



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

---

---

PROGRAMA DE MAESTRIA Y DOCTORADO EN  
INGENIERIA

FACULTAD DE INGENIERIA

MECANISMOS FINANCIEROS APLICABLES AL IMPULSO DE LA  
VIVIENDA SUSTENTABLE

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN INGENIERIA**

INGENIERÍA CIVIL - CONSTRUCCION

P R E S E N T A :

**ARQ. FELICITAS HERNANDEZ ROMAN**

TUTOR:

**M.I. MARCO TULIO MENDOZA ROSAS**

2009





Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: M.I. Salvador Díaz Díaz  
Secretario: Dr. Jesús Hugo Meza Puesto  
Vocal: M.I. Marco Tulio Mendoza Rosas  
1er. Suplente: Ing. Luis Zarate Rocha  
2do. Suplente: Ing. Luis Armando Díaz Infante Chapa

Lugar o lugares donde se realizó la tesis:

Facultad de Ingeniería. UNAM

**TUTOR DE TESIS:**

M.I. Marco Tulio Mendoza Rosas

---

**FIRMA**

## AGRADECIMIENTOS

A Ernesto,

A mis queridos padres, hermanas, Luis, sobrinas y sobrinos,

A los amigos de siempre y de ahora,

A Mauricio, Olivia, María Paula, Andrés..... gracias Ingenieros,

A las enseñanzas que me han compartido los profesores de este posgrado,

A la Dra. Claudia Sheinbaum, gracias por su confianza.

A todos y a cada uno, gracias, ya que sin ustedes, ésta etapa no hubiera sido igual.

A la Univesidad Nacional Autónoma de México por la oportunidad de haber realizado los estudios de posgrado y al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por el apoyo económico que me brindo para tal fin.

## **CONTENIDO**

---

### **INTRODUCCIÓN**

---

INTRODUCCIÓN	5
--------------	---

### **CAPÍTULO I**

#### **GENERALIDADES**

---

1.1. ANTECEDENTES	8
1.1.1. CAMBIO CLIMÁTICO	12
1.1.2. SUSTENTABILIDAD	14
1.1.3. NORMATIVIDAD INTERNACIONAL	14
1.1.4. NORMATIVIDAD EN MÉXICO	17
1.2. IMPACTO EN EL SECTOR INMOBILIARIO	19

### **CAPÍTULO II**

#### **VIVIENDA SUSTENTABLE**

---

2.1. VIVIENDA SUSTENTABLE.	25
2.2. SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN	27

2.2.1.	SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL	27
2.2.2.	SUSTENTABILIDAD SOCIAL	28
2.1.3.	SUSTENTABILIDAD ECONÓMICA	29
2.3.	INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD	30
2.3.1.	USO EFICIENTE DEL AGUA	32
2.3.2.	USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA	34
2.3.3.	DISEÑO BIOCLIMÁTICO	36
2.3.4.	TRATAMIENTOS DE RESIDUOS SÓLIDOS	36
2.4.	SITUACIÓN EN MÉXICO	38

### ***CAPÍTULO III***

#### ***MECANISMOS FINANCIEROS***

---

3.1.	MECANISMOS FINANCIEROS	42
3.2.	PROGRAMA DE HIPOTECAS VERDES:INFONAVIT.	43
3.3.	MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO,(MDL)	45

---

**CAPÍTULO IV****ESTUDIOS DE CASO**

---

4.1. ANÁLISIS COMPARATIVO (GASTO ENERGÉTICO Y EMISIONES DE CO <sub>2</sub> ) DE PROYECTOS YA EJECUTADOS	48
--	----

**CAPÍTULO V****PROPUESTA**

---

PROPUESTA	51
-----------	----

**CONCLUSIONES**

---

CONCLUSIONES	67
--------------	----

**ANEXOS**

---

ANEXO I. PLANOS ARQUITECTÓNICOS DEL PROYECTO PROPUESTO	
ANEXO II. CÁLCULO: FACTOR DE EMISIÓN	
ANEXO III. TABLA DE FIGURAS (GRÁFICOS Y TABLAS).	

