00 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  y para confort térmico  $R = 1.00 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$



#### Muros interiores y entrepisos:

- Ligeros



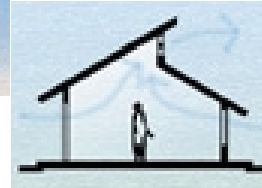
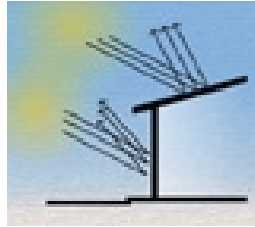


**Pisos exteriores:**

- Permeables

**Acabados exteriores:**

- Techo y muros con alta reflectancia, colores claros y textura lisa



**Equipos de climatización complementaria:**

- Extracción mecánica

**k. Vegetación**

**Árboles:**

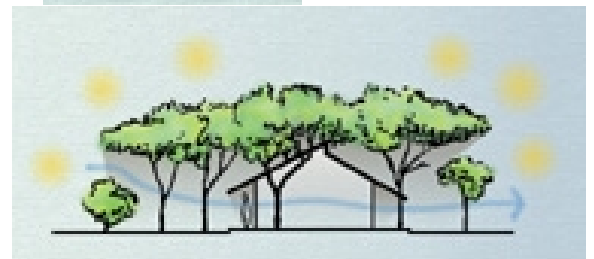
- De hoja perenne, altos, densos que sombreen vivienda, en todas las fachadas y los espacios exteriores
- Que dejen pasar vientos dominantes, como canalizadores de vientos y barreras de nortes

**Arbustos:**

- Perennes para protección solar y conductores de vientos, sin obstruir los dominantes

**Cubresuelos:**

- Bajos en la dirección del viento

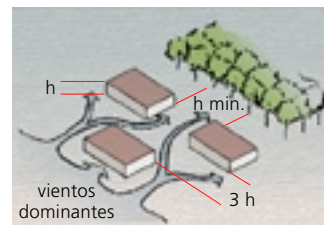


**Recomendaciones bioclimáticas para el bioclima templado húmedo**

**Diseño urbano**

**a. Agrupamiento:**

- Que deje circular el viento, tipo tablero de ajedrez
- Espaciamiento entre viviendas en el sentido de los vientos dominantes, tres veces la altura de las viviendas, mínimo una vez la altura, perpendicular a los vientos

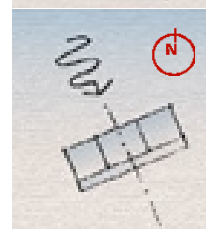


**b. Orientación de las viviendas**

- Una crujía al sureste, doble crujía norte-sur, no se recomienda

**c. Espacios exteriores**

- Plazas y plazoletas amplias, sombreadas en verano, soleadas en invierno, abiertas a los vientos, barreras vegetales al suroeste, oeste y noroeste
- Andadores cubiertos, sombreados en verano, soleados en invierno
- Acabados de piso, antiderrapantes con buena pendiente



**d. Vegetación**

- Árboles en plazas y plazoletas: como protección solar y canalización de vientos, caducas en noreste-sur, perennes en noroeste-suroeste y protección de estacionamientos
- Arbustos en plazas y plazoletas: como canalizadores de vientos
- En cuanto a cubresuelos no hay requerimientos particulares





## Proyecto arquitectónico

### a. Ubicación en el lote

- Separada de las colindancias

### b. Configuración

- Abierta, máxima exposición a los vientos

### c. Orientación de la fachada más larga

- Para capturar los vientos

### d. Localización de los espacios

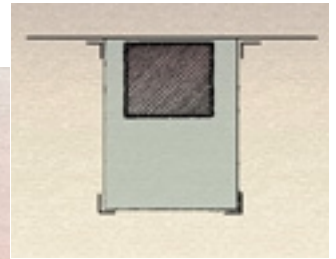
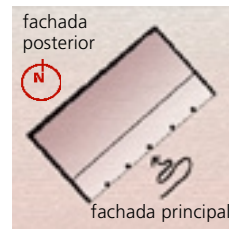
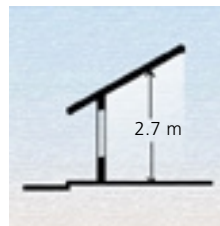
- Sala, comedor y recámaras al sureste,
- Guardarropa, cocina, áreas de aseo y circulación al Noroeste

### e. Tipo de techo

- Inclinado, con fuerte pendiente

### f. Altura de piso a techo

- Máximo posible 2.7 m



### g. Dispositivos de control solar

- Remetimientos y salientes en fachadas deben evitarse
- Los patios interiores no se requieren

#### Aleros:

- En todas las fachadas para proteger del sol y la lluvia
- Fachada sur para control de asoleamientos en primavera y verano
- Fachada norte, protección en la mañana
- Al suroeste, oeste, noroeste completar con árboles de hoja perenne



#### Pórticos y balcones:

- Se recomiendan en accesos, los pórticos en la fachada que recibe el viento



#### Tragaluces:

- Orientados al norte con protección solar en verano, evitar los horizontales

#### Parteluces:

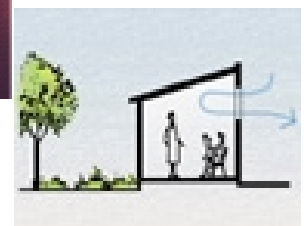
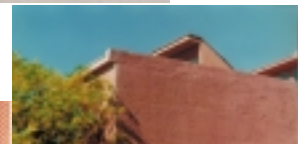
- Utilizarlos cuidando de no obstruir los vientos

#### Vegetación:

- Árboles de hoja caduca para sombrear en verano y asolear en invierno
- De hoja perenne al suroeste, oeste y noroeste
- Arbustos para controlar sol
- No bloquear vientos

### h. Ventilación

- Unilateral a cualquier orientación
- Cruzada con ventanas a los vientos dominantes, operables a ambos lados
- Que el aire pase a nivel de los ocupantes
- Proveer de canalizaciones de vientos en los espacios que no abren a los vientos

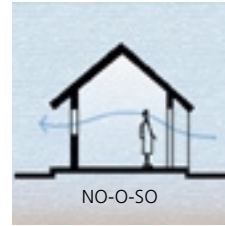




**i. Ventanas**

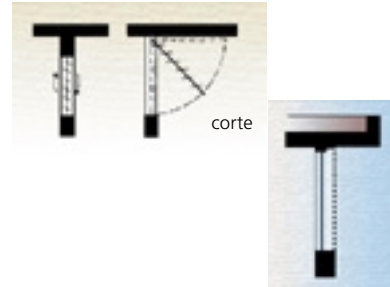
**En fachadas según dimensión:**

- Máximas para recibir el viento, operables, con la mayor dimensión posible
- El área de la ventana de salida debe ser un 25% del tamaño de la ventana de entrada,
- Mínima en las fachadas noroeste, oeste y suroeste
- Ubicación según nivel de piso interior
- En la parte media baja de los muros, que el aire pase a nivel de los ocupantes



**Formas de abrir:**

- Abatibles, corredizas de proyección, persianas



**Protección:**

- Mosquiteros

**j. Materiales y acabados**

**Techo:**

- Masivos con aislamiento térmico en la cara exterior, para ahorro de energía  $R = 2.64 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  y para confort térmico  $R = 2.025 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$



**Muros exteriores:**

- Masivos de mampostería pesada, para ahorro de energía  $R = 1.00 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  y para confort térmico  $R = 1.00 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$

**Muros interiores y entepiso:**

- Masivos de mampostería pesada

**Pisos exteriores:**

- Antiderrapantes con buena pendiente
- Pueden ser de cerámica o pétreos

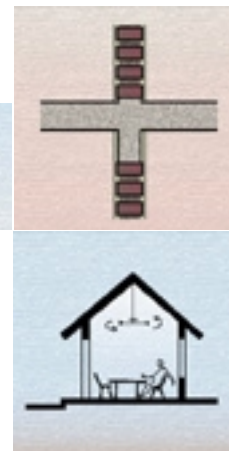


**Color y textura de los acabados:**

- No hay requerimientos especiales

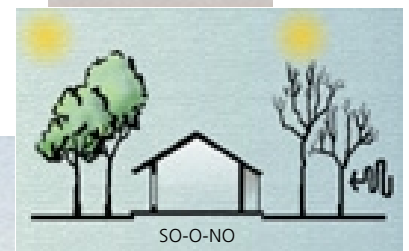
**Equipos complementarios de climatización:**

- Ventiladores eléctricos de techo



**k. Vegetación**

- Árboles de hoja caduca para sombrear en verano y asolear en invierno
- De hoja perenne en orientación suroeste, oeste y noroeste, como canalizadores de viento, que no obstruyen los vientos
- Arbustos como protección solar
- Cubresuelos, no hay requerimientos particulares

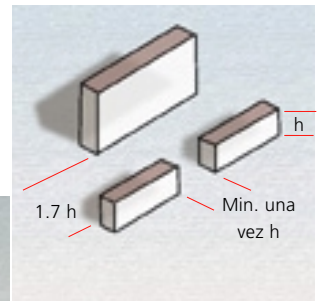


## Recomendaciones bioclimáticas para el bioclima templado

### Diseño urbano

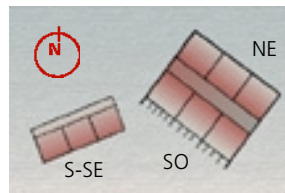
#### a. Agrupamiento

- Ubicar edificios más altos al norte del conjunto, más bajos al sur, espaciamento entre edificios 1.7 veces la altura de los edificios
- Espaciamento mínimo una vez la altura de los edificios



#### b. Orientación de las viviendas

- Una crujía al sureste, doble crujía noreste-suroeste
- Dispositivos de protección solar para las tardes en primavera



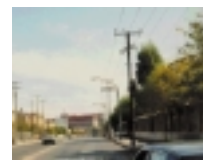
#### c. Espacios exteriores

- Plazas y plazoletas sombreadas en verano, despejadas en invierno, conformarlas con elementos naturales y construidas con fuentes de agua y con barreras vegetales para vientos

- Andadores sombreados en verano, despejados en invierno
- Acabados de piso porosos y permeables

#### d. Vegetación

- Árboles de hoja caduca para plazas y andadores, de hoja perenne para estacionamientos
- Arbustos como barreras de vientos fríos
- Cubresuelos con especies con menor requerimiento de agua



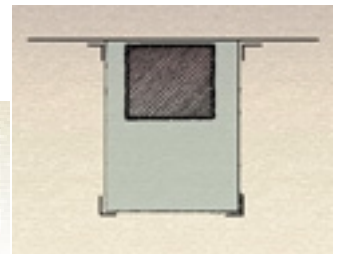
### Proyecto arquitectónico

#### a. Ubicación en el lote

- Separada de las colindancias

#### b. Configuración

- Compacta, forma óptima cubo con patios

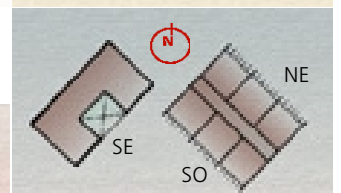
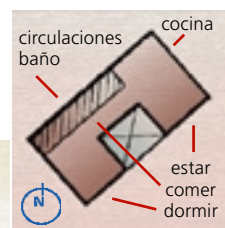


#### c. Orientación de la fachada más larga

- Una crujía sureste, doble crujía noreste-suroeste con dispositivos de protección solar para las tardes y en primavera

#### d. Localización de los espacios

- Sala, recámaras y comedor al sureste, cocina al norte y circulaciones y áreas de aseo al noroeste-oeste



#### e. Tipo de techo

- Plano



#### f. Altura de piso a techo

- 2.4 m



#### g. Dispositivos de control solar

##### Remetimientos y salientes:

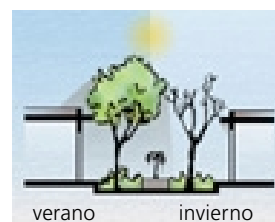
- Evitarlos

##### Patios interiores:

- Con fuentes o espejos de agua y vegetación de hoja caduca

##### Aleros:

- En fachada sur para evitar ganancia directa en primavera y verano
- En otras orientaciones combinados con parterales y vegetación





**Pórticos, balcones y vestíbulos:**

- Como espacio de transición entre espacios exteriores e interiores

**Tragaluces:**

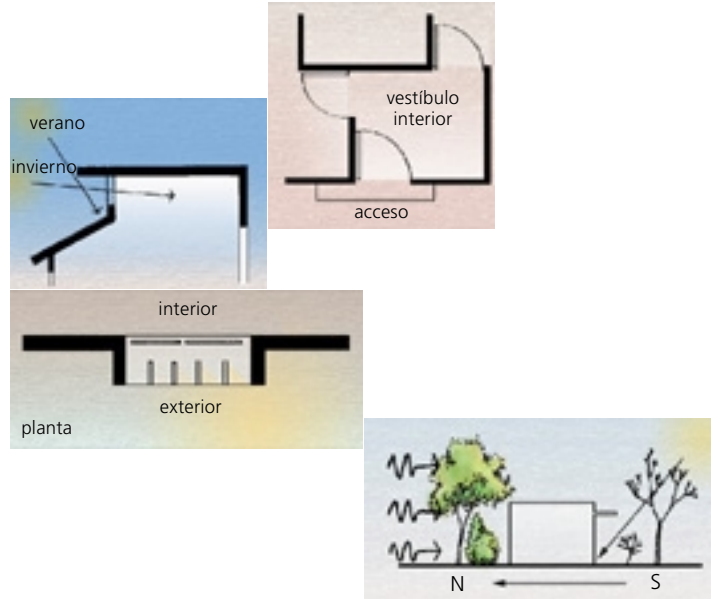
- Con protección solar para verano y primavera

**Parteluces:**

- Combinados con aleros y vegetación en fachadas noreste, este, noroeste y oeste

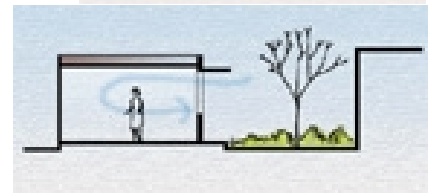
**Vegetación:**

- Árboles de hoja caduca en las orientaciones sur y noroeste



**h. Ventilación**

- Unilateral, con ventanas operables de buen sellado, ventanas hacia patios interiores, que el aire pase a nivel de los ocupantes
- Cruzada no se requiere; la protección de los vientos nocturnos de invierno es necesaria



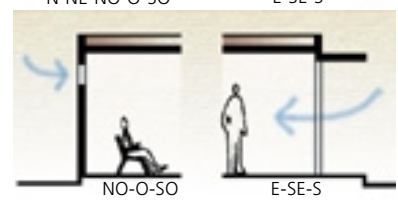
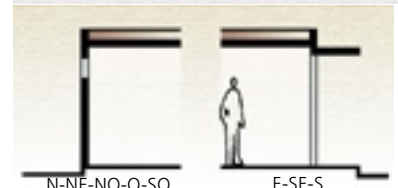
**i. Ventanas**

**En fachadas:**

- Dimensión máxima (menor al 80% de la superficie de muros) en las orientaciones este, sureste y sur, para ganancia directa de radiación solar
- Mínima, en orientaciones norte, noreste, noroeste, oeste, suroeste

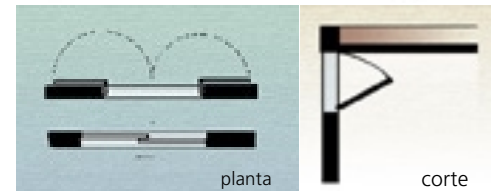
**Ubicación según nivel de piso interior:**

- En la orientaciones este, sureste y sur, en la parte media y baja del muro, que el aire pase a nivel de los ocupantes
- En la orientaciones norte, noreste, noroeste, oeste y suroeste, en la parte alta del muro



**Formas de abrir:**

- Abatibles, corredizas de proyección, etc., de buen sellado
- No se recomiendan las persianas



