



Asociación de Empresas para el Ahorro de la Energía en la Edificación, A.C.

Edificios cero energía

Borrador

Preparado por ENTE SC

Octubre de 2009

AEAEE es la Asociación de Empresas para el Ahorro de la Energía en la Edificación, A.C., creada en 2003 por empresas privadas y organismos públicos mexicanos, todos líderes en el sector de la eficiencia energética aplicada a las envolventes térmicas de las edificaciones no-residenciales y vivienda.

OBJETIVOS AEAEE

- Desarrollar el mercado para las envolventes térmicas en México
- Incrementar la participación de mercado para los productos y servicios de los socios.
- Promover la eficiencia energética en la edificación con un costo-beneficio para los usuarios
- Fomentar la cultura del ahorro de energía
- Desarrollar el confort en las edificaciones para reducir el consumo de la energía eléctrica, de gas, y de otros combustibles
- Lograr la reducción de las emisiones de gases efecto invernadero
- Cabildeo para ciertas medidas legislativas específicas que resultaran en mejores productos y servicios de eficiencia energética en la edificación.

SOCIOS AEAEE 2005

- AMERICAN FOREST AND PAPER ASSOCIATION
- AISLANTES MINERALES, ROLAN, SA DE CV
- ARMACELL, INC
- BASF MEXICANA, SA DE CV
- CEMEX CONCRETOS, SA DE CV
- CORPORACION GEO, SA DE CV
- *COMISION NACIONAL PARA EL AHORRO DE LA ENERGIA*
- DOW QUIMICA DE MEXICO, SA DE CV
- *ENTE, S.C.*
- GALVAK, SA DE CV
- GRUPO URBI, SA DE CV
- GRUPO METAL INTRA, SA DE CV
- *INE, INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA*
- MEXALIT INDUSTRIAL, SA DE CV
- OWENS CORNING DE MEXICO, SA DE CV
- POLIOLES, SA DE CV
- VITRO – VIDRIO PLANO, SA DE CV

INDICE

		Página
		3
I	Introducción	
II	La importancia de los inmuebles como consumidores de energía	3
III	La creciente importancia del espacio construido en México como usuario de energía	3
IV	Los edificios cero energía	5
V	Los elementos que se requieren para edificios cero energía	6
VI	Hacia edificios Cero Energía en México	9
	Referencias	11

I. Introducción

Es la intención de la **Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación (AEAE)** la de identificar las principales necesidades de información, de investigación, de promoción y de política pública que sirvan para ubicar en su justa medida el peso energético en la búsqueda del confort en los espacios construidos e inducir la inversión en materiales y elementos constructivos en las envolventes que reduzcan el consumo de energía y que sean rentables no solo desde la perspectiva de los usuarios sino también de la sociedad.

Por lo mismo, para la AEAE es fundamental el establecer las tendencias de los métodos constructivos y de los mercados inmobiliarios, y definir las estrategias a seguir para evitar que el creciente mercado de la edificación tenga efectos negativos en la economía nacional, en su medio ambiente y en su independencia energética.

Con este propósito se ha elaborado este documento en el cual, de manera resumida, se explica lo que significan e implican los edificios Energía Cero y se perfilan algunos elementos particulares a considerar y desarrollar en México para su desarrollo y realización.

II. La importancia de los inmuebles como consumidores de energía.

De los conjuntos de instalaciones consumidoras de energía (en particular electricidad) el de los edificios o inmuebles, entendiendo como esto a los espacios en los que vive la gente y en la que se desarrollan muchas de sus actividades cotidianas, es de los más importantes.

En el mundo desarrollado se ha definido a los edificios como importantes usuario de energía, comparándose en importancia con el transporte [1]. De acuerdo a la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo relativa a la eficiencia energética de los edificios “el sector de la vivienda y de los servicios, compuesto en su mayoría por edificios, absorbe más del 40 % del consumo final de energía en la Comunidad y se encuentra en fase de expansión, tendencia que previsiblemente hará aumentar el consumo de energía y, por lo tanto, las emisiones de dióxido de carbono” [2].

Por lo mismo, de acuerdo con un informe reciente del IPCC, los edificios representan la mayor oportunidad para lograr reducciones considerables de las emisiones de CO2 [3].