**FUENTES DE INFORMACIÓN**

---

## INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, las preocupaciones respecto al medio en que habita la humanidad han generado innumerables acercamientos con propuestas que intentan no sólo una comprensión teórica de dichos problemas, sino también el poder crear un aparato técnico-económico con miras a la solución de éstos. Con esto se pretende lograr tres objetivos interrelacionados y simultáneos que son: el crecimiento económico, la equidad social y la preservación del medio ambiente (se apuesta por el aprovechamiento inteligente de los recursos naturales y la preservación del medio ambiente). Así, se reconoce la necesidad de cambios cualitativos en las concepciones tradicionales del desarrollo de los países, estableciendo un enfoque en el que ningún objetivo de crecimiento económico pueda justificarse si no se da conjuntamente en un marco de equidad social y de protección del medio ambiente.

En este contexto, cada día existen mayores consensos que contribuyen a tener una visión conjunta en relación con la idea del desarrollo sustentable<sup>1</sup>. El sector de la edificación se considera un sector clave en esa apuesta, dando respuesta al reto que representan el cambio climático y sus consecuencias.

En este sentido, la vivienda satisface una demanda social que impulsa el crecimiento de la economía. Es preciso establecer una línea de equilibrio entre las necesidades que surgen al construir viviendas y los recursos disponibles para su satisfacción. Es decir, la unidad de vivienda afecta a su entorno inmediato, al conjunto habitacional y al entorno (urbano, rural, etc.) en que se inserta. Así mismo, crea la necesidad de adoptar sistemas que optimicen el uso de aguas y de métodos alternativos para la obtención de energía. Si se cuida el diseño de la obra se podrá tener un ahorro en

---

<sup>1</sup> El concepto de desarrollo sustentable o sostenible se introdujo por primera vez en la *Estrategia Mundial para la Conservación* (UICN, 1980), y se asienta en el concepto de sociedad sostenible y en la gestión de los recursos renovables. Fue adoptado por la CMCC en 1987 y por la Conferencia de Río en 1992 como un proceso de cambio que armoniza la explotación de los recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional, y que acrecienta las posibilidades actuales y futuras de satisfacer las necesidades y aspiraciones de los seres humanos. El desarrollo sostenible integra dimensiones políticas, sociales, económicas y medioambientales.



la cantidad de desperdicios durante la construcción inicial y se reducirá la necesidad de realizar modificaciones posteriores.

En el contenido de esta investigación se analizará la factibilidad de impulsar vivienda dentro de los parámetros que la definen como sustentable<sup>2</sup>. En este sentido, la perspectiva de este trabajo está centrado en los esquemas económicos planteados internacionalmente y aplicados a la realidad nacional, esto con la finalidad de promover estrategias financieras para involucrar no sólo a los grandes desarrolladores de vivienda, sino también a los pequeños y medianos empresarios promotores de éste ramo, con la finalidad de establecer condiciones para poder impulsar este sector.

Por lo anterior, este trabajo se elabora teniendo como principal objetivo el de formular y proponer, a partir de los esquemas financieros actualmente disponibles, mecanismos económicos que puedan dar impulso e incentivar el desarrollo de vivienda sustentable. Esto con el fin de crear un ambiente de negocios para los desarrolladores de vivienda en México y de nuevas opciones para los demandantes de vivienda<sup>3</sup>.

El tema del desarrollo sustentable, el de edificación y vivienda sustentable son tópicos ya más o menos desarrollados. Lo que falta por estudiar más son las nuevas alternativas financieras que favorezcan el desarrollo de vivienda sustentable.

La hipótesis general que se plantea para la realización de esta investigación es que si realizamos el estudio, de los antecedentes así como las perspectivas de desarrollo que actualmente representa la vivienda sustentable, referido principalmente a su financiamiento, podremos hacer propuestas que impulsen su desarrollo a nivel nacional y que represente ganancias que desde la perspectiva ambiental se vea reflejada en ganancias económicas.

---

<sup>2</sup> Los indicadores de sustentabilidad tienen que ver con el uso eficiente del agua y de la energía, con el diseño bioclimático y de las áreas verdes y con el tratamiento de residuos sólidos

<sup>3</sup> Se estima que para el año 2030 el país sumará 23.3 millones de hogares a los casi 23 millones que había en 2000, lo que significa un total de 46 millones de hogares: un promedio de 800,000 hogares adicionales cada año. Fuente: *Edificación residencial sustentable en América del Norte: hacia una vivienda asequible y sustentable en México*.