**j. Materiales y acabados**

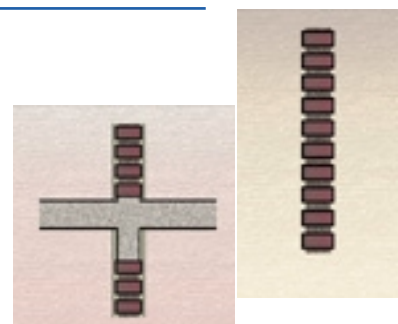
**Protección:**

- Mosquiteros y cortinas gruesas
- Techos masivos de alta inercia térmica, para ahorro de energía  $R = 2.64 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  y para confort térmico  $R = 2.025 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$



- Muros exteriores masivos de alta inercia térmica, para ahorro de energía  $R = 1.00 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  y para confort térmico  $R = 1.00 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$

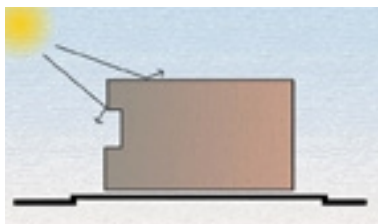
- Muros interiores y entrepiso masivos de alta inercia térmica



- Pisos exteriores con materiales porosos que retengan humedad, permeables, que permitan el paso del agua al subsuelo

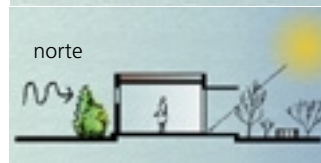
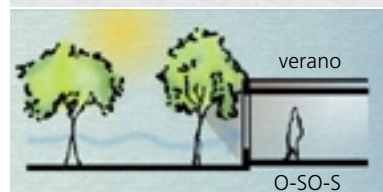
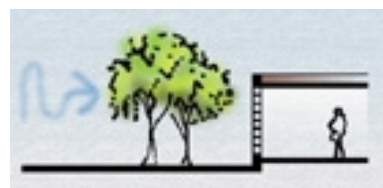
- Acabados exteriores en techos y muros con orientación este, sur y oeste, de baja reflectancia, color oscuro y textura rugosa

- Equipos auxiliares de climatización; no se requieren



### k. Vegetación

- Que el viento pase por áreas jardinadas
- Árboles de hoja caduca en la orientación sur-noroeste, como protección de asoleamiento
- De hoja perenne al norte, como barrera de vientos fríos



#### Arbustos:

- Como protección solar y de vientos fríos

#### Cubresuelos:

- Especies con menos requerimientos de agua

## Recomendaciones bioclimáticas para el bioclima templado seco

### Diseño urbano

#### a. Agrupamiento

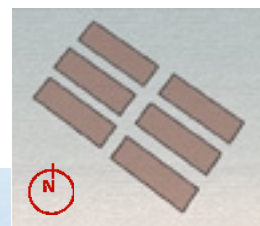
- Evitar sombreado entre viviendas en orientación norte-sur
- Ubicar viviendas más altas al norte y de menor altura al sur
- Viviendas alineadas con los vientos dominantes

#### Espaciamiento entre viviendas:

- Óptimo: 1.7 veces la altura de la vivienda
- Mínimo: una vez la altura de la vivienda

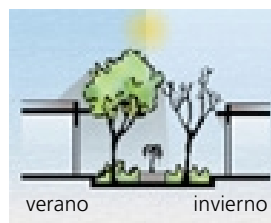
#### b. Orientación de las viviendas

- Una crujía sur-sureste,
- Doble crujía noreste-suroeste, con protección solar en las tardes de primavera y otoño



#### c. Espacios exteriores

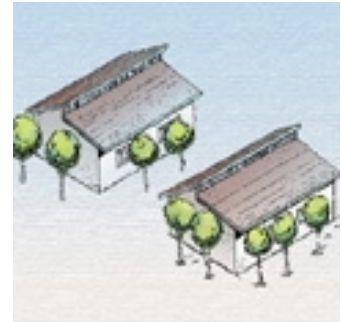
- Plazas, plazoletas y andadores sombreados en verano
- Acabados de piso porosos que absorban y retengan la humedad





**d. Vegetación**

- Árboles de hoja caduca en plazas, plazoletas y andadores
- De hoja perenne para estacionamientos
- Arbustos de hoja perenne, como barreras de vientos fríos, en plazas, plazoletas y andadores
- Cubresuelos, con el mínimo requerimiento de agua, en plazas y plazoletas



**Proyecto arquitectónico**

**a. Ubicación en el lote**

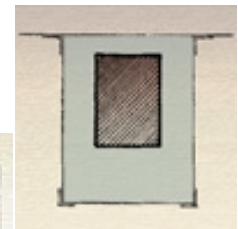
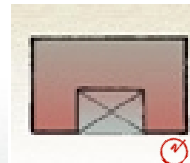
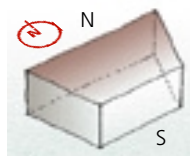
- Separada de las colindancias

**b. Configuración**

- Compacta con patio

**c. Orientación de la fachada más larga**

- Sur-sureste



**d. Localización de los espacios**

- Comedor, sala, recámaras al sureste, cocina, áreas de aseo y circulaciones al noroeste.

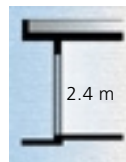
**e. Tipo de techo**

- Plano con relleno, poca pendiente



**f. Altura de piso a techo**

- 2.4 m



**g. Dispositivos de control solar**

**Remetimientos y salientes:**

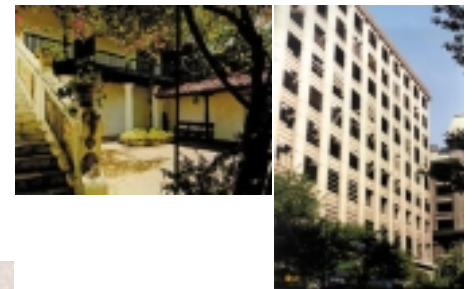
- Deben evitarse en fachada

**Patios interiores:**

- Con vegetación y fuente o espejos de agua, además de que funcione como invernadero

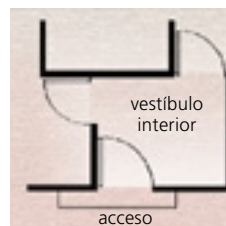
**Aleros:**

- Combinados con parteluces y remetimientos en ventanas; al este y sureste, dimensión que deje pasar el sol por las mañanas; suroeste, oeste y noroeste dimensión que no deje pasar el sol



**Pórticos, balcones, vestíbulos:**

- Como espacios de transición entre el exterior y los espacios cubiertos



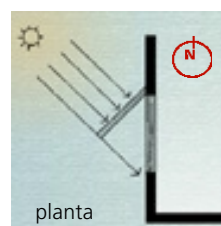
**Tragaluces:**

- Con dispositivos de protección solar y ventanas operables



**Parteluces:**

- En ventanas con orientación suroeste-oeste-noroeste



### Vegetación:

- Árboles de hoja caduca al este-sur-oeste,
- De hoja perenne en la orientación norte
- Arbustos para protección solar

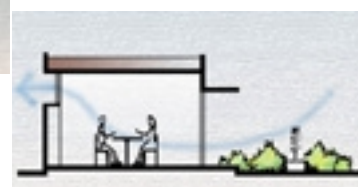


### h. Ventilación

- Unilateral para renovación de aire por condiciones higiénicas, pero evitar vientos fríos de invierno



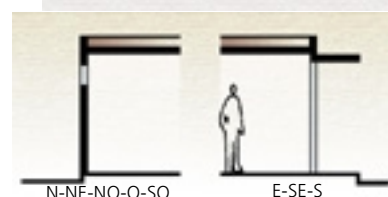
- Cruzada, con aberturas operables de buen sellado, orientadas para captar vientos del día durante el verano, para enfriamiento y humidificación; lo ideal es que el viento pase a nivel de los ocupantes



### i. Ventanas

#### En fachada, según dimensión:

- Máxima (menor al 80% de la superficie del muro) en las fachadas este, sur, sureste, para ganancia solar directa
- Mínima dimensión en las fachadas norte, noreste, noroeste, oeste y suroeste



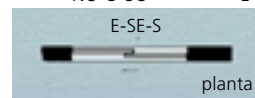
#### Ubicación según nivel de piso interior;

- En las fachadas este, sureste y sur a la altura del plano de las actividades
- En el norte por encima del plano de las actividades



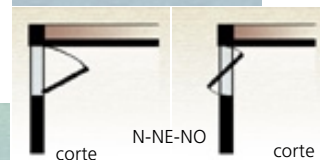
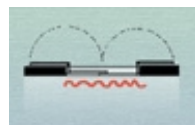
#### Formas de abrir la ventana:

- Abatibles y corredizas de proyección en las orientaciones este, sureste y sur
- En la norte, noreste y noroeste, banderolas
- En ambos casos de buen sellado y fáciles de operar



#### Protección:

- Cortinas gruesas, persianas y póstigos



### j. Materiales y acabados

- Techo de alta inercia térmica, con relleno, para ahorro de energía  $R = 2.64 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  y para confort térmico  $R = 2.025 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$



- Muros exteriores de alta inercia térmica, masivos, para ahorro de energía  $R = 1.00 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  y para confort térmico  $R = 1.00 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$
- Ciegos en las fachadas suroeste, oeste y noroeste



- Muros interiores y entepiso masivos

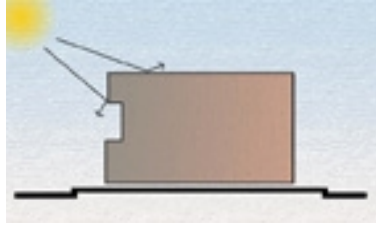
- Pisos exteriores porosos, permeables, que absorban y retengan la humedad





**Color y textura de acabados exteriores:**

- Techo y muros con fachada este, sur y oeste de baja reflectancia, color oscuro y textura rugosa

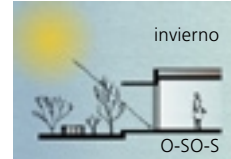
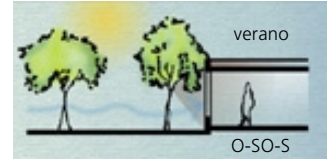
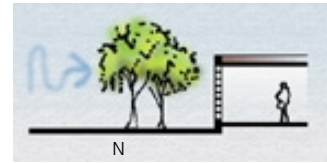


**Equipos auxiliares de climatización:**

- No se requieren

**k. Vegetación**

- Para humidificar el aire en espacios de uso diurno y sombrear los edificios en meses de calor
- Árboles de hoja caduca en el oeste, suroeste y sur, para sombrear en verano y canalizar vientos en el día en los meses cálidos



- Arbustos de hoja caduca en patios interiores
- Al norte, como barreras de vientos fríos

**Cubresuelos en patios y jardines:**

- Especies con mínimo requerimiento de agua



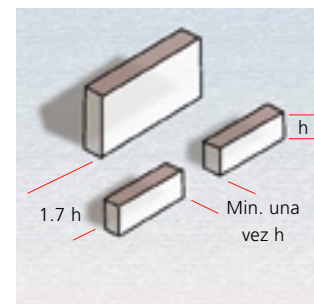
**Recomendaciones bioclimáticas para el bioclima semifrío seco**



**Diseño urbano**

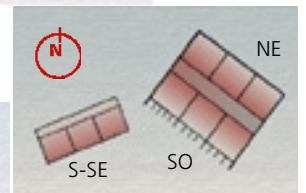
**a. Agrupamiento**

- Evitar sombreados entre viviendas en orientación norte-sur
- Ubicar viviendas más altas al norte y de menor altura al sur del conjunto, espaciamiento entre viviendas: 1.7 veces la altura



**b. Orientación de las viviendas**

- Una crujía sur-sureste
- Doble crujía con orientación noreste-suroeste



**c. Espacios exteriores**

**Plazas y plazoletas y andadores:**

- Despejados en invierno, sombreados en verano
- Acabados de piso permeables que dejen pasar el agua de lluvia al subsuelo



**Vegetación:**

- Árboles de hoja caduca para plazas y andadores
- De hoja perenne para estacionamientos
- Arbustos de hoja perenne como barreras de vientos fríos en plazas y plazoletas
- Cubre suelos con el mínimo requerimiento de agua en plazas y plazoletas



## Proyecto arquitectónico

### a. Ubicación en el lote

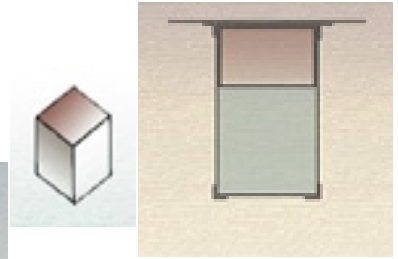
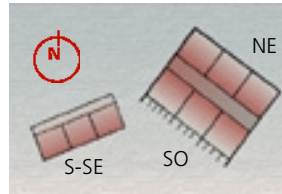
- Muro a muro

### b. Configuración

- Compacta, forma óptima de cubo, para mínimas pérdidas de calor

### c. Orientación de la fachada más larga

- Una crujía sur-sureste
- La doble crujía debe ser evitada, en caso de que se presente debe tener orientación noreste-suroeste



### d. Localización de los espacios

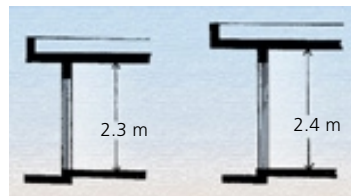
- Sala, comedor y recámaras al sur-sureste, cocina y área de aseo al norte-noroeste, circulaciones al norte (como colchón térmico)

### e. Tipo de techo

- Plano, con ligera pendiente

### f. Altura de piso a techo

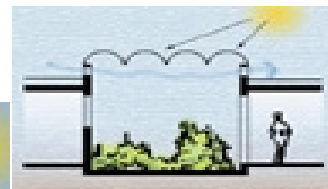
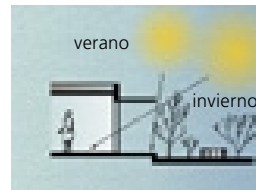
- Entre 2.3 a 2.4 m



### g. Dispositivos de control solar

- Evitar rematamientos y salientes en todas las fachadas
- Patios interiores como invernadero con ventilación para primavera-verano

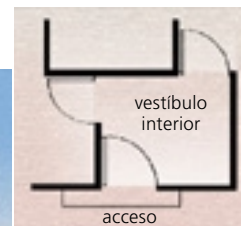
- Aleros en ventanas de fachada sur para evitar sobrecalentamientos de primavera y verano



- Pórticos, balcones, vestíbulos como espacios de transición entre el exterior y el interior

#### Tragaluces:

- En espacios de uso diurno, con protección solar para verano y propiciar ganancia directa en invierno

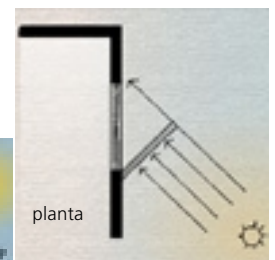
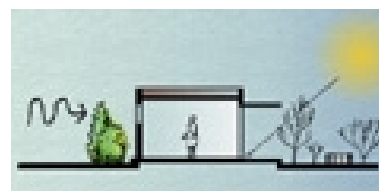


#### Parteluces:

- En ventanas de la fachada oeste y suroeste, para evitar las ganancias de primavera

#### Vegetación:

- Árboles y arbustos de hoja caduca en la fachada oeste y noreste, para protección solar



### h. Ventilación

- Que el aire pase por espacios jardinados en verano
- Unilateral con protección de vientos fríos de invierno, sirve para renovación de aire para condiciones higiénicas, la orientación de las ventanas no es significativa

- Cruzada, mínima y por encima de los ocupantes

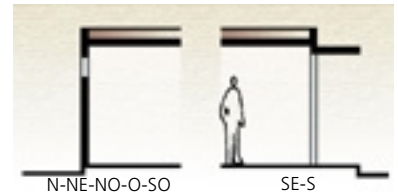




**i. Ventanas**

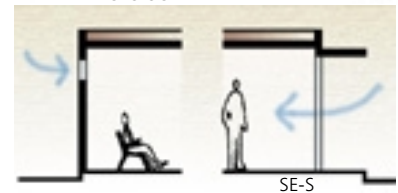
**En fachadas según dimensión:**

- Máximas en las fachadas sureste a suroeste para ganancia de calor, debe ser menor al 80% de la superficie del muro
- Mínimas en las fachadas norte, noreste, noroeste, oeste y este



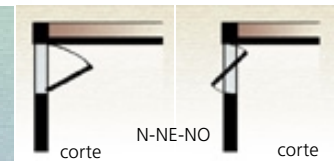
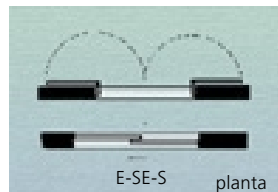
**Ubicación según nivel de piso interior:**

- Horizontales en la parte alta del muro para iluminación y ventilación, con las partes operables por encima de los ocupantes



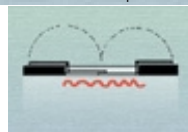
**Formas de abrir:**

- Corredizas, abatibles, de proyección, etc., que sellen bien
- Las persianas no son recomendables



**Protección:**

- Cortinas gruesas, póstigos operables y persianas.