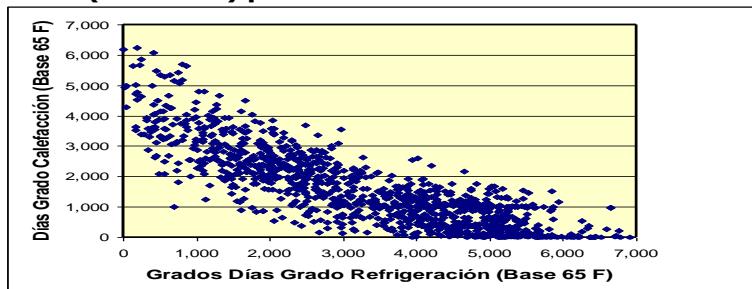
Igualmente, el sector de la edificación presenta grandes oportunidades de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero. En su cuarto informe de evaluación, el IPCC señala que alrededor de 30 por ciento de las emisiones mundiales previstas de gases de efecto invernadero en el sector de la edificación se podrán evitar para 2030 con un beneficio económico neto. Según el informe, limitar las emisiones de CO2 también mejoraría la calidad del aire en interiores y exteriores, favorecería el bienestar social y aumentaría la seguridad energética.

III. La creciente importancia del espacio construido en México como usuario de energía.

En México, por la posición geográfica de su territorio, predomina el clima cálido. Un análisis realizado por la AEAE en 2006 y donde se estiman los grados día¹ a partir de las Normales Climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional muestra un predominio de puntos con valores altos de Grados Día de refrigeración respecto de los que corresponden a calefacción (Fig. 1) [4].

¹ Los Grados Día (Degree Days) son un referente del peso que tiene la temperatura exterior sobre las necesidades de confort de un espacio interior sobre las necesidades de confort en un espacio interior en una localidad dada. Los Grados Día se calculan partir de mediciones diarias de temperatura y se establecen como la diferencia algebraica, expresada en grados, entre la temperatura media de un día determinado y una temperatura de referencia.

Figura 1. Grados día calefacción y refrigeración (Base 65 F) para 1170 localidades de México



Fuente: ENTE SC con datos de las Normales climatológicas del Servicio Meteorológico Nacional

Esta circunstancia se refleja en la necesidad de sistemas de refrigeración de espacios para las edificaciones, lo cual se logra por distintos medios, desde los característicos de la llamada arquitectura vernácula hasta las soluciones modernas que utilizan equipos que controlan y manejan la temperatura, humedad y flujo del aire que entra a los espacios construidos.

A su vez, la evolución de la economía de México ha ido ampliando las necesidades, las dimensiones y el contexto de los espacios donde se realizan las actividades económicas. Así se tiene que cada vez una mayor parte de la población vive en centros urbanos y pasa más tiempo en espacios que concentran cada vez más actividad, empujando al uso generalizado de sistemas que, utilizando energía, proveen de ese confort.

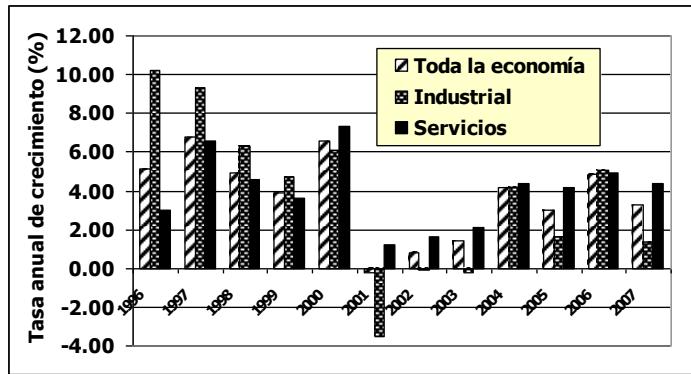
Igualmente, en México los nuevos centros de actividad económica se ubican particularmente en regiones de clima cálido, donde son mayores la necesidades energéticas para cumplir con las necesidades de confort térmico de los ocupantes.

Así, en México crece la necesidad de vivienda en zonas de climas extremos y se multiplican los inmuebles asociados a actividades del sector dedicado a los servicios, como lo son almacenes, oficinas, escuelas, hospitales, hoteles, bancos y restaurantes.

Por su parte, en el sector residencial se perfila un crecimiento significativo ya que los programas gubernamentales apuntan a un crecimiento muy importante de la vivienda. De acuerdo a las proyecciones para la tercera década del siglo, en México habrá más de 40 millones de hogares, lo que implica, para casi cualquier escenario, que deberán de financiarse y construirse cada año entre 700,000 y un millón de viviendas.