Entre las técnicas de investigación que aplicaré se requerirá tanto una investigación con base en datos especializados, si los hubiera, y la investigación directa con las dependencias responsables de los proyectos, esto con el fin de actualizar los datos y analizar tendencias. Así mismo para hacer la estimación del consumo de energía final por fuentes en estudios de caso analizados realizaré métodos matemáticos para revisar y confrontar resultados.

El contenido de esta tesis esta estructurado en: cinco capítulos (en el último de los cuales se plantea una propuesta que se complementa con un anexo), las conclusiones finales y recomendaciones bibliográficas.

Capítulo I. Generalidades: En este capítulo se hace una revisión general de los antecedentes que dan fundamento al tema de estudio.

Capítulo II. Vivienda Sustentable: Se analiza y definen las características que dan soporte a la vivienda con estos requerimientos.

Capítulo III. Mecanismos financieros: Análisis de los mecanismos económicos que existen actualmente tanto a nivel nacional como internacional.

Capítulo IV. Estudios de casos: En este capítulo se hace una revisión de proyectos de desarrollos de vivienda sustentable a fin de poder reconocer los aciertos y las fallas, y de esta manera proponer soluciones.

Capítulo V. Propuesta: Se diseñan propuestas a partir de la revisión de análogos, se propone un mecanismo económico que pueda ser aplicable e incentive tanto al desarrollador de vivienda como al adquirente final.

Al final se presentan las conclusiones de este trabajo a partir de un análisis crítico de cada uno de los capítulos anteriores, en espera de que este tesis pueda tener continuidad y utilidad tanto en el campo académico como su aplicación directa para el impulso económico de la vivienda sustentable.

## CAPÍTULO I

### GENERALIDADES

**OBJETIVO:** A partir del análisis de documentos internacionales y su repercusión a nivel nacional, identificar los datos más relevantes y que dan fundamento a la propuesta e impulsa el desarrollo de la vivienda sustentable.

#### 1.1. ANTECEDENTES

Toda discusión sobre la moderna crisis ambiental y sobre alternativas más saludables para el desarrollo humano considera a la sociedad como parte del medio ambiente. El propio concepto de desarrollo sustentable desde su inicio incorporó una sustentabilidad social y económica a la sustentabilidad ambiental.

Desde el ámbito internacional, cada día se hace más necesario desarrollar estrategias e inversiones para la generación y ahorro de energía, así como usar eficientemente los recursos energéticos con el fin de mitigar los efectos del cambio climático. La evidencia científica es contundente en el sentido de que el Calentamiento Global<sup>1</sup> que esta ocurriendo es inducido por las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI)<sup>2</sup> de origen antropogénico (principalmente resultante del consumo de energía derivada de las actividades humanas) por lo que es necesario que los nuevos sistemas energéticos se diseñen usando las tecnologías y equipos más eficientes y, que los hábitos de consumo se alejen del dispendio energético que aún prevalece en muchos lugares.

En el <sup>gráfico</sup> <sup>1</sup> se representan esquemáticamente los originantes antropógenos y los impactos del cambio climático, así como las respuestas a ese cambio y sus vínculos. En 2001, cuando se preparó el Tercer Informe de Evaluación (TIE), la información entonces

---

<sup>1</sup> “El Calentamiento global es evidente en los aumentos observados del promedio mundial de la temperatura del aire y del océano, el deshielo generalizado de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial del nivel del mar” Fuente: IPCC, 2007, *Cambio climático 2007: Informe de síntesis*. Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático, IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

<sup>2</sup> Los GEI se integran de: Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), Metano (CH<sub>4</sub>), Óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), Hidrofluorocarbonos (HFC), Perfluorocarbonos (PFC) y Hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). Fuente: Anexo A, Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, ONU, 1997.

disponible permitía describir los vínculos en el sentido del reloj; es decir, inferir los cambios climáticos y sus impactos a partir de la información socioeconómica y de las emisiones [VER GRÁFICO 1]. Ahora que se conocen más detalladamente, es posible evaluar esos vínculos también en sentido inverso, es decir, aventurar qué tipos de vías de desarrollo y de limitaciones de las emisiones mundiales permitirían reducir en un futuro el riesgo de impactos posiblemente indeseables para la sociedad.



Gráfico 1: Marco esquemático representativo de los originantes e impactos antropógenos del cambio climático y de las respuestas a él así como de sus vínculos.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> Gráfico tomado del: IPCC, 2