**j. Materiales y acabados**

- Techo masivo, cuando es horizontal
- Cuando es inclinado debe tener aislamiento
- Para ahorro de energía  $R = 2.64 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  y para confort térmico  $R = 2.025 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$

**Muros exteriores:**

- Masivos de alta inercia térmica, para ahorro de energía  $R = 1.67 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  y para confort térmico  $R = 1.34 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$

**Muros interiores y entrepisos:**

- Masivos, de alta inercia térmica

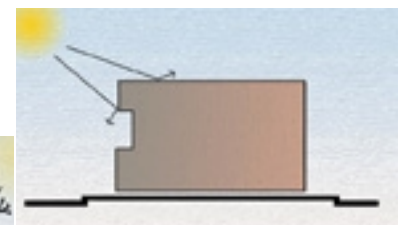
**Pisos exteriores:**

- Pavimentos permeables que permitan la infiltración del agua de lluvia al subsuelo

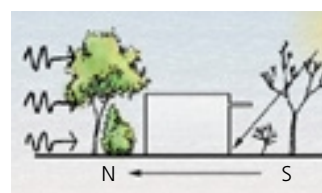


**Color y textura de los acabados exteriores:**

- En muros y techos: de baja reflectancia, color oscuro, textura rugosa
- Equipos complementarios de climatización; no se requieren



- Árboles de hoja perenne como barrera permeable de vientos de invierno
- De hoja caduca como control de asoleamiento en oeste y noroeste



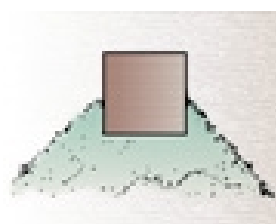
**k. Vegetación**

**Arbustos:**

- De hoja caduca como protección solar, de sureste a suroeste

**Cubresuelos:**

- Especies con menor requerimiento de agua, de sureste a suroeste



## Recomendaciones bioclimáticas para el bioclima semifrío húmedo

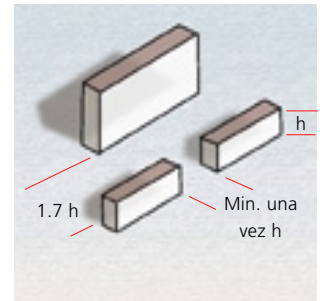
### Diseño urbano

#### a. Agrupamiento

- Viviendas más altas al norte del conjunto, las más bajas al sur, agrupadas entre sí para evitar pérdidas de calor y protegerse de vientos fríos

#### Espaciamiento entre las viviendas:

- Óptima de norte a sur, de 1.7 veces la altura de la vivienda
- Mínima, una vez la altura



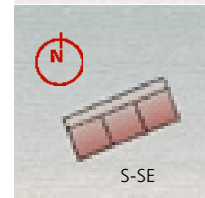
#### b. Orientación de las viviendas

- Una crujía sur-sureste
- Doble crujía este y oeste, no recomendable

#### c. Espacios exteriores

#### Plazas y plazoletas:

- Espacios cerrados por viviendas y barreras vegetales contra el viento
- Andadores protegidos con aleros o pasillos cubiertos
- Acabados de piso: masivos



#### d. Vegetación

- Árboles de hoja caduca para plazas y andadores
- De hoja perenne para estacionamientos, como barreras contra los vientos fríos
- Arbustos en plazas y plazoletas como barreras contra los vientos fríos
- Cubresuelos: no tienen requerimientos específicos



### Proyecto arquitectónico

#### a. Ubicación en el lote

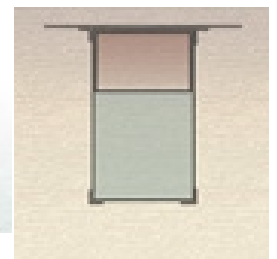
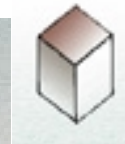
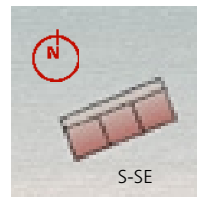
- De muro a muro

#### b. Configuración

- Compacta, el cubo como forma óptima para minimizar las pérdidas de calor

#### c. Orientación de la fachada más larga

- Una crujía sur-sureste
- Doble crujía este y oeste, evitar si es posible



#### d. Localización de los espacios

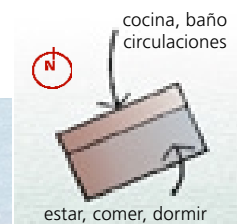
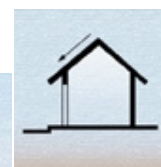
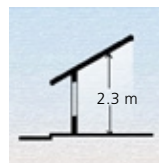
- Sala, comedor y recámaras al sur-sureste, cocina y guardarropa al norte
- Áreas de aseo y circulaciones al noroeste, oeste y suroeste

#### e. Tipo de techo

- Inclinado

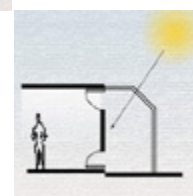
#### f. Altura de piso a techo

- Mínima recomendable, 2.3 m



#### g. Dispositivos de control solar

- Evitar remetimientos y salientes en fachadas
- Patios interiores, no se requieren
- Invernaderos secos en orientaciones sur-sureste, adosados a espacios habitables, con ventanas operables a los espacios interiores

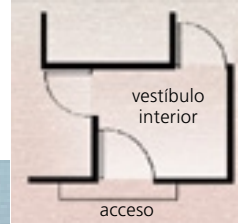


- No se requieren aleros



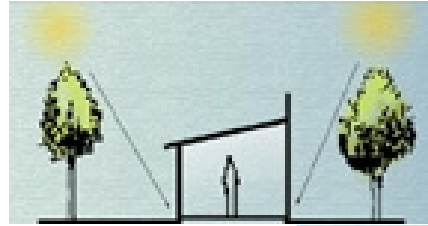
**Pórticos, balcones, vestíbulos:**

- Como espacios de transición entre el exterior y los espacios cubiertos
- Son necesarios los vestíbulos
- No se recomiendan tragaluces ni parteluces



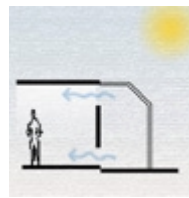
**Vegetación:**

- Evitar que se sombreen los muros de todas las orientaciones



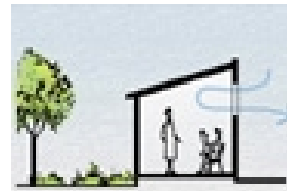
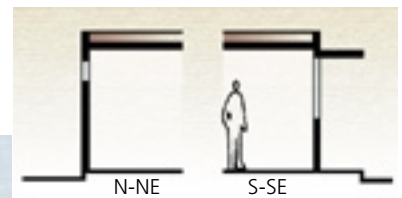
**h. Ventilación**

- El aire no debe tomarse de áreas jardinadas o húmedas
- Unilateral, no hay requerimientos de orientación, ventanas operables de buen sellado para evitar los vientos fríos
- Evitar la ventilación cruzada
- Otras formas de ventilación, indirecta por invernaderos secos



**i. Ventanas**

- En la fachada según dimensión moderada en el sur-sureste, sin sombreados, 30% de la superficie del muro
- Mínimas en las orientaciones norte, noreste
- Evitar grandes ventanales, recomendable doble vidrio o aislante
- Ubicación según nivel de piso interior en la parte alta del muro para iluminación y ventilación, que el aire pase por encima de los ocupantes.



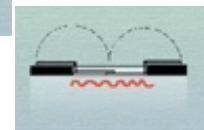
**Formas de abrir:**

- Abatibles, corredizas, etc., de buen sellado, evitar persianas



**Protección:**

- Mosquiteros, resistentes a la humedad, cortinas gruesas, postigos y contra-ventanas



**j. Materiales y acabados**

- Techo masivo, para ahorro de energía  $R = 2.64 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  y para confort térmico  $R = 2.025 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$
- Materiales impermeables y resistentes a la humedad
- Muros exteriores masivos, para ahorro de energía  $R = 1.34 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$  y para confort térmico  $R = 1.15 \text{ m}^2 \text{ }^\circ\text{C/W}$
- Materiales impermeables y resistentes a la humedad



- Muros interiores y entrepisos:
- Masivos, materiales impermeables y resistentes a la humedad



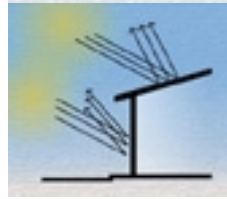
**Pisos exteriores:**

- Masivos, materiales impermeables, resistentes a la humedad



**Color y textura de los acabados exteriores:**

- Techos de baja reflectancia, oscuros, tejas de barro, muros e baja reflectancia, colores medianos, textura rugosa



**k. Vegetación**

- Equipos complementarios de climatización



- En espacios interiores mínima para no aumentar la humedad
- Árboles de hoja caduca, ubicados de forma que no sombreen viviendas ni fachadas



- De hoja perenne como barreras de vientos fríos



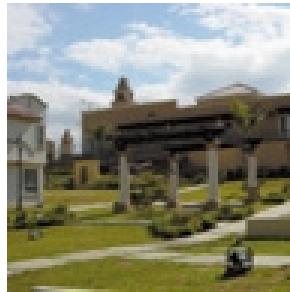
- Arbustos como barreras de vientos
- Cubresuelos no tienen requerimientos específicos

**guía**conafovi

capítulocuatro



# Guía para el usuario



**L**as recomendaciones bioclimáticas presentadas anteriormente son útiles para el diseño de la vivienda nueva, pero también lo serán para ampliaciones y remodelaciones, el mantenimiento continuo de la pintura, impermeabilizantes y zonas jardinadas. Además de las recomendaciones bioclimáticas, existen alternativas adicionales para la mejora térmica y energética de la vivienda. La aplicación de dichas opciones es una decisión del propietario o del residente de la vivienda.

En este apartado, se presentan consejos para el manejo de los aparatos electrodomésticos, el aire acondicionado y la iluminación. De igual manera, la Guía da a conocer las instituciones que brindan financiamiento y asesoría técnica, así como las estrategias para lograr el ahorro de energía a través de la difusión de los programas oficiales del sector energético y de la vivienda (Conae 2005, FIDE 2005 y CFE 2005).

## Remodelar, ampliar y operar la vivienda existente



Para remodelar, ampliar y operar los elementos y factores climáticos y energéticos de una vivienda, el primer paso es conocer y analizar las recomendaciones bioclimáticas que aplican a la región y ciudad donde se ubica.

En la remodelación de una vivienda se pueden considerar, con mucha flexibilidad, los aspectos bioclimáticos sin que esto suponga un incremento en el costo de la vivienda, ni el sacrificar preferencias o gustos individuales por los colores, acabados y tipo de vegetación.

Sin embargo, algunas veces se contraponen lo que se prefiere a lo que resulta más conveniente para el correcto comportamiento térmico. En esto, el dueño y el usuario de la vivienda, por supuesto, tienen la última palabra. Lo importante es estar consciente de las consecuencias bioclimáticas que tendrán las distintas opciones de diseño.



## Para enfriar la vivienda

Mantener el interior de la vivienda fresco cuando en el exterior hace mucho calor es un gran problema. El sol sobre nuestras viviendas causa temperaturas altas que disminuyen los niveles de confort. El aire acondicionado puede ayudar en estos casos, pero su costo es muy alto y además utiliza refrigerantes que contaminan nuestro planeta. En este contexto, este capítulo ofrece recomendaciones sencillas y diferentes opciones que permitirán mantener el confort de la vivienda y ahorrar energía eléctrica del recibo de luz.

Cuando el sol excesivo entra en la vivienda provoca que la temperatura interior aumente a niveles de poco confort. Existen varios sistemas de enfriamiento para evitar este fenómeno y la elección dependerá del presupuesto familiar.

Lo primero es mantener afuera el calor absorbido por la propia vivienda protegiendo su envolvente, techo, muros y ventanas, así como todas las filtraciones de aire por puertas, ventanas, etcétera. ¿Qué hacer en cada parte de las superficies de la vivienda? Después, se deben revisar los aparatos electrodomésticos que se utilizan ¿En qué me baso para saber si éstos son de bajo consumo y si funcionan bien?

### Qué hacer con las superficies:

#### Muros

Cuando los exteriores de las viviendas están pintados con colores oscuros absorben entre 70% y 90% de la energía solar por radiación, la cual se transmite al interior por conducción y esto genera una ganancia de calor. Por esta razón se recomiendan los colores claros, pues éstos reflejan el calor y lo dejan fuera de la vivienda. El color en muros no es tan importante como en techos, sin embargo, es mejor utilizar colores claros en las orientaciones este, oeste y sur. En el caso de los lugares ubicados entre los trópicos es necesario también pintar de claro la fachada norte. Algo importante es mantener la calidad de la pintura para que esta estrategia funcione.

#### Techo

Aproximadamente, una tercera parte del calor por radiación se obtiene a través del techo, y esto es muy difícil de controlar cuando se trata de materiales tradicionales; por ello, es importante incluir el sistema de aislamiento, así como considerar también el uso de colores claros (el color aluminio o plata es altamente recomendable). En las recomendaciones bioclimáticas se brindaron datos de la R del aislamiento por zona bioclimática.

#### Ventanas

El vidrio claro o sencillo representa una gran oportunidad que el calor entre en la vivienda por radiación solar directa o bien por conducción. Aproximadamente, 40% de la ganancia de calor en la vivienda proviene de las ventanas; por ello, se recomienda una buena orientación y la selección de elementos de sombreado, así como el uso de ventanas con capas o películas protectoras del sol, de vegetación que permita el sombreado por temporadas o acudir al financiamiento que se explica más adelante para poner un doble vidrio.

Si se pretende tomar ventaja de la ganancia de calor en invierno, en climas fríos o extremos, no se recomienda utilizar ventanas con capas o películas reflejantes en aquellas que están orientadas al sur (para obtener más especificaciones, se sugiere consultar directamente al fabricante).



Hay dos formas de bloquear el calor: por medio del aislamiento térmico y mediante el uso de elementos de sombreado. El aislamiento ayuda a mantener la vivienda confortable y ahorra dinero, pues reduce el consumo de aire acondicionado o de ventiladores. El uso de aislantes y el sellar los puntos de filtraciones de aire protegen la vivienda contra el calor de verano y el frío del invierno.