A su vez, y de acuerdo a las estadísticas económicas nacionales, el sector terciario (o de servicios y que funciona en inmuebles) tiene una creciente importancia. Esto se hace evidente en el crecimiento del Producto Interno Bruto (PIB), donde el del sector servicios ha crecido más que el del sector industrial desde el año 2000. Lo mismo ha ocurrido respecto del PIB de toda la economía (Fig. 2).

Figura 2. Tasas de crecimiento anual de PIB nacional y de PIB correspondiente a sectores industrial y de servicios [5].



Este proceso ha llevado a que, en México, el consumo de energía eléctrica de los edificios de uso residencial y comercial resulte mayor que el consumo de energía eléctrica en instalaciones industriales [6].

IV. Los edificios cero energía

Un tema relacionado directamente a los edificios y su consumo de energía sobre el cual se ha venido incrementando el interés en el mundo desarrollado es el de los llamados edificios cero energía.

El Departamento de Energía de los Estados Unidos refiere que los edificios Cero Energía son aquellos que combinan elementos de construcción y equipos con nivel de estado del arte con sistemas de aprovechamiento de energía renovable ya existentes en el mercado y que resultan en un consumo neto de Cero Energía del proveedor de energía. Igualmente, considera que los hogares de energía cero tienen un número de ventajas [7]:

- **Confort mejorado.** Un edificio eficiente con pocas oscilaciones de su temperatura interior.
- **Confiabilidad.** Un hogar autosuficiente en energía puede estar diseñado para seguir funcionando aun durante los apagones.
- **Seguridad económica.** Un hogar que produce energía protege a su dueño de las oscilaciones en los precios de la energía.
- **Sustentabilidad ambiental.** Menor impacto ambiental por el uso de energía proveniente de combustibles fósiles que resulta en emisiones de gases de efecto invernadero.

Existen, en la práctica, varias definiciones puestas en práctica de lo que es un edificio cero energía. Algunas de ellas se refieren a que los edificios generan tanta energía como la que consumen; otras a que tienen un balance cero respecto de lo que reciben de la red eléctrica en un plazo dado; y otras más lo refieren a un balance cero respecto de emisiones de carbono relacionadas a la energía.

En general, se identifican las siguientes definiciones para edificios Cero Energía[8]:

- **Cero uso neto con generación en el edificio.** En este caso la cantidad de energía requerida por el edificio es provista por energía renovable y es obtenida en el propio edificio.
- **Cero uso neto con energía renovable de la red.** En este caso la energía que requiere el edificio de la red eléctrica proviene de energía renovable. Esta situación es aplicable donde las empresas eléctricas ofrecen, como producto diferenciado, electricidad proveniente 100% de energía renovable o, como en el caso de México, cuando toda la

electricidad es autoabastecida a partir de plantas de generación 100% de energía renovable.

- **Cero uso neto incluyendo la red eléctrica.** En este caso se considera la energía usada para transportar la energía al edificio, es decir, toma en cuenta las pérdidas de transmisión y distribución, por lo que estos edificios deben generar más electricidad que la red energética (hasta 20% más).
- **Cero emisiones de carbono.** Bajo esta definición, el uso del combustible fósil para generar la electricidad que llega de la red es balanceado por la cantidad de energía renovable que el edificio produce. Otras definiciones incluyen no solo las emisiones de carbono generadas por el uso del edificio, e incluyen a las generadas en su construcción y las de la energía utilizada para producir los materiales que lo componen. Hay también quienes incluyen a las emisiones de carbono por transporte a y desde el edificio [9].
- **Costo cero de la red.** Esta definición se hace en función de los flujos de dinero donde el costo de la compra de energía está balanceado por lo que se obtiene (en los lugares donde esto es posible) de las ventas de electricidad generada en el sitio a la red eléctrica.
- **Fuera de red.** Los edificios fuera de la red son los que se sostienen por sí mismos. Estas construcciones requieren generación de energía renovable y capacidad de almacenamiento de energía.

De acuerdo al Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL por sus siglas en inglés) una buena definición de edificio Cero Energía debe buscar primero la eficiencia energética y entonces buscar alternativas de energía renovable (Tabla 1) [10].

Tabla 1. Jerarquía en las opciones de energía renovable para edificios de Cero Energía [10].