## Bloquear el calor

Los elementos de sombreado permiten bloquear los rayos solares. El sombreado por medio de árboles, arbustos o vegetación crean un microclima que reduce la temperatura hasta 5 °C en los alrededores de la vivienda. Durante la fotosíntesis, grandes cantidades de vapor de agua se escapan a través de las hojas y enfrían el aire y las hojas, por lo general, absorben la radiación solar.

También se recomienda plantar pasto, pequeñas plantas y arbustos, pues en verano permiten obtener una temperatura fresca, a diferencia de un suelo sin vegetación.

## Elementos de sombreado

Los elementos de sombreado, tanto interiores como exteriores, controlan la ganancia de calor. Los exteriores son más efectivos que los interiores porque bloquean el sol antes de que entre por la ventana. Es recomendable que antes de seleccionar estos elementos de sombreado, examinar cómo funcionan, cómo se abren y se cierran, saber si sólo se colocan en temporada de calor y asegurar de que no interfieran con la ventilación. Los elementos de sombreado en exteriores incluyen persianas verticales u horizontales, aleros, cortinas enrollables, partesoles, pantallas, celosías y remetimientos, entre otros.

## Ventilación natural y cruzada

En un día caluroso, nada se siente mejor que una brisa fresca. Para mantener un ambiente confortable, puede hacerse que el aire frío entre a la vivienda y empujar al aire caliente de dentro hacia fuera, pero esta estrategia sólo funciona cuando la temperatura interior es mayor que la del exterior.

La ventilación natural mantiene la temperatura interior cercana a las temperaturas exteriores y ayuda a remover el calor de la vivienda, pero para ello debe ventilarse sólo durante las horas más frías de la noche o del día y cerrar la vivienda al sol y al aire caliente durante los momentos más cálidos del día.

El clima en donde se vive determinará la mejor estrategia de ventilación. En zonas con noches frías y días muy calientes, hay que dejar que el aire de la noche enfríe la vivienda. Una vivienda bien aislada térmicamente solamente ganará 0.6 °C por hora, cuando la temperatura exterior oscile entre 29 y 32 °C. En el momento en que el interior se calienta, el aire exterior resulta más fresco y hay que dejarlo entrar (ver las figuras de condiciones o sensaciones térmica por bioclima, cuando se indica confort o fresco se hace referencia a las horas en que debe ventilarse la vivienda para enfriar el ambiente).

En los climas donde hay brisas durante el día, se recomienda abrir las ventanas del lado de donde viene la brisa y del lado opuesto para crear una corriente, y las puertas deben mantenerse abiertas para que toda la vivienda se ventile. Si no hay brisa, debe crearse una corriente de aire abriendo las ventanas de los puntos más altos y bajos de la vivienda.

En climas cálidos-húmedos, donde la temperatura oscila muy poco de día y de noche, se recomienda ventilar cuando la humedad no sea excesiva.



## Reducción de fuentes de generación de calor

Las fuentes más comunes que generan calor en el interior de la vivienda son los focos, el refrigerador, el horno, la lavadora y los aparatos electrodomésticos. Se debe tomar ventaja de la luz del día para iluminar la vivienda y considerar la sustitución de focos por lámparas ahorradoras, que usan 75% menos de la energía eléctrica de los focos tradicionales, emiten 90% menos calor y proporcionan la misma cantidad de luz.

Los aparatos electrodomésticos generan mucho calor, por lo que se recomienda usarlos temprano en la mañana o tarde por la noche cuando se puede tolerar el calor adicional que generan.

Durante el verano es mejor cocinar en el exterior de la vivienda o utilizar el horno de microondas para no generar mucho calor en el interior. Se recomienda concentrar la lavadora de ropa, secadora y lavavajillas, en un cuarto anexo, debido a que generan mucho calor y humedad. Los nuevos electrodomésticos, la línea blanca de refrigeradores, lavadoras, secadoras, ventiladores, etcétera, son más eficiente energéticamente y generan menos calor y gastan menos energía eléctrica, por ello sugerimos revisar que tengan su sello de eficiencia energética, en el cual se indica el rango anual de consumo estimado durante un año y de cuál es el ahorro.

### Uso eficiente de la energía en la vivienda

Cualquiera de las estrategias antes mencionadas ayudan a mantener un ambiente confortable en la vivienda en época de calor. Sin embargo, tal vez no sean suficientes y se requiera de un ventilador para sentirse más fresco. El efecto del ventilador de plafón, por ejemplo, reduce la temperatura del aire 2 °C aproximadamente.

Si se utiliza aire acondicionado, muchas de las recomendaciones antes mencionadas permiten reducir el consumo de energía eléctrica. Sobre todo el uso del aislamiento térmico, las ventanas y los elementos de sombreado. Además, en diferentes puntos del país, existen programas de ahorro de energía que ofrecen planes de financiamiento para mejorar la vivienda, que pueden ser utilizados para aislar los techos, colocar doble vidrio en las ventanas, sustituir los focos por luminarias ahorradoras e instalar equipo de aire acondicionado.

Los siguientes consejos ayudan a ahorrar energía

#### Aislamiento

- El aislamiento adecuado de techos y paredes es esencial para mantener una temperatura agradable en la casa.
- Si se utilizan unidades centrales de aire acondicionado, es necesario aislar también los ductos.
- No deben almacenarse materiales sobre el techo de su vivienda, porque deteriora las capas de aislamiento.
- Pintar las paredes exteriores con colores claros.
- Sellar puertas y ventanas para que el calor no entre en verano ni se escape durante el invierno.

#### Vegetación

- Utilizar la vegetación a favor: plantar árboles en puntos estratégicos ayuda a desviar las corrientes de aire frío en invierno y a generar sombras durante el verano.
- Evitar que entre el calor de las banquetas, dejando una franja de tierra con plantas, entre éstas y los muros externos de la casa.

### Substitución del refrigerador

Un refrigerador con más de 7 años... puede estar consumiendo hasta un 50% de energía de todos los electrodomésticos de su hogar. Ahorre al sustituir su refrigerador de baja eficiencia por uno de alta eficiencia.

- Ahorro de un 30% en el consumo de energía eléctrica de su refrigerador.
- Al sustituir tu refrigerador, se te bonifica \$500.00 pesos por unidad sustituida (febrero del 2006), por ASI o FIPATERM.
- Refrigeradores altamente eficientes avalados por el Programa ASI (conforme a la NOM vigente).
- Sin Enganche a 48 meses o 24 bimestres con una tasa del 12.5%.
- Con los ahorros obtenidos se puede cubrir el financiamiento que es de \$8,200.00 (febrero del 2006).

El Programa financia refrigeradores de 9 a 18 pies cúbicos, siempre y cuando:

- Sea usuario de CFE.
- Cuente con un refrigerador de baja eficiencia.
- La capacidad del equipo a instalar no debe exceder la del equipo instalado en más de 4 pies cúbicos.

Los siguientes consejos le ayudan a ahorrar energía:

### Refrigerador

- El consumo de energía del refrigerador disminuye cuando está en un lugar con suficiente ventilación, a una distancia adecuada entre la pared y su radiador (15-20 cm), se mantiene limpio y lejos de áreas calientes y de los rayos solares.
- No meta comidas calientes al refrigerador.
- Revise que la puerta no permanezca abierta durante mucho tiempo.
- Revise que los empaques del refrigerador no estén rotos.
- Deshiele su refrigerador con la frecuencia que indica el manual del fabricante.
- Durante las vacaciones, disminuya el grado de enfriamiento en el termostato.
- Observe el funcionamiento del termostato. El motor no debe trabajar en forma continua.

### Lavadora

- Conserve todos los electrodomésticos en óptimas condiciones de operación. Así, durarán más, trabajarán eficientemente y gastarán menos electricidad, y usted evitará condiciones inseguras.
- Cuando utilice su lavadora, añada sólo la cantidad adecuada de jabón.
- No cargue en exceso su lavadora.

### Plancha

- Éste es uno de los aparatos que consume más energía. Para economizar: ¡planche en forma programada!
- Tenga a la mano toda la ropa que vaya a planchar y rocíela ligeramente, pero no la moje demasiado para que la plancha no tenga que secarla.
- Planche la ropa conforme se vaya calentando la plancha. Empiece con las prendas que requieren menos calor.
- Cuando ya vaya a terminar de planchar, desconecte la plancha y aproveche el calor remanente.

### Televisión

- ¡Apague su televisor cuando nadie lo esté viendo!
- Los reguladores de voltaje también consumen energía. Apáguelos si no están en uso.

## Selección de electrodomésticos eficientes



**Ahorro de energía en iluminación**

**Iluminación**

- Sustituya sus focos incandescentes por focos fluorescentes compactos; éstos proporcionan el mismo nivel de iluminación, duran 10 veces más y consumen 4 veces menos energía eléctrica. Por ejemplo, un foco fluorescente de 13 watts produce la misma cantidad de luz que uno de 75 watts.
- Los focos y tubos fluorescentes iluminan mejor si se mantienen libres de polvo y cochambre, así que límpielos periódicamente.
- Si requiere que algunos focos permanezcan encendidos durante toda la noche, no utilice los convencionales, mejor instale lámparas fluorescentes y focos de muy baja intensidad.
- Si la decoración de la pieza es blanca o de colores claros, habrá más luminosidad.
- Apague los focos cuando su iluminación no sea necesaria.
- Aproveche la iluminación natural.

**Tecnología para el ahorro de energía en sistemas de climatización**

Si las recomendaciones anteriores no son suficientes para crear un ambiente confortable al interior de su vivienda, entonces tendrá que utilizar equipos eléctricos y hacer todo lo necesario para limitar la generación de calor que éstos producen.

**Ventiladores**

La ventilación consiste en crear un movimiento de aire alrededor del individuo sin modificar la temperatura interior. Al aumentar la velocidad del aire, la evaporación del sudor es más eficaz y el intercambio de calor entre el cuerpo y el ambiente aumenta sensiblemente. Esto provoca una sensación de frescura. Hay diferentes tipos de ventiladores en el mercado: de mesa, de plafón y de pie, entre otros.

**Humidificadores**

Los aparatos humidificadores refrescan el aire por evaporación de agua: el aire aspirado se refresca al pasar por un filtro húmedo. Es importante vigilar la ventilación de la vivienda a fin de no saturar el aire de humedad.

**Sistemas de enfriamiento por aire acondicionado**

Los sistemas de enfriamiento pueden limitar las ganancias de calor internas y externas, y ventilar la vivienda. Los sistemas de enfriamiento absorben el calor de la vivienda y la envían al exterior, permiten mantener una temperatura interior constante e inferior a la del exterior.

Existe una gran variedad de equipos de enfriamiento para refrescar uno o varios espacios de la vivienda: los móviles y los fijos, los que se colocan sobre las ventanas, los que se fijan al muro o al plafón, los equipos de aire acondicionado central por medio de ductos y rejillas.

Los aparatos móviles se instalan fácilmente y pueden trasladarse de un cuarto a otro de la vivienda. Sólo requieren de una apertura sobre el exterior, como el caso de una ventana.

<b>Toneladas</b>	<b>Amortización mensual (diciembre de 2005)</b>
1	\$125.92
1.5	\$164.44
2	\$188.77
3	\$500.70
4	\$573.94
5	\$613.75

Los aparatos fijos se instalan de manera definitiva, permiten climatizar uno o más cuartos, o la vivienda completa. Su instalación requiere la contratación de un especialista.

Para planear un proyecto de climatización, hay que definir primero qué es exactamente lo que necesita, tomando en cuenta todas las épocas del año y si se trata de una vivienda nueva, en construcción o en remodelación.

Existen sistemas de climatización que sólo sirven para enfriar el aire, pero hay otros que además de enfriar el ambiente, calientan el lugar.

Independientemente del tipo de equipo de climatización que se seleccione, es muy importante verificar que aquel que elija cumpla con las NOM correspondientes y que indique la eficiencia energética que aporta.

### Aire acondicionado

Ahorre hasta 45% de energía eléctrica sustituyendo sus aparatos de aire acondicionado de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia energética, que pueden ser de ventana, central y *split*.

Las ventajas que ofrece son:

- Ahorros hasta de 45% en el consumo de energía.
- Se bonifican \$450\* pesos por cada tonelada sustituida.
- Sin enganche, a 48 mensualidades o 24 bimestres, con una tasa de interés de 12.5%.
- Facilidades de pago, ya que se realiza por medio del recibo de luz.
- Asesoría y supervisión gratuita de especialistas del Programa ASI o FIPATERM (CFE-FIDE).
- Equipo con respaldo de garantía.
- Mayor confort.
- Máximo financiamiento de \$29,000.00 (febrero del 2006).

Requisitos de sustitución de aire acondicionado:

- Consumo mínimo mensual de acuerdo a la tarifa de su región.
- Tener instalado un equipo de aire acondicionado de baja eficiencia.
- Identificación oficial.
- Recibo de luz.

### Recomendaciones:

- Seguir las instrucciones del manual que viene con el equipo.
- Limpiar el filtro de retorno del aire, al menos una vez cada 15 días.
- Antes de comenzar la temporada de calor, es necesario dar servicio de mantenimiento general en limpieza de serpentinas, engrasado, aceitado de baleros de motores y verificación de carga de gas refrigerante.
- Verifique que el termostato esté calibrado a 24 °C, ya que cada grado menos significa mayor consumo de energía.

Los siguientes consejos le ayudarán a ahorrar energía:

### Aire Acondicionado

- Limpie o cambie el filtro del aire central o de ventana cada dos semanas.
- Dé servicio de mantenimiento al aparato una vez al año.
- Coloque abanicos de techo o pedestal para aprovechar el movimiento de aire y lograr mayor confort.
- La temperatura ideal que debe mantener el aire acondicionado es de 25 °C (78 °F).
- Procure dar mantenimiento periódico al equipo de aire acondicionado para que el filtro se conserve libre de polvo e impurezas.
- Es conveniente mantener cerradas las cortinas o persianas durante las horas en las que el sol invade las habitaciones y, por tanto, aumenta la temperatura.
- El sombreado de ventanas puede ahorrar entre 8% y 10% de energía mediante toldos de lona o aleros inclinados, persianas de aluminio, vidrios polarizados o películas plásticas y el uso de colores claros.
- Si la unidad es de tipo central, utilice termostatos programables y mantenga cerradas las rejillas que no estén en uso.

### Cooler

- Limpie el sistema de distribución del agua y asegúrese de mojar toda la superficie de la caja.
- Aceite las chumaceras del abanico y del motor.
- Es benéfico contar con un pequeño desagüe del tubo de descarga de la bomba de agua, a fin de evitar la acumulación de sarro.
- Siempre que las condiciones lo permitan, use la velocidad baja, de esta manera se gasta la tercera parte de lo que consume la velocidad alta.

### Abanico

- Si usa ventilador, conserve sus aspas limpias y haga revisar el motor al menos una vez al año.



## Programas de financiamiento para la eficiencia energética en la vivienda

Para evitar el calor en la vivienda y disminuir el pago de energía eléctrica, es recomendable aplicar aislamiento térmico. El Programa **ASI** le financia el aislamiento térmico de la vivienda y usted podrá seleccionar el sistema que desee.

Este proceso consiste en aplicar un sistema de aislamiento e impermeabilización en el techo, que impide el paso del calor al interior de la vivienda.

Al aplicar este sistema de aislamiento térmico en el techo de la vivienda logrará:

- Ahorros de hasta 30% en el consumo de los equipos de aire acondicionado.
- Impedir el paso del calor al interior de su vivienda.
- Mantener temperatura agradable dentro de su hogar durante el invierno.
- Utilizar un equipo de aire acondicionado con menor capacidad.
- Impermeabilizar el techo, lo cual evitará goteras
- Mayor confort, ya que la casa estará más fresca.
- Máximo financiamiento de \$12,540.00 (febrero del 2006)

### El Programa ASI

Es un fideicomiso para ahorro de energía eléctrica creado para apoyar a los usuarios que utilizan la tarifa doméstica de la CFE, cuyo objetivo principal es promover y facilitar la disminución del consumo de energía eléctrica. Siendo este su objetivo principal.

El Programa ASI surgió en 1990 en Mexicali, Baja California. Inició con el programa de aislamiento térmico y, años más tarde, se le dio continuidad con los programas de sustitución de aires acondicionados y refrigeradores de baja eficiencia por equipos de alta eficiencia. En la zona noroeste, el programa inició en junio del 2002 con los programas de aislamiento térmico y sustitución de aire acondicionado, y actualmente se desarrolla el programa de sustitución de refrigeradores.

El Programa ASI Noroeste se lleva a cabo en Sonora (Hermosillo, Caborca, Ciudad Obregón, Guaymas y Navojoa) y en Sinaloa (Culiacán, Los Mochis, Guasave, Guamúchil y Mazatlán, entre otras ciudades).

**Misión** El Programa ASI surgió atendiendo la necesidad del gobierno federal de impulsar programas que ayuden a disminuir la alta demanda de energía eléctrica en el país, financiando proyectos que representen una inversión productiva y por ende crear una cultura de ahorro en los usuarios de CFE.

**¿Quiere saber como ahorrar energía eléctrica?** El **Diagnóstico Energético** es el inicio para la solución.

¿Qué es este diagnóstico energético?

Es un estudio gratuito de asesoramiento de un especialista del Programa ASI, el cual le informará y aconsejará sobre las soluciones de aislamiento térmico, tonelaje y tipo de aire acondicionado que mejor se adecuen a las características de tu vivienda, determinando la solución más conveniente de ahorro de energía en su hogar.

**¿Cómo se solicita?** Llame a la línea **ASI: 01-800-0059-059** para solicitar su diagnóstico energético sin costo. También puede visitarnos a nuestras oficinas o por medio de *distribuidores autorizados*.

# Programas para el ahorro de energía en México



El programa FIPATERM ha sido extendido por el FIDE a varias zonas del país, el teléfono para saber si se cuenta con dicho apoyo es 01-55 5254 3044.

**Programas de Ahorro de Energía**

## Campañas de información

En México, se han desarrollado campañas de información orientadas a disminuir el uso de la electricidad, sin embargo, no se les ha dado seguimiento ni se ha evaluado su efecto. Las campañas deben enfocarse en la disminución del uso excesivo o suntuario de la energía (apagar focos, etcétera), así como en la reducción de la demanda pico (no usar electrodomésticos durante ciertas horas).

En general, la experiencia de otros países que han llevado a cabo campañas similares muestra que éstas funcionan cuando tienen objetivos precisos o cuando están ligadas a programas concretos de ahorro de energía. En Alemania, por ejemplo, se han llevado a cabo exitosas campañas para informar a los consumidores cuáles aparatos eléctricos son más eficientes. No obstante, Brasil tuvo la experiencia contraria; campañas informativas muy costosas que obtuvieron muy poco éxito.

## Etiquetado

El uso de etiquetas en los electrodomésticos en venta sirve para informar al consumidor sobre el uso y el costo de energía anual de cada artefacto. En México, esta medida ya se ha establecido para algunos aparatos (FIDE, 2004), y es necesario que se le dé seguimiento, para poder evaluar sus efectos.

Un ejemplo exitoso de una política energética que promovió la eficiencia de los aparatos domésticos es el caso de Brasil. En 1984, este país inició un sistema de etiquetas y pruebas de los nuevos refrigeradores, que generó un programa de reducción del uso de la energía de estos aparatos, gracias a que se mejoró la forma de aislamiento, se aumentó la eficiencia de los compresores, se modificó el diseño del ciclo del refrigerador y se redujo la potencia de las resistencias. Estos cambios, realizados entre 1986 y 1987, permitieron que en 1989 los refrigeradores brasileños produjeran un ahorro equivalente a 100 MW eléctricos generados por una planta.

## Encuestas y entrevistas periódicas

Si se pretende promover la eficiencia energética, es necesario contar con información específica y certera sobre el uso de la energía. Es imprescindible una base de datos nacional que registre periódicamente el uso de la energía residencial por usos finales. Su elaboración, aplicación y análisis puede realizarse con pocos recursos económicos adicionales, siempre y cuando se desarrolle a través de la cooperación de las instituciones gubernamentales y educativas existentes.



## Administración de la demanda

Durante años, las compañías eléctricas y de gas han tenido como única perspectiva de su función la oferta de energía. Han desempeñado el rol de generar, transmitir y distribuir la electricidad y el gas. La administración de la demanda (Demand Side Management [DSM]), que consiste en verificar la eficiencia en el consumo de energía en los usos finales, como un elemento de suministro y de optimización de la misma, debería ser incorporada en la perspectiva empresarial de estas compañías.

Una de las principales vías para aumentar la eficiencia de los usos finales es la sustitución de tecnología convencional por tecnología eficiente. Una de las formas más comunes de administración de la demanda es la participación de las compañías generadoras en la promoción de los dispositivos eficientes entre sus usuarios.

Esta política energética ha sido adoptada con éxito por diversas compañías eléctricas de Estados Unidos. En México, la Comisión Federal de Electricidad<sup>1</sup> ha comenzado a desarrollar algunos proyectos piloto al respecto. El principal es conocido como llumex y consiste en la promoción del uso de lámparas fluorescentes compactas en las ciudades de Mexicali, Monterrey y Guadalajara.

Es importante tomar en cuenta que para promover la eficiencia energética en todos los estratos sociales, las políticas de Administración de la Demanda deben tomar en cuenta las diferencias socioeconómicas de los usuarios. La rentabilidad de una sustitución tecnológica depende críticamente del precio de la energía; la inversión en las tecnologías, la vida y el consumo de energía de ambos dispositivos y de la tasa de descuento. Desde el punto de vista del usuario, la sustitución tecnológica depende principalmente de la viabilidad que tenga para realizar la inversión inicial y del tiempo en el que la recuperará. Evidentemente, mientras menor sea la capacidad de compra del usuario, menos posibilidades tendrá de realizar dicha sustitución.

<sup>1</sup> Este es un proyecto conjunto entre CFE, el Banco Mundial y el Gobierno de Noruega.

Las mejoras en la eficiencia pueden estar al alcance de la gente de menos ingresos económicos, si se diseñan políticas orientadas a ello; como, por ejemplo, establecer que el pago inicial de la tecnología eficiente pueda cubrirse en varios pagos que coincidan en el tiempo con los ahorros.

## Precios y políticas fiscales

Como se explicó anteriormente, el aumento en los precios de la energía ha sido una de las principales políticas de conservación. El aumento en el precio promueve, a corto plazo, la disminución del consumo suntuario y, a largo plazo, la inversión en aparatos más eficientes, tanto de las compañías productoras de aparatos domésticos, como de los propios usuarios.

Mientras que en los países desarrollados la discusión acerca del aumento en el precio de la energía se centra en la adición de impuestos que reflejen el costo ambiental de la producción y uso de la misma, en los países del Tercer Mundo la polémica se circunscribe al mantenimiento o eliminación de los subsidios estatales (World Bank, 1990).

En México, durante años, los precios de la electricidad, el gas y los derivados del petróleo para el sector residencial han estado subsidiados. Los objetivos originales de esta política, producto de una filosofía pública de mayor participación estatal sobre la economía, eran:

- a) Permitir el acceso del servicio energético a toda la población.
- b) Cobrar más al que más consumía.

A principios de la década de 1980, el modelo de desarrollo del gobierno mexicano cambió: la liberalización de la economía y la disminución del control estatal se convirtieron en los nuevos paradigmas del desarrollo económico. En esta nueva filosofía, los subsidios a los precios de la energía tienden a desaparecer, ya que desde la nueva perspectiva gubernamental representan un déficit para el sector público (Informes de Gobierno, 1990, 1993).







---

**guía**conafovi  
uso eficiente  
de la energía  
en la vivienda

**Anexos**



---

**guía**conafovi

anexo**A**



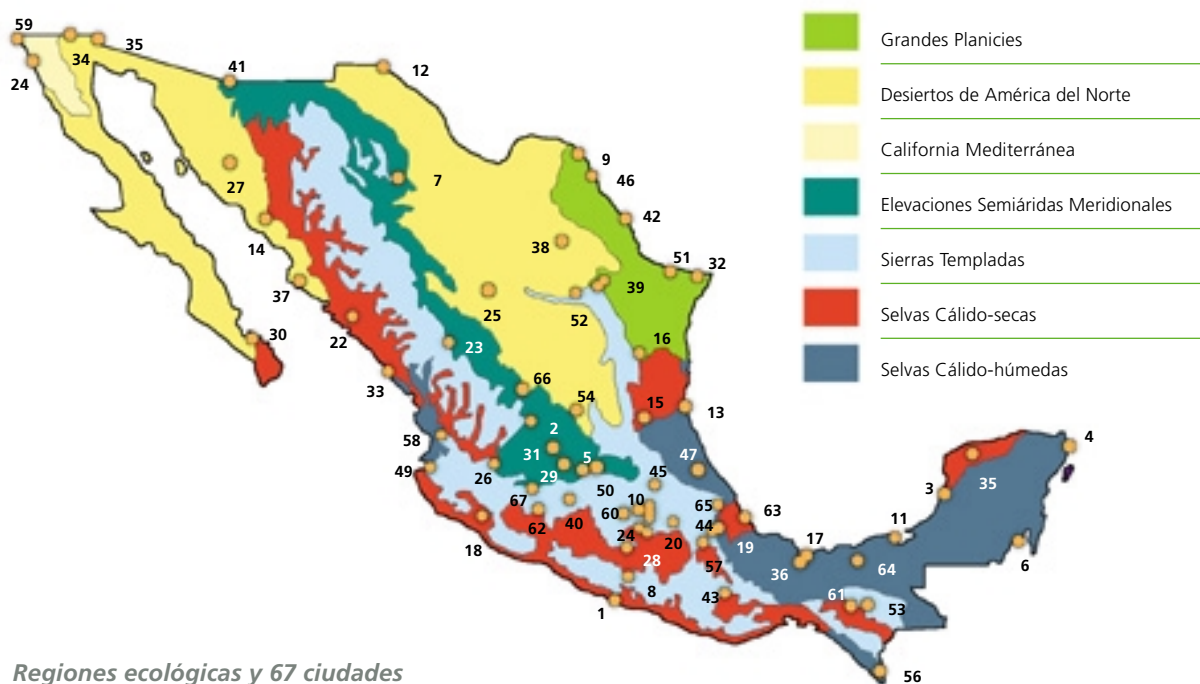
# Zonificación ecológica de México



México presenta una gran variedad de climas. Este país, al estar dividido por el trópico de Cáncer, comprende dos zonas térmicas claramente diferenciadas. Sin embargo, tomando en cuenta las distintas elevaciones de las cadenas montañosas y las regiones cercanas a los litorales, existen zonas con temperaturas extremas, áreas de climas desérticos y otras muy húmedas.

Así pues, es necesario establecer una regionalización que permita identificar las zonas con características bioclimáticas similares para poder potencializar sus ventajas. Para ello, se hará referencia a la división climática elaborada en la guía *Diseño de áreas verdes en desarrollos habitacionales* (Conafovi, 2005), la cual presenta siete regiones ecológicas para la república mexicana. Sin embargo, con base en una revaloración de este estudio, se elaboró una reclasificación de las ciudades mencionadas en el Mapa 1 de dicho documento, con el fin de definir claramente a qué región climática corresponden las ciudades que se encuentran en los límites de dos o más de estas áreas.

### Mapa de las regiones ecológicas en la república Mexicana y ubicación de 67 ciudades.



#### Regiones ecológicas y 67 ciudades

- |                          |                          |                    |                               |
|--------------------------|--------------------------|--------------------|-------------------------------|
| 1 Acapulco               | 18 Colima                | 35 Mérida          | 52 Saltillo                   |
| 2 Aguascalientes         | 19 Córdoba               | 36 Minatitlán      | 53 San Cristóbal de las Casas |
| 3 Campeche               | 20 Cuautla               | 37 Mochis, Los     | 54 San Luis Potosí            |
| 4 Cancún                 | 21 Cuernavaca            | 38 Monclova        | 55 San Luis Río Colorado      |
| 5 Celaya                 | 22 Culiacán              | 39 Monterrey       | 56 Tapachula                  |
| 6 Chetumal               | 23 Durango               | 40 Morelia         | 57 Tehuacán                   |
| 7 Chihuahua              | 24 Ensenada              | 41 Nogales         | 58 Tepic                      |
| 8 Chilpancingo           | 25 Gómez Palacio-Torreón | 42 Nuevo Laredo    | 59 Tijuana                    |
| 9 Ciudad Acuña           | 26 Guadalajara           | 43 Oaxaca          | 60 Toluca                     |
| 10 Ciudad de México      | 27 Hermosillo            | 44 Orizaba         | 61 Tuxtla Gutiérrez           |
| 11 Ciudad del Carmen     | 28 Iguala                | 45 Pachuca         | 62 Uruapan                    |
| 12 Ciudad Juárez         | 29 Irapuato              | 46 Piedras Negras  | 63 Veracruz                   |
| 13 Ciudad Madero-Tampico | 30 La Paz                | 47 Poza Rica       | 64 Villahermosa               |
| 14 Ciudad Obregón        | 31 León                  | 48 Puebla          | 65 Xalapa                     |
| 15 Ciudad Valles         | 32 Matamoros             | 49 Puerto Vallarta | 66 Zacatecas                  |
| 16 Ciudad Victoria       | 33 Mazatlán              | 50 Querétaro       | 67 Zamora                     |
| 17 Coatzacoalcos         | 34 Mexicali              | 51 Reynosa         |                               |

Esta zona cubre aproximadamente 13% de la superficie de México y se extiende en una angosta franja, desde el este de Sonora y el sureste de Chihuahua, hasta Chiapas; en Michoacán incluye la cuenca del río Balsas. Esta región ocupa un rango de altitud de entre 200 y 1,000 msnm y las temperaturas anuales medias varían entre 20 y 29 °C. Este clima tropical se caracteriza por precipitaciones intensas, sobre todo en el verano. En total, la precipitación anual promedio oscila entre 600 y 1,600 mm. La estación seca varía de 5 a 8 meses. Los suelos no están muy desarrollados y derivan principalmente de rocas calcáreas, metamórficas y volcánicas; tienen una profundidad variable y van de someros a profundos. Las texturas también son variables, de arcillosas a arenosas, dependiendo de la naturaleza de la roca madre subyacente. El relieve es pronunciado en más de 75% de la región. Existe una flora diversa, particularmente en los estratos arbóreo y arbustivo que dominan el área. Los elementos florísticos del sur son mayoría junto con numerosos géneros endémicos del lado mexicano del Pacífico. Predominan los bosques bajos perennes y caducifolios.

Esto implica un marcado patrón estacional y una diferencia fisonómica entre las estaciones seca y húmeda. Estos bosques poseen una altura de 4 a 15 m y abarcan tres estratos distintos. Los bosques deciduos bajos contienen cerca de seis mil especies de plantas vasculares, de las cuales 40% son endémicas de México. Otras especies con importancia económica son: parota, cuéramo, cedro rojo mexicano, palo de rosa, tepeguaje, jabín, henequén y copales o papelillos.

Esta región circunda la planicie costera del Golfo, la parte occidental y sur de la planicie costera del Pacífico, la parte más alta de la península de Yucatán y las porciones bajas de la Sierra Madre de Chiapas.

Geológicamente, esta región está compuesta principalmente de colinas metamórficas plegadas, cubiertas por terreno aluvial delgado. La planicie del Golfo contiene una extensa red de ríos que fluyen hacia el Golfo. Los ríos en el lado del Pacífico son cortos y numerosos. Los suelos se han formado mayoritariamente por depósitos aluviales o erosión *in situ*. La región cubre desde el nivel del mar hasta los 1,000 m de altitud. Consiste básicamente en selvas tropicales húmedas con temperaturas anuales medias entre 20 y 26 °C. La precipitación anual promedio es de 1,500 a 3,000 mm y, en algunas áreas, puede alcanzar más de 4,000 mm. En general, la sequía dura menos de tres meses al año.