Número de la opción	EEC Opciones del lado de la oferta	Ejemplos
0	Reducir el uso de energía en el sitio a través de tecnologías para uso de energía bajo	Uso de luz natural, equipo de HVAC de alta eficiencia, ventilación natural, etc.
Opciones de suministro energético en el sitio		
1	Usar energía renovable disponible en el espacio ocupado por el edificio	FV, calentadores solares de agua y viento localizado en el edificio
2	Usar energía renovable en el terreno donde se ubica el edificio	FV, calentadores solares de agua y viento localizados en un punto separado del edificio
Opciones de suministro energético fuera del sitio		
3	Usar fuentes de energía rentable disponibles fuera del sitio para generar en el sitio	Biomasa, “pellets” de madera, etanol, biodiesel o flujos de residuos ubicados en el sitio que pueden ser usado en el sitio para generar electricidad y calor
4	Comprar energía renovable de fuera del sitio	Generación de la empresa eléctrica expresamente “verde”

En esta dirección, en 2005 el Instituto Estadounidense de Arquitectos dio a conocer el Desafío 2030, que plantea un objetivo y un calendario que los edificios neutros en carbono han de cumplir hacia 2030. El Instituto Real de Arquitectura de Canadá, el Consejo de Alcaldes de Estados Unidos y el Consejo Internacional para las Iniciativas Locales Ambientales (ICLEI por sus siglas en inglés) se han sumado a esta iniciativa. Asimismo, más de 650 ciudades de Estados Unidos la han adoptado [9].

V. Los elementos que se requieren para edificios cero energía

De manera general, son dos los conjuntos de elementos genéricos que permiten que, en cualquiera de sus formas y clasificaciones, los edificios puedan ser cumplir con las condiciones que justifiquen el llamarlos de cero energía: (1) los relacionados a la eficiencia energética y (2) los relacionados al uso de energía renovable.

En la medida en que es mucho más económica la inversión en eficiencia energética que en la tecnología de aprovechamiento de energía renovable, es siempre recomendable buscar disminuir al mínimo el consumo antes de identificar y dimensionar el sistema que puede alimentarse de energía renovable.

Estos tres elementos genéricos se aplican, a su vez y de manera combinada, en tres momentos distintos del proceso de realización de los edificios:

- En el diseño arquitectónico
- En la especificación de los materiales y equipos
- En la contratación con la empresa eléctrica.

En el diseño arquitectónico.

El momento más importante en el proceso de lograr un edificio Cero Energía es al principio del mismo, es decir, cuando se diseña.

Un buen diseño que logra bajas necesidades de energía tiene una geometría y orientación que aprovecha, para las distintas estaciones del año y momentos del día, la energía solar que llega al edificio y que sirve para iluminar, calentar el aire interior y calentar el agua. Igualmente, aprovecha las corrientes naturales de aire para proveer de ventilación o para mover calor y/o frío dentro y fuera de la envolvente. Así, la luz y el calor solar, las brisas que prevalecen y el fresco de la tierra debajo de un edificio, proporcionan luz de día y las temperaturas interiores estables.

Por otro lado, la necesidad de energía para operar el edificio se minimiza aún más al integrar en el momento del diseño materiales de envolvente que evitan la entrada de calor cuando no es necesario, que evitan su salida cuando el calor se necesita al interior, que permiten la entrada de luz sin ganar calor y que tienen la inercia térmica adecuada para dar niveles estables de confort.

En función de la complejidad en el funcionamiento de un edificio, el cual está determinado por elementos externos como el clima, de elementos internos como el comportamiento de quienes lo habitan, de la interacción térmica de los diversos elementos de la envolvente, y de las señales económicas que pueden representar precios diferenciados de la energía, es necesario tener herramientas de análisis computarizado para hacer esto posible.

En la especificación de los materiales y equipos.

Lograr un edificio Energía Cero implica un uso adecuado de materiales, equipos y sistemas que ya están disponibles hoy en el mercado.

Estas tecnologías pueden clasificarse en cuatro categorías generales:

- Materiales

- Equipos que usan energía
- Equipos que proveen de energía a partir de energía renovable
- Sistemas de control

Materiales

Los materiales que comprenden la envolvente son fundamentales y se pueden agrupar bajo dos categorías en función de su transmisión de la luz: opacos y translúcidos.

- **Elementos opacos.** Los elementos opacos son muy importantes en regiones donde la temperatura externa es mayor o menor a la temperatura de confort durante largos períodos. Así, los lugares cálidos o fríos en una estación o a lo largo de todo el año, requieren de materiales con capacidades de aislamiento térmico que evitan ganancias o pérdidas de calor que, de otra manera, se logran con equipos que usan energía. Estos materiales ya existen en el mercado y se presentan en una gran variedad de formas.
- **Elementos transparentes.** Los elementos transparentes permiten que se tenga luz cuando es de día pero también tienen la capacidad (en particular los vidrios dobles) de funcionar como aislamiento térmico. Igualmente, ya existen en el mercado sistemas que utilizan vidrios dobles con características especiales que permiten el paso de la luz mientras restringen el paso del calor que llega con la radiación solar. Estos materiales transparentes ya existen en el mercado y existe ya una variedad de ejemplos de aplicación en México.