Las selvas perennifolias y las caducifolias son las comunidades vegetales más características de esta región, cuya flora y fauna son de las más ricas del mundo. La estructura de la vegetación es de edades variadas, con abundancia de epífitas: bromelias, orquídeas, helechos, entre otras. El tronco maduro de los árboles puede alcanzar una altura entre 30 y 40 m, o más.

La diversidad de especies de árboles en esta región tropical es cuatro veces mayor que la asociada con los bosques templados del norte. Las plantas cultivadas importantes incluyen leguminosas y moráceas, así como aguacate y zapote. Las áreas con mayor número de endemismo de árboles tropicales son Los Tuxtlas y Uxpanapa, en Veracruz, y Tuxtepec, en Oaxaca, entre otros lugares.

---

## Zona 1

---

### Selvas cálido secas

(Aw)

(Tropical con lluvias en verano)

---

## Zona 2

---

### Selvas cálido húmedas

(Af)

(Tropical con lluvias todo el año)



## Zona 3

### Grandes planicies

(BS)

(Seco estepario)

Esta región se extiende alrededor de 1,500 km, desde Canadá, en Alberta, hasta el sur de Estados Unidos (Texas), que colinda con México; y aproximadamente 600 km, desde el oeste de Indiana, hasta el pie de las Rocallosas y el norte de México. Esta zona se distingue en particular por tener un relieve topográfico casi plano, pastizales, escasez de bosques y un clima que va de sub-húmedo a semiárido y por un suelo agrícola que enfrenta problemas: potencial nutricional reducido, incremento en la salinidad y gran susceptibilidad a la erosión por viento y agua. El clima es seco, continental y, al norte, se caracteriza por cortos veranos calientes e inviernos largos y fríos. Los vientos altos son un importante factor climático. Esta región también está sujeta a sequías y heladas.

La precipitación pluvial se incrementa de oeste a este, con lo que se definen diversos tipos de praderas nativas. El paisaje de las grandes planicies mexicanas está dominado por una vegetación de matorrales espinosos en transición entre las condiciones desérticas y las más cálidas y más húmedas del bosque tropical espinoso (selvas cálido-secas).

En México, la vegetación natural característica consiste en matorrales espinosos con especies dominantes que incluyen mezquite, huisache, palo verde, cenizo, granjeno, anacahuita, barreta, corbagallina y ocotillo. Las especies tolerantes a la sal son comunes en las porciones bajas de las grandes planicies mexicanas.

## Zona 4

### Elevaciones semiáridas meridionales

(BS)

(seco estepario)

Esta región se extiende sobre parte de los estados del norte, oeste y centro de México. La región limita al occidente con las sierras templadas y al este con la región ecológica de los desiertos de América del Norte. El paisaje se compone de colinas, valles bajos y planicies. En general, la vegetación en esta región está dominada por pastizales y, en las zonas de transición, por matorrales y bosques.

Se trata de una región formada por sedimentos aluviales y conglomerados de las sierras volcánicas: la Sierra Madre Occidental y el Eje Neovolcánico. La elevación sobre el nivel del mar oscila entre 1,100 y 2,500 m. Existen dos tipos principales de suelos: los moderadamente secos y profundos, y los someros y arcillosos. El clima es semiárido, con 300 a 600 mm de lluvia anual y temperaturas medias que fluctúan entre 12 y 20 °C. Existen periodos cíclicos de sequía y son comunes las heladas de invierno.

La vegetación natural característica consiste en pastizales y combinaciones de pastizales con matorrales y bosques en las zonas de transición. Algunas especies de pastos son dominantes, en particular los géneros navajita (banderita), popotillo, aristida, galleta, zacatón y zacate azul. En algunos lugares es muy frecuente ver mezquite y huizache; también son comunes el encino y el junípero al pie de las sierras. En la región del Bajío, el clima es más cálido, con elementos subtropicales que forman matorrales con especies como cazahuate o palo bobo, copalillos, huizache, nopal, jonote y pochote.

Esta región abarca parte del estado de Baja California y la parte norte-centro de México. Se diferencia de las regiones forestales montañosas adyacentes por su aridez, vegetación única de arbustos y cactus, carencia de árboles y, generalmente, presenta relieves y elevaciones bajas.

Tiene un clima desértico, de árido a semiárido, con temperaturas extremas estacionales. Los valles del Mezquital y de Tehuacán ocupan la región más austral de los desiertos de América del Norte. Son resultado de la sombra orográfica de la Sierra Madre Oriental y el Eje Neovolcánico. La precipitación media anual varía entre 130 y 380 mm. Los desiertos del sur tienen temperaturas promedio e índices de evaporación muy altos, con temperaturas récord que alcanzan hasta 57 °C.

Algunas áreas del sur, como las de los desiertos de Sonora y de Chihuahua, están más dominadas por un régimen episódico de lluvias de verano. La diversidad estructural de la vegetación del desierto está dominado por arbustos bajos, como la gobernadora, el palo verde, el alquitrán, la joroba, e incluye varios tipos de cactáceas, como saguaro, cholla y agave. Las bajadas y las colinas presentan ocotillo, yuca, lechuguilla y nopales.

En México, esta región abarca únicamente la parte norte del estado de Baja California. Colinda con el océano Pacífico al oeste. Se distingue por su clima mediterráneo cálido y templado, su vegetación arbustiva de chaparral mixto, con áreas de pastizales y bosques abiertos de encinos, ciprés y pino de Monterrey, por sus valles agrícolas altamente productivos.

La región ecológica está compuesta de una mezcla de montañas, colinas, mesas y planicies. Ocupa un área de inestabilidad tectónica en la interfase de las placas de América del Norte y del Pacífico y contiene una variedad de fallas activas. Las sierras costeras tienen una serie de cadenas montañosas lineales con elevaciones que promedian de 600 a 1,200 m, con valles intermontanos. Los suelos son básicamente secos, poco desarrollados y con elevadas concentraciones de calcio.

Esta región ocupa la única porción del continente americano con clima mediterráneo; se caracteriza por veranos cálidos y secos, y por inviernos templados, con precipitación asociada con tormentas frontales de invierno provenientes del océano Pacífico. Las temperaturas promedio de verano están sobre 18 °C y las del invierno sobre 0 °C.

La precipitación anual es de 200 a 1,000 mm, según la elevación y la latitud, la cual cae, por lo general, de noviembre a abril. Hay una gran variabilidad anual de la precipitación total y son comunes las sequías extremas. La niebla costera es frecuente, sobre todo de mayo a julio. El periodo sin heladas va de 250 días en el norte y en las tierras altas, a 350 días a lo largo de la costa sur. La vegetación se caracteriza básicamente por arbustos perennifolios que conforman una vegetación llamada chaparral, además de manchones de bosques de encino, pastizales y algunos bosques de coníferas en las laderas de las montañas más altas. Los arbustos comunes incluyen chamizo, artemisa y manzanita.

---

## Zona 5

---

### Desiertos de América del norte

(BW)

(seco desértico)

---

## Zona 6

---

### California mediterránea

(Cs)

(templado con lluvias en invierno)



---

## Zona 7

---

### Sierras templadas

(Cw)

(templado con lluvias en verano)

En nuestro país, el clima templado cubre un área de gran relevancia que determina en mucho la actividad económica y el desarrollo de un número considerable de ciudades en continuo crecimiento. Esta región ecológica comprende las principales montañas mexicanas, incluidas la Sierra Madre Occidental, la Sierra Madre Oriental y los complejos montañosos de Chiapas y Oaxaca. Cubre alrededor de 25% del país. Muchas de las principales ciudades se localizan en esta zona: la ciudad de México, Guadalajara, Morelia, Toluca y Puebla.

La roca madre es una mezcla de ígneas (Eje Neovolcánico y Sierra Madre Occidental) metamórficas (Sierra Madre del Sur) y sedimentarias (Sierra Madre Oriental). Son dominantes las montañas, los cañones y los pies de monte. Esta zona se caracteriza por presentar dos estaciones al año, la de lluvias, en verano, y la de secas, el resto del año. La temperatura no llega a límites extremos (ni fríos ni calientes).

La vegetación puede ser perennifolia o caducifolia y está constituida básicamente por coníferas y encinos que pueden llegar a crecer entre 10 y 50 m de altura. Esta cubierta vegetal puede estar compuesta de uno a tres estratos, uno o dos arbustivos y otro herbáceo. En algunos lugares hay bosques de niebla. Esta comunidad forestal se caracteriza por albergar unas tres mil especies de plantas vasculares, 30% endémicas de México. En particular, se distingue la vegetación de pinos y encinos.



---

**guía**conafovi

anexo**B**



# Recomendaciones bioclimáticas para la vivienda por bioclima



Tabla 1.

**Recomendaciones bioclimáticas para el diseño urbano**

Recomendación	Bioclima cálido seco	Bioclima cálido semihúmedo	Bioclima cálido húmedo	Bioclima templado húmedo
<b>Agrupamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Espaciamiento entre edificios en sentido SE-NO, 1.7 veces la altura del edificio</li> <li>Otras orientaciones lo más próximo posible para aprovechar las sombras proyectadas</li> <li>Espacios exteriores diseñados como recintos donde se generen microclimas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo tablero de ajedrez</li> <li>Espaciamiento entre viviendas</li> <li>Mínimo 1 altura de las viviendas</li> <li>En sentido de los vientos dominantes 3 alturas de la vivienda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo: tablero de ajedrez</li> <li>Espaciamiento entre edificios</li> <li>Mínima: una vez la altura de los edificios</li> <li>En el sentido de los vientos dominantes tres veces la altura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Que deje circular el viento dominante</li> <li>Tipo tablero de ajedrez</li> <li>Espaciamiento entre viviendas en el sentido de los vientos dominantes, tres veces la altura de las viviendas</li> <li>Mínima, una vez la altura, perpendicular a los vientos</li> </ul>
<b>Orientación de los edificios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una crujía SE</li> <li>Doble crujía N-S, con dispositivos de control solar en ambas fachadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De una y doble crujía al SE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una crujía: al eje eólico</li> <li>Doble crujía: N-S no recomendable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Una crujía al SE</li> <li>Doble crujía N-S, no se recomienda</li> </ul>
<b>Espacios exteriores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plazas y plazoletas: densamente arboladas con vegetación caducifolia</li> <li>Vegetación perenne como control de vientos fríos</li> <li>Andadores: mínimas dimensiones, mínimo pavimento sombreado en verano, soleados en invierno</li> <li>Acabados de piso: permeables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plazas y plazoletas sombreadas</li> <li>Andadores angostos y sombreados</li> <li>Acabados de piso permeables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plazas y plazoletas: densamente arboladas con vegetación perenne</li> <li>Andadores: Mínimas dimensiones, mínimo pavimento; sombreados todo el año</li> <li>Acabados de piso: permeables, que dejen pasar el agua al subsuelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Plazas y plazoletas amplias, sombreadas en verano, soleadas en invierno, abiertas a los vientos dominantes, como barreras vegetales al suroeste, oeste y noroeste</li> <li>Andadores cubiertos, sombreados en invierno</li> <li>Acabados de piso, antiderrapantes, buena pendiente</li> </ul>
<b>Vegetación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Árboles de hoja caduca, en plazas y andadores. De hoja perenne en estacionamientos</li> <li>Distancia entre árboles que den sombra continua</li> <li>Arbustos: barreras de viento frío en plazas y andadores</li> <li>Cubresuelos con mínimo requerimiento de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Árboles de hoja perenne para plazas, plazoletas, andadores y estacionamientos</li> <li>Arbustos como canalizadores de viento en plazas y plazoletas</li> <li>Cubresuelos, especies con menor requerimiento de agua</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Árboles: de hoja perenne en plazas, andadores y estacionamientos. Distancia entre árboles que den sombra continua. Como barreras de nortes</li> <li>Arbustos: como conductores de vientos</li> <li>Cubresuelos: bajos en la dirección de los vientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Árboles en plazas y plazoletas como protección solar y canalizadores de vientos, hoja caduca al noreste, sur, perennes al noroeste-sureste y protección de estacionamiento.</li> <li>Arbustos en plazas y plazoletas, como canalizadores de viento</li> <li>Cubresuelos, no hay requerimientos particulares</li> </ul>

### Bioclima templado

- Ubicar edificios más altos al N del conjunto, más bajos al S
- Espaciamiento entre edificios 1.7 veces la altura de los edificios en el eje térmico
- Mínimo una vez la altura de los edificios

- Una crujía SE
- Doble crujía NE-SO (con dispositivo de control solar para las tardes en primavera)

- Plazas y plazoletas: Sombreados en verano, despejados en invierno
- Conformarlas con elementos naturales y construidos con fuertes de agua y con barreras vegetales para los vientos
- Andadores: sombreados en verano, despejados en invierno
- Acabados de piso: Materiales porosos y permeables

- Árboles: de hoja caduca para plazas y andadores
- De hoja perenne para estacionamientos
- Arbustos: como barreras de vientos fríos
- Cubresuelos: especies con menor requerimiento de agua

### Bioclima templado seco

- Evitar sombreado entre viviendas en orientación norte-sur
- Ubicar viviendas altas al norte y de menor altura al sur
- Viviendas alineadas con los vientos
- Espaciamiento entre viviendas, óptimo 1.7 veces la altura de la vivienda
- Mínima una vez la altura de la vivienda

- Una crujía S-SE
- Doble crujía NE-SO, con dispositivos de control solar

- Plazas, plazoletas y andadores, sombreados en verano
- Acabados de piso, porosos que absorban y retengan la humedad

- Árboles de hoja caduca en plazas, plazoletas y andadores
- De hoja perenne para estacionamientos
- Arbustos de hoja perenne, como barreras de vientos fríos en plazas, plazoletas y andadores
- Cubresuelo de mínimo requerimiento de agua en plazas y plazoletas

### Bioclima semifrío seco

- Evitar sombreado entre viviendas en orientación norte-sur
- Ubicar viviendas más altas al norte del conjunto y más bajas al sur
- Viviendas alineadas
- Espaciamiento entre viviendas 1.7 veces la altura

- Una crujía S-SE
- Doble crujía NE-SO, no se recomienda

- Plazas y plazoletas despejadas en invierno, sombreadas en verano
- Andadores amplios, despejados en invierno, sombreados en verano
- Estacionamientos sombreados en verano
- Acabados de piso permeables

- Árboles de hoja caduca en plazas, plazoletas y andadores
- De hoja perenne como barreras de vientos fríos y en estacionamiento
- Arbustos de hoja perenne como barrera de vientos fríos
- Cubresuelos con menor requerimiento de agua

### Bioclima semifrío

- Evitar sombreado entre edificios en orientación NS
- Ubicar edificios más altos al N del conjunto y más bajos al S
- Espaciamiento entre edificios al eje térmico 1.7 veces la altura

- Una crujía rango S-SE
- Doble crujía NE-SO, no se recomienda

- Plazas y plazoletas: despejadas en invierno, sombreadas en verano
- Andadores: amplios, despejados en invierno, sombreados en verano
- Estacionamientos: sombreados invierno y verano
- Acabados de piso permeables

- Árboles: de hoja caduca en plazas, plazoletas y andadores
- De hoja perenne: como barrera de vientos fríos y en estacionamiento
- Arbustos de hoja perenne: como barrera de vientos fríos
- Cubresuelos: con menor requerimiento de agua

### Bioclima semifrío húmedo

- Viviendas más altas al norte del conjunto, las más bajas al sur
- Agrupadas entre sí para evitar pérdidas de calor y protegerse de vientos fríos
- Espaciamiento entre las viviendas: Óptimo en sentido norte-sur, 1.7 veces la altura de la vivienda
- Mínima, una vez la altura

- Una crujía S-SE
- Doble crujía este y oeste, no recomendable

- Plazas y plazoletas: Espacios cerrados por las viviendas y barreras vegetales contra vientos
- Andadores: Protegidos con aleros o pasillos cubiertos
- Acabados de pisos: Pesados

- Árboles de hoja caduca: Para plazas y andadores
- De hoja perenne: Para estacionamientos y como barreras de vientos
- Arbustos en plazas y plazoletas, como barreras de vientos
- Cubresuelos: no hay requerimientos particulares



Tabla 2.