Equipos que usan energía

Para los equipos que usan energía para proveer de los servicios energéticos que son necesarios en un edificio (como luz, calor, frío y/o entretenimiento) lo que se requiere es alta eficiencia energética. En el mercado existen ya una variedad significativa de equipos y sistemas que representan un consumo de una fracción de lo que consume un equipo convencional.

- **Iluminación.** Estas incluyen lámparas compactas fluorescentes, LEDs y balastros electrónicos.
- **Ventilación y aire acondicionado.** Esto incluye equipos de ventilación con motores de alta eficiencia, sistemas tipo *split* y equipos de alta eficiencia (alto SEER).
- **Refrigeración.** Esto se refiere en particular a refrigeradores de alta eficiencia, pero también a su adecuado dimensionamiento a las necesidades de quienes ocupan el edificio.
- **Agua caliente.** En este caso lo que se considera son calentadores de agua de paso con encendido electrónico.

Equipos que proveen de energía a partir de energía renovable

Existen equipos que aprovechan los flujos de energía renovable *in situ* ya sea para calentar agua y aire y/o para generar electricidad. En particular se manejan tres tecnologías:

- **Calentadores solares.** Convierten directamente la energía solar en calor para ser transmitido al agua para los baños o al aire para la calefacción. Estos sistemas operan en cualquier localidad.
- **Sistemas fotovoltaicos.** Convierten directamente la energía solar en electricidad. Estos sistemas operan en cualquier localidad.

- **Aerogeneradores.** Aprovechan los flujos de viento en el sitio. Estos sistemas operan en localidades con condiciones de viento favorables.

Sistemas de control

Además de los materiales y los equipos, el uso de sistemas de control permite optimizar el uso de los equipos e, inclusive, los flujos de aprovechamiento de energía renovables.

- **Controles por niveles.** Estos sirven para encender o apagar equipos de acuerdo a parámetros relacionados a niveles de, por ejemplo, iluminación, temperatura y humedad.
- **Controles discretos.** Estos sistemas encienden y/o apagan equipos de acuerdo a la existencia o no de algún evento. En este rubro entran los sensores de presencia.
- **Relojes.** Estos encienden y apagan todo tipo de equipos de acuerdo a un horario y a un calendario.

Estos sistemas, a su vez, pueden estar integrados a procesadores integrados que son operables a distancia.

En la contratación con la empresa eléctrica.

Para quienes tienen que comprar energía renovable fuera del sitio para cubrir las necesidades energéticas del edificio existe, en lagunas partes del mundo, un servicio diferenciado que ofrece "Energía Verde".

En la actualidad, particularmente en el mercado eléctrico de los Estados Unidos, se distinguen tres distintas formas de esta estrategia [11]:

- **Electricidad Verde.** Esta alternativa es la que corresponde a mercados desregulados donde existe competencia y el producto es ofrecido por actores diferentes a la empresa eléctrica que controla la distribución en una zona geográfica.
- **Precio Verde.** Esta es la opción que ofrecen las compañías eléctricas reguladas, aquellas que operan como monopolios verticalmente integrados.
- **Certificados de Energía Renovable.** Estas son opciones de energía renovable ofrecidas por cualquiera en cualquier mercado, sin límites geográficos. Específicamente, pagan (y, por lo tanto, dan reconocimiento a quienes los compran) un conjunto de atributos asociados a la generación de electricidad a partir de ER. Estos certificados pueden comercializarse donde exista la demanda, ya que no están limitados por leyes eléctricas.

Hacia edificios Cero Energía en México

En México se presentan la mayoría de las condiciones que se requieren para que, en el futuro, existan y crezcan significativamente los edificios cero energía.

- **Tecnología.** En México ya están disponibles y a precios de mercado internacional, los materiales, los equipos de uso final y los equipos de aprovechamiento de energía renovable. En muchos sentidos, su generalización depende de aumentar su demanda, no de su disponibilidad.
- **Prácticas de diseño.** Sin ser un fenómeno generalizado, en México ya existen grupos de diseñadores capaces de integrar los elementos necesarios para un edificio energía cero. En su caso, será necesario ampliar esta capacidad.