**Recomendaciones bioclimáticas para el proyecto arquitectónico**

Recomendación	Bioclima cálido seco	Bioclima cálido semihúmedo	Bioclima cálido húmedo	Bioclima templado húmedo
<b>Ubicación en el lote</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muro a muro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separada de las colindancias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aislada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separada de las colindancias</li> </ul>
<b>Configuración</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compacta, con patio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abierta, alargada</li> <li>• Óptima de una crujía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abierta, alargada, con remetimientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abierta, máxima exposición a los vientos</li> </ul>
<b>Orientación de la fachada más larga</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al eje térmico</li> <li>• De una crujía: SE</li> <li>• Doble crujía: N-S con dispositivos de control solar en ambas fachadas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fachada frontal a los vientos dominantes ara una crujía y doble crujía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Al eje eólico SE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Una crujía: SE</li> </ul>
<b>Localización de las actividades</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estar, comer, dormir: SE</li> <li>• Cocinar: N, NE</li> <li>• Circulaciones, aseo: NO</li> <li>• Sala, comedor y recamaras al SE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Áreas de aseo, circulaciones, cocina, al norte</li> <li>• Guardarropa y circulaciones al oeste, como colchón térmico</li> <li>• Estar, comer, dormir: al eje eólico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cocinar: norte</li> <li>• Aseo, circulaciones opuestas al eje eólico</li> <li>• Sala, comedor, recamaras al sureste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Guardarropa, cocina, áreas de aseo y circulaciones al noroeste</li> <li>• Estar, dormir, comer: SE</li> <li>• Cocinar: norte</li> </ul>
<b>Tipo de techo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano con poca pendiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doble plano con fuerte pendiente</li> <li>• Doble cubierta con ventilación entre ambos</li> <li>• Dos aguas con aislante</li> <li>• Plano con pretil alto de celosía</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclinado o diferentes niveles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclinado, cubierta con fuerte pendiente</li> </ul>
<b>Altura de piso a techo</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptima 2.70 m, aceptable 2.50 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.5 m como mínimo</li> <li>• 2.7 m como bueno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.70 m como mínimo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Máxima posible: 2.7 m</li> </ul>

Bioclima templado	Bioclima templado seco	Bioclima semifrío seco	Bioclima semifrío	Bioclima semifrío húmedo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separada de las colindancias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Separada de las colindancias</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muro a muro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muro a muro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muro a muro</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compacta, forma óptima: cubo con patio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compacta con patio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compacta</li> <li>• Forma óptima; el cubo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compacta, forma óptima: el cubo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Compacta</li> <li>• Forma óptima; el cubo</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Doble crujía: NE-SO (Con dispositivos de control solar para las tardes en primavera)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S-SE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S-SE evitando los vientos fríos de invierno</li> <li>• Doble crujía NE-SO, no se recomienda</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• S-SE evitando los vientos fríos de invierno</li> <li>• Doble crujía NE-SO, evitarlas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De una crujía S-SE</li> <li>• Doble crujía este y oeste, evitar</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Circular, aseo: NO-O</li> <li>• Comedor, sala y recamaras al SE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cocina, áreas de aseo y circulaciones al NO</li> <li>• Comedor, sala y recamara S-SE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cocina al norte</li> <li>• Circulaciones y áreas de aseo al norte, NO y NE</li> <li>• Comedor, sala, recamaras: al S-SE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cocinar: al norte</li> <li>• Circular, aseo: al N, NO, NE</li> <li>• Sala, comedor, recamaras al S-SE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cocina, guardarropa al norte</li> <li>• Áreas de aseo y circulaciones al NO, oeste y SO</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano con relleno</li> <li>• Poca pendiente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inclinado</li> <li>• Con rápido desalojo de agua</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.40 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.4 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre 2.3 y 2.4 m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mínimo posible 2.30m, 2.40m</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2.3 m, mínima posible</li> </ul>



Tabla 3.

**Recomendaciones para el control solar**

Recomendación	Bioclima cálido seco	Bioclima cálido semihúmedo	Bioclima cálido húmedo	Bioclima templado húmedo
<b>Remetimientos y saliente en fachada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitarlos en el edificio</li> <li>• Ventanas remetidas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Que sombreen fachadas y den máxima exposición al viento</li> <li>• En todas las orientaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En todas las orientaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitarlos</li> </ul>
<b>Patios interiores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sombreados, con fuentes, espejos de agua y vegetación de hoja caduca para enfriamiento y humidificación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se requieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se requieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se requieren</li> </ul>
<b>Aleros</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En todas las fachadas</li> <li>• Fachada sur, grande para evitar el soleamiento por las tardes, dominado con parteluces</li> <li>• SE, calentamiento directo en invierno y control en verano</li> <li>• SO, NO, combinados con vegetación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En todas las fachadas</li> <li>• Al sur de mayor dimensión</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En todas las fachadas según gráfica solar. Para control solar de 9 a 15 hrs.</li> <li>• S-SE de mayor dimensión</li> <li>• SO-O-NO: Combinado con parteluces y vegetación</li> <li>• Este: con control de ángulos solares bajos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En todas las fachadas; proteger del sol y la lluvia</li> <li>• Fachada sur para protección solar en primavera y verano</li> <li>• Fachada norte, control solar de 9 a 15 horas, dejando pasar vientos.</li> <li>• Al SO, oeste y NO completar con árboles de hoja perenne.</li> </ul>
<b>Pórticos, balcones, vestíbulos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como protección del acceso</li> <li>• Pórticos, pérgolas con vegetación al sur</li> <li>• Vestíbulos al norte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entre zonas habitables y el exterior</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En fachadas al eje eólico</li> <li>• Orientación: E, S, y SE, pórticos de control solar todo el año</li> <li>• NO-O-SO: combinados con parteluces, celosías, vegetación, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se recomiendan en accesos</li> <li>• Pórticos en fachadas donde da el viento</li> </ul>
<b>Tragaluces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientados al sur con control solar en verano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se requieren</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientación norte: operables con dispositivos de control solar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientados al norte con protección solar en verano</li> <li>• Evitar los horizontales</li> </ul>
<b>Parteluces</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En fachada N para control solar en las tardes, en verano</li> <li>• En fachadas E, NE O, NO, SO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En ventanas en orientación sureste, oeste, suroeste, combinados con aleros, persianas, pórticos, celosías, vegetación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En fachadas E, O, SO, NO, combinados con vegetación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuidando de no obstruir vientos</li> </ul>
<b>Vegetación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De hoja caduca en todas las orientaciones. Muy densa en NE, E, SO, NO como control de ángulos solares muy bajos. SO, NO: árboles altos y densos</li> <li>• De hoja perenne: en orientación oeste y como barrera de vientos fríos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árboles altos, de follaje perenne para sombrear las vivienda y pavimentos en todas las orientaciones</li> <li>• De follaje denso en orientación suroeste, oeste, noroeste</li> <li>• Arbustos para control de ángulos de incidencia solar muy bajos evitando obstruir los vientos dominantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árboles de hoja perenne, altos, densos para sombrear edificios y espacios exteriores durante todo el año en todas las orientaciones. En el eje eólico: que filtren el viento y no lo interrumpan</li> <li>• Arbustos para control de ángulos solares bajos al SO, O, NO, E, NE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árboles de hoja caduca para sombrear en verano y asolear en invierno, de hoja perenne al suroeste, oeste y noroeste</li> <li>• Arbustos para protección solar</li> <li>• No bloquear vientos</li> </ul>

Bioclima templado	Bioclima templado seco	Bioclima semifrío seco	Bioclima semifrío	Bioclima semifrío húmedo
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitarlos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitarlos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitarlos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitarlos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitarlos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con fuentes o espejos de agua y vegetación de hoja caduca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con vegetación y fuentes o espejos de agua</li> <li>• Invernaderos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como invernaderos con ventilación en primavera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como invernaderos con ventilación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se requiere</li> <li>• Invernaderos secos adosados, S-SE, con ventanas operables a los espacios interiores</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En fachadas sur para evitar ganancias directas en primavera y verano</li> <li>• En otras orientaciones combinados con parteluces y vegetación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combinados con parteluces y remetimientos en ventanas</li> <li>• E-SE dimensión que deje pasar el sol por las mañanas</li> <li>• SO-oeste-NO dimensión que no deje pasar el sol todo el año</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En ventanas de fachada sur para evitar sobrecalentamiento en verano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En aberturas de fachada sur para evitar sobrecalentamiento en verano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se requieren</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio de transición entre espacios exterior e interiores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios de transición entre el exterior y los espacios cubiertos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios de transición entre el exterior y los espacios cubiertos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacios de transición entre el exterior y los espacios cubiertos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Espacio de transición entre el exterior y los espacios cubiertos</li> <li>• Vestibulos</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control solar en verano y primavera</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con dispositivos de control solar y ventanas operables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólo en espacios de uso diurno en orientación SE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sólo en espacios de uso diurno en orientación SE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se recomienda</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Combinados con aleros y vegetación en fachadas NE, E, NO, O</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En ventanas con orientación SO-O-NO</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En fachadas SO para evitar calentamiento en las tardes en primavera y verano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• En fachadas SO para evitar calentamiento en las tardes en primavera y verano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se requiere en ninguna orientación</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árboles de hoja caduca en rango S o NO</li> <li>• Árboles: de hoja perenne en orientación N</li> <li>• Arbustos: para controlar ángulos solares bajos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árboles de hoja caduca al este-sur-oeste</li> <li>• De hoja perenne en orientación norte</li> <li>• Arbustos para controlar ángulos de altura solar muy bajos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árboles de hoja caduca al NO-O-SO y sur</li> <li>• De hoja perenne al norte</li> <li>• Para protección solar</li> <li>• Árboles de hoja caduca: NO, O, SO y sur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De hoja perenne: norte y dirección vientos fríos y nocturnos</li> <li>• Control de ángulos de altura solar muy bajos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evitar que se sombreen los muros en todas las orientaciones</li> </ul>



Tabla 4.

**Recomendaciones para la ventilación**

Recomendación	Bioclima cálido seco	Bioclima cálido semihúmedo	Bioclima cálido húmedo	Bioclima templado húmedo
<b>Unilateral</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renovación del aire para condiciones higiénicas</li> <li>• Controlar los vientos fríos de invierno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aperturas operables a ambos lados</li> <li>• Organización lineal de los espacios con ventanas en el mismo eje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No es recomendable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A cualquier orientación</li> </ul>
<b>Cruzada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con ventanas operables que den a patios interiores y reciban los vientos de primavera y otoño</li> <li>• Controlar los vientos fríos de invierno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerrar los espacios abiertos de ventilación natural a la dirección de huracanes, ciclones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Óptima: en espacios habitables entre doble cubierta y entre piso y suelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con ventanas a los vientos dominantes, operables a ambos lados</li> <li>• Que el aire pase a nivel de los ocupantes</li> <li>• Proveer de canalizaciones de vientos en los espacios que no abren</li> </ul>
<b>Otras</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chimeneas eólicas</li> <li>• Turbinas eólicas (cebollas)</li> <li>• Captadores eólicos</li> </ul>	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inducida sifónica</li> <li>• Techumbre de succión</li> </ul>	—



### Bioclima templado

- Con ventanas operables de buen sellado
- Aberturas hacia patios interiores
- Que el aire pase a nivel de los ocupantes

- No se requiere
- Control de los vientos nocturnos y de invierno

### Bioclima templado seco

- Renovación de aire para condiciones higiénicas
- Evitar vientos fríos de invierno

- Con ventanas operables de buen sellado, orientadas para captar los vientos de verano, para enfriamiento y humidificación
- La brisa pase a nivel de los ocupantes

### Bioclima semifrío seco

- Con protección de vientos fríos de invierno y nocturnos
- Ventanas operables de buen sellado

- Mínima, que el aire pase por encima de los ocupantes
- Evitarla

### Bioclima semifrío

- Con control de vientos fríos, nocturnos y de invierno
- Con ventanas operables de buen sellado

- Mínima: el aire pase por encima de los ocupantes
- Evitarla

### Bioclima semifrío húmedo

- No hay requerimientos de orientación
- Ventanas operables de buen sellado
- Evitar vientos fríos

- Evitarla

- Indirecta por invernaderos secos



Tabla 5.

**Recomendaciones para las ventanas**

Recomendación	Bioclima cálido seco	Bioclima cálido semihúmedo	Bioclima cálido húmedo	Bioclima templado húmedo
<b>Ubicación en fachada según dimensión</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mínimas necesarias: en todas direcciones, Al S-SE para ganancia solar directa en invierno</li> <li>Evitar pérdidas de calor</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máxima para captar los vientos</li> <li>Mínimas para ventilación e iluminación en todas las fachadas</li> <li>Evitar ventanas al SO, O y NO</li> <li>Si se requiere acelerar la velocidad del aire, la salida debe ser 25% mayor que la entrada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máxima: al eje eólico</li> <li>Mínimas: opuestas al eje eólico</li> <li>Fachadas SO, O, NO, cerradas o vanos muy pequeños con control solar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Máxima, de donde viene el viento</li> <li>Operables</li> <li>De la mayor dimensión posible</li> <li>El área de la ventana de salida 25% de entrada</li> <li>Mínima en fachadas noroeste, oeste y suroeste</li> </ul>
<b>Ubicación según nivel de piso interior</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la parte media y baja del muro a nivel de los ocupantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la parte media y baja del muro</li> <li>Brisa sobre los ocupantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Al eje eólico en la parte media, baja del muro a nivel de ocupantes</li> <li>Opuestas al eje eólico: en la parte alta del muro</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>En la parte media baja del muro</li> <li>Que el aire pase a nivel de los ocupantes</li> </ul>
<b>Formas de abrir</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operables en espacios que den a patios y jardines de buen sellado</li> <li>No deben usarse persianas en ninguna orientación</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Operables en todas las fachadas</li> <li>Persianas, de abrir, pivote, celosías, de proyección o resbalón</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abatibles de proyección, banderolas, personas, celosías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Abatibles, corredizas de proyección, persianas</li> </ul>
<b>Protección</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mosquiteros, postigos exteriores</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mosquiteros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mosquiteros: persianas, celosías</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mosquiteros</li> </ul>

**Bioclima templado**

- Máxima: orientación E, SE, S para ganancia directa
- Menor 80% de superación de muro
- Mínimas: orientación N, NE, NO, O, SO

- Orientación E, SE, S en la parte media y baja del muro
- Que el aire pase a nivel de los ocupantes
- Orientación N, NE, NO, O, SO, en la parte alta del muro

- Abatibles, corredizas, de proyección, etc. de buen sellado
- No se recomiendan las persianas

- Mosquiteros
- Cortinas gruesas

**Bioclima templado seco**

- Máximas (menor del 80 % de superficie del muro) en las orientaciones E-S-SE para ganancia solar directa
- Mínima dimensión al N, NE, NO, O y SO

- E-SE-S a la altura del plano de las actividades
- Norte y dirección de vientos fríos, por encima del plano de las actividades

- En orientación E-SE-S abatibles, corredizas de proyección
- Norte-noreste-noroeste banderolas, etc.
- En ambos casos de buen sellado y fácilmente operables

- Cortinas gruesas
- Persianas, postigos

**Bioclima semifrío seco**

- Máxima al S-SE para ganancia solar directa
- Mínimas en fachadas N, NE, NO y O, para evitar vientos fríos

- Horizontal en la parte alta del muro para iluminación y ventilación
- Las partes operables por encima de los ocupantes

- Corredizas, abatibles, de proyección; con buen sellado
- Persianas no recomendables

- Evitar pérdida de calor
- Cortinas gruesas, postigos

**Bioclima semifrío**

- Máxima: (menor 80% de superficie de muro) Al eje térmico S-SE para ganancia solar directa.
- Mínimas: en fachadas N, NE, NO y O. En dirección a vientos fríos nocturnos de invierno

- Horizontales en la parte alta del muro para iluminación y ventilación
- Las partes operables por encima de los ocupantes

- Corredizas, abatibles, de proyección; de buen sellado
- Persianas no recomendables

- Evitar pérdidas de calor
- Cortinas gruesas, postigos

**Bioclima semifrío húmedo**

- Moderadas al S-SE, sin sombreados, 30 % superficie del muro
- Mínimas en la orientación N y NE
- Evitar grandes ventanales
- Recomendables de doble vidrio o aislante

- En la parte alta del muro para iluminación y ventilación
- Que el aire pase por encima de los ocupantes

- Abatibles, corredizas, etc.; de buen sellado
- Evitar persianas

- Mosquiteros resistentes a la humedad
- Cortinas gruesas, postigos, contra ventanas



Tabla 5.