- **Herramientas de cómputo especializadas.** Dado que el diseño de edificios energía cero requiere de capacidad de simulación de sistemas dinámicos, la existencia de profesionales y empresas con esta capacidad es indispensable. En el caso de México, ésta es pequeña y requiere ampliarse notablemente.
- **Contratos de interconexión.** En México existe la posibilidad, para sistemas de menos de 30 kW, de intercambiar energía con la red y tener un balance cero con la empresa eléctrica. Esto implica que esto es posible en el sector de la vivienda donde la demanda de electricidad por edificio es pequeña.

Sin embargo, hace falta que se tengan algunos elementos que no se presentan en México:

- **Oferta de “energía verde”.** Para los edificios que no generan suficiente energía renovable para cubrir sus necesidades energéticas, en México no existe oferta de “energía verde” de las empresas eléctricas. En su caso, esto puede ser posible a través del autoabastecimiento,² lo cual solo tiene sentido económico para grandes demandas de electricidad.

También es importante considerar algunas particularidades del espacio construido en México, esto en la perspectiva de que el concepto de Edificios Energía Cero es un concepto manejado en países desarrollados del Hemisferio Norte que tienen inviernos con temperaturas muy bajas.

En este sentido se anotan las siguientes:

- **Clima.** En México, como se ha señalado arriba, predominan los climas templado y cálido seco y húmedo, por lo que las estrategias tienen una mayor orientación hacia las necesidades de refrigeración y ventilación que a las de la calefacción.
- **La localización geográfica.** México se encuentra ubicado, en la mayoría de su territorio, abajo del Trópico de Cáncer, lo que da como resultado un régimen de insolación más parejo y una intensidad alta de insolación.
- **Las prácticas constructivas.** En México predomina la construcción en ladrillo y cemento, lo cual es un elemento al considerar materiales alternativos que ya sea los complementen o los sustituyan.
- **Las altas necesidades de vivienda.** El hecho de que se tenga un déficit de varios millones de viviendas determina que cualquier estrategia orientada a la generalización de viviendas Cero Energía pasa por considerar los procesos de construcción en serie y sus costos.
- **Las necesidades energéticas de los hogares mexicanos.** A diferencia de lo que ocurre en los países desarrollados, en México los consumos de energía tienden a ser menores, esto en la medida de que algunas necesidades se cubren sin energías convencionales (como puede ser el secado de ropa) o las exigencias de confort son distintas.

² De acuerdo a la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica se refiere al autoabastecimiento de energía eléctrica destinada a la satisfacción de necesidades propias de personas físicas o morales.

REFERENCIAS

1. EIA. *Total Primary Energy Use by Sector*. 2000 [cited 2009 1 septiembre]; Available from: <http://www.eia.doe.gov/emeu/efficiency/aceee2000figure1.html>.
2. Parlamento Europeo, *Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios*, C. Europea, Editor. 2002, Diario Oficial de las Comunidades Europeas. p. 7.
3. IPCC, *Institutional Efforts for Green Building in the United States and Canada*, O.R.D. B. Metz, P.R. Bosch, R. Dave y L.A. Meyer, Editor. 2007: Reino Unido y Nueva York.
4. AEAEE, *Grados día y zonas climáticas para poblaciones con más de 100 mil habitantes*. 2006, Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación: Mexico DF. p. 14.
5. INEGI. *Producto Interno Bruto Trimestral*. 2008 [cited 24 de agosto de 2008]; Available from: <http://dgcnesyp.inegi.org.mx/cgi-win/bdieintsi.exe/NIVA050010004000700230#ARBOL>.
6. AEAEE, *Ahorro de Energía en la Edificación en México*. 2008, Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación., p. 20.
7. DOE, *Moving Toward Zero Energy Homes*. 2003. p. 2.
8. Wikipedia. *Zero-energy building*. [cited 2009 1 de octubre]; Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Zero-energy_building.
9. CCA, *LA EDIFICACIÓN SUSTENTABLE EN AMÉRICA DEL NORTE: Oportunidades y Retos*., C.p.I.C. Ambiental, Editor. 2008, Comisión para la Cooperación Ambiental,: Montreal, Canada. p. 80.
10. P. Torcellini, et al., *Zero Energy Buildings: A Critical Look at the Definition*. 2006, National Renewable Energy Laboratory. p. 15.
11. de Buen O., *Mercado de Energía Verde en México: antecedentes y propuesta*. 2002, CONAE.