**Recomendaciones para materiales y acabados**

Recomendación	Bioclima cálido seco	Bioclima cálido semihúmedo	Bioclima cálido húmedo	Bioclima templado húmedo
<b>Techumbre</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales que permitan retrasar la entrada de calor y amortiguar las temperaturas externas, lo más ancho posible</li> <li>• Cara exterior con materiales de baja densidad y conductividad térmica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con aislante térmico</li> <li>• Con ventilación, masivos</li> <li>• Sin ventilación y sombreados, ligeros de baja conductividad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De poca densidad y baja conductividad</li> <li>• Doble cubierta con paso de aire entre ambas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masivos con aislamiento térmico en la cara exterior</li> </ul>
<b>Muros exteriores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales que permitan retrasar la entrada de calor y amortiguar las temperaturas externas, con cámaras de aire o baja densidad</li> <li>• Cara exterior con materiales de poca conductividad térmica</li> <li>• Son recomendables los taludes y espacios semienterrados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con aislante térmico</li> <li>• Con ventilación, masivos</li> <li>• Sin ventilación y sombreados, ligeros y de baja conductividad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De poca densidad y baja conductividad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masivos</li> </ul>
<b>Muros interiores y entrepiso</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Materiales que permitan retrasar la entrada de calor y amortiguar las temperaturas externas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Con aislantes térmicos</li> <li>• Con ventilación, masivos</li> <li>• Sin ventilación y sombreados, ligeros de baja conductividad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ligeros, los muros de espesores mínimos son suficientes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masivos</li> </ul>
<b>Pisos exteriores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porosos que permitan la infiltración del agua al subsuelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masivos</li> <li>• Deben permitir el paso del agua al subsuelo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porosos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Antiderrapantes con buena pendiente</li> <li>• Cerámicos, pétreos</li> </ul>
<b>Color y textura de acabados exteriores</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Techos y muros de alta reflectancia</li> <li>• Colores: blanco y aluminio</li> <li>• Textura lisa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Muros y techos de alta reflectancia</li> <li>• Color, blanco, o aluminio brillante</li> <li>• Textura lisa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Techos y muros con alta reflectancia</li> <li>• Colores claros</li> <li>• Textura lisa</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay requerimientos especiales</li> </ul>

**Bioclima templado**

- Materiales que permitan almacenar calor y amortiguar las temperaturas externas, así como con baja conductividad para evitar las ganancias de calor

- Materiales que permitan almacenar calor y amortiguar las temperaturas externas

- Materiales que permitan almacenar calor y amortiguar las temperaturas externas

- Materiales porosos que retengan humedad
- Porosos, que permitan el paso del agua al subsuelo

- Techos y muros en orientación E, S, O, de baja reflectancia
- Color oscuro
- Textura rugosa

**Bioclima templado seco**

- De alta inercia térmica
- Masivos con relleno

- De alta inercia térmica
- Masivos, ciegos en las orientaciones SO-O-NO

- Masivos

- Porosos que absorban y retengan la humedad, permeables

- Techos y muros en orientación E-S-O de baja reflectancia
- Color oscuro
- Textura rugosa

**Bioclima semifrío seco**

- Masiva, horizontal con relleno

- Masivos de alta inercia térmica

- Masivos de alta inercia térmica

- Permeables que permitan la infiltración de agua al subsuelo

- Techos y muros del E-S-O con color y textura de baja reflectancia
- Color oscuro
- Textura rugosa

**Bioclima semifrío**

- Materiales que permitan almacenar calor y amortiguar las temperaturas externas

- Materiales que permitan almacenar calor y amortiguar las temperaturas externas

- Materiales que permitan almacenar calor y amortiguar las temperaturas externas

- Porosos que permitan la infiltración de agua al subsuelo

- Techos y muros en el E-S-O con color y textura de baja reflectancia
- Color oscuro
- Textura rugosa

**Bioclima semifrío húmedo**

- Masivos, materiales impermeables y resistentes a la humedad

- Masivos, materiales impermeables y resistentes a la humedad

- Masivos, materiales impermeables y resistentes a la humedad

- Masivos, materiales impermeables y resistentes a la humedad

- Techos de baja reflectancia, oscuros, tejas de barro
- Muros de baja reflectancia
- Colores medianos
- Textura rugosa



Tabla 7.

**Recomendaciones para el uso de la vegetación**

Recomendación	Bioclima cálido seco	Bioclima cálido semihúmedo	Bioclima cálido húmedo	Bioclima templado húmedo
<b>Árboles</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árboles de hoja caduca: de fronda densa y continua para sombrear edificios y pavimentos, obstruir el viento, enfriar e incrementar la humedad del aire</li> <li>• Árboles de hoja perenne: como control de vientos fríos y sol del oeste</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perennes</li> <li>• Como dispositivos de protección solar en todas las orientaciones</li> <li>• Como canalizadores del viento</li> <li>• Que no obstruyan los vientos dominantes</li> <li>• Que sombreen viviendas y piso exteriores incluso en invierno</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árboles de hoja perenne: altos, densos, que sombreen edificios, en todas las fachadas y los espacios exteriores</li> <li>• Al eje eólico: que dejen pasar vientos dominantes, como catalizadores de vientos, como barreras contra nortes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De hoja caduca para sombrear en verano y asolear en invierno</li> <li>• De hoja perenne en orientación suroeste, oeste, noroeste</li> <li>• Como canalizadores de viento</li> <li>• Que no obstruyan los vientos dominantes</li> </ul>
<b>Arbustos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hoja caduca: en todas las orientaciones</li> <li>• Como control de vientos fríos</li> <li>• Como control de ángulo solares bajos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perennes</li> <li>• Ubicados que no obstruyan el viento, ni incrementen la humedad</li> <li>• Como canalizadores de viento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perennes: para control de ángulos solares bajos, como conductores de vientos</li> <li>• Que no obstruyan los vientos dominantes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Como protección solar</li> </ul>
<b>Cubresuelos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especies con el mínimo requerimiento de agua</li> <li>• Enredaderas: sobre muros, pérgolas y pórticos al E y S, de hoja caduca</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especies con el menor requerimiento de agua</li> <li>• En la dirección donde vienen los vientos y todas las orientaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajos, en la dirección del viento</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No hay requerimientos particulares</li> </ul>

Tabla 8.

**Recomendaciones para el uso de sistemas complementarios de climatización**

Recomendación	Bioclima cálido seco	Bioclima cálido semihúmedo	Bioclima cálido húmedo	Bioclima templado húmedo
<b>Equipos auxiliares de climatización</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• De calentamiento convencional que complemente el diseño bioclimático</li> <li>• Sistemas de enfriamiento mecánico, para las épocas más cálidas del verano</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventilación mecánica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Extracción mecánica del aire y humedad, para los momentos de máximo calor (verano)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ventiladores eléctricos de plafón</li> </ul>

### Bioclima templado

- De hoja caduca: en rango S-NO como control de soleamiento
- De hoja perenne: al norte como barrera de vientos fríos

- Como control de ángulos solares muy bajos y de vientos fríos

- Especies con menor requerimiento de agua

### Bioclima templado seco

- De hoja caduca al oeste, suroeste, sur, para sombrear en verano y canalizar vientos en meses cálidos
- De hoja perenne al norte, como barreras de vientos fríos

- De hoja caduca en patios interiores
- Al norte como barreras de vientos fríos

- En patios y jardines especies con mínimo requerimiento de agua

### Bioclima semifrío seco

- De hoja caduca al noroeste, oeste, suroeste, sur
- Como control de soleamiento
- De hoja perenne al norte y como barreras de vientos fríos

- De hojas caduca
- Como protección solar al sureste a suroeste

- Especies con el menor requerimiento de agua; SE a SO

### Bioclima semifrío

- De hoja caduca: NO, O, SO, S
- Como control de asoleamiento
- De hoja perenne al norte y como barrera de vientos fríos y nocturnos

- De hoja caduca
- Como control de ángulos solares muy bajos en rango SE a SO

- Especies con el menor requerimiento de agua SE a SO

### Bioclima semifrío húmedo

- De hoja caduca, que no sombreen viviendas ni fachadas
- De hoja perenne, como barreras de vientos fríos

- Como barreras contra vientos

- No hay requerimientos particulares

### Bioclima templado

- No se requieren

### Bioclima templado seco

- No se requieren

### Bioclima semifrío seco

- No se requieren

### Bioclima semifrío

- No se requieren

### Bioclima semifrío húmedo

- No se requieren

---

**guía**conafovi

anex**odos**



Bibliografía



Auliciems (1981) Towards a psicho-physiological model of thermal perception. *International Journal of Biometeorology*, Vol. 25, pp. 109-122

ASHRAE, 1993, Fundamentals Handbook, USA.

Díaz R. y Barrueto V. M. (2005). *Estufas eficientes de leña*, Notas de curso, Ed. La ANES, Chiapas, México.

Fanger, P. O. *Thermal Comfort, Analysis and applications in Environmental Engineering*. Copenhagen: Danish Tech Press.

Fernández, A. y Morillón, D. (1997). Ganancia térmica en las techumbres más utilizadas para vivienda social. *Revista Energía Racional del FIDE, informativa del ahorro de energía eléctrica* (pp.31-35). México, D.F.

Givoni, B. (1976), *Man, Climate and Architecture*, Applied Science Pub., Inglaterra.

King, D. (1994). *Acondicionamiento bioclimático*, UAM-Xochimilco, México.

Koenigsberger, Ingersoll, Mayhew, Szokolay (1977). *Vivienda y edificios en zonas cálidas y tropicales*, Ed. Paraninfo, Madrid, España.

Mesa A. y Morillón D. (1997). Parámetros que intervienen y se interrelacionan para definir la zona de confort higrotermico, dentro de un ambiente arquitectónico, diseñado para la práctica de actividades deportivas. *Memorias de ANES*, Chihuahua, México.

Morales L. (2005) Resultados del Programa ASI, Congreso de la Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en Edificios, México

Moreno Tovar, M de J. (2003) *Recomendaciones bioclimáticas para la arquitectura en la ciudad de Comitán de Domínguez, Chiapas*. Tesina para obtener el diploma de Especialización en Tecnologías Alternas para el Hábitat. México: Facultad de Arquitectura, UACH, Tuxtla Gutiérrez, Chis.

Morillón, G. D. (1993). *Bioclimática, sistemas pasivos de climatización*. México: Universidad Autónoma de Guadalajara.

Morillón, G. D. (1991). Recomendaciones bioclimáticas para el diseño de la ciudad de Zacatecas, en *Memorias de la XV Reunión Nacional de Energía Solar*. México: ANES, Zacatecas.

Morillón D. (1996). Diseño bioclimático. Una arquitectura adecuada al clima. *Revista Enlace*, año 6, No. Ed. Colegio de Arquitectos de la ciudad de México y Federación de Colegios de Arquitectos de la República Mexicana, México.

Morillón, D., López, J. M. A. y Rodríguez, L. (1998). Efecto del tamaño de las ventanas de la vivienda en el consumo de energía eléctrica, en *Memorias del XIX Seminario Nacional sobre el Uso Racional de la Energía* (pp. 437-447). México, D. F.



Morillón, D. (1999)., *Arquitectura Bioclimática en México, Revista del Taller Internacional de Arquitectura Bioclimático*. Argentina: ASADES.

Morillón, D. y Rodríguez V. L. (2000). Normas Mexicanas para la Eficiencia Energética en Edificaciones: Diseño Térmico de la Envolvente. *Memorias de la Conferencia Internacional sobre Confort y Comportamiento Térmico de Edificaciones*. Venezuela: Universidad de Zulia, pp. 307-312.

Morillón, D. (2000). Metodología para el diseño bioclimático, *Memorias del Millennium Forum Solar*. Organizado por la International Solar Energy Society y ANES, México.

Morillón, D. (2002). *Arquitectura Bioclimática, Revista Obras*, México, D.F.

Morillón, G. D. (2004). *Atlas del bioclima de México, II*. México: UNAM.

Morillón, G. D. y Mejía, D. (2004). *Modelo para diseño u evaluación del control solar en edificios, II*. México: UNAM.

Morillón, G. D. (2005). *Recomendaciones bioclimáticas para diseño arquitectónico y urbano: Estudios aplicables en Chihuahua, Cd. Juárez, Región Lagunera y Durango*. México: CFE-PAESE.

Olgay, V. (1963). *Design with climate*. USA: Princeton University.

Secretaría de Energía (2004). *Balance Nacional de Energía 2003*. México: Sener.

Sheinbaum, C. (1996). *Tendencias y perspectivas de la energía residencial en México: Análisis comparativo con las experiencias de conservación y eficiencia de los países de la OCDE*. México: PUE-UNAM.

West, P. Luciel (1991). Obstrucción, encauzamiento y filtración del viento por medio de la vegetación, en *Memorias de Primer Encuentro Nacional de Diseño y Medio Ambiente* (pp. 71-76). México: Universidad de Colima.

[www.cfe.gob.mx/es/InformacionAlCliente/ahorrodeenergia/](http://www.cfe.gob.mx/es/InformacionAlCliente/ahorrodeenergia/)

[www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx)

[www.fide.org.mx](http://www.fide.org.mx)



## Grupo de trabajo

### **Comisión Nacional de Fomento a la Vivienda**

Sr. Carlos Gutiérrez Ruiz

Coordinación:

### **Dirección General de Fomento al Crecimiento del Sector Vivienda**

Arq. Evangelina Hirata Nagasako

Arq. Cristina González Zertuche

Lic. Rosa María Escobar Briones

### **Asociación de Empresas para el Ahorro de energía en la Edificación, A.C.**

Arq. Jenny Tardán Waltz

### **Instituto de Ingeniería - UNAM**

Dr. David Morillón Gálvez

### **SEMARNAT**

Arq. Gloria García Fonseca

Soc. Túpac Huriata Alcáuter Montero

### **FOVISSTE**

Ing. Gustavo Fernández Díaz de León

Ing. Eduardo Alexander Fierro

Arq. Felix Nieto Cortés

### **CFE**

Ing. Enrique Vargas Nieto

Ing. Octavio Rivera Hernández

Ing. Adrián Valera Negrete

### **FIDE**

Lic. José Antonio Urteaga Dufour

Ing. Juan Rubén Zagal León

### **LFC**

Ing. Jaime Luna Traill

Ing. Hipólito Bernal Sánchez

### **INE**

Biol. Julia Martínez Fernández

M.I. Israel Laguna Monroy



**Guía para el uso eficiente  
de la energía en la vivienda**  
se terminó de imprimir en el mes  
de mayo de 2006. La edición  
consta de mil ejemplares.

El diseño editorial estuvo a  
cargo de Arroyo+Cerda, S.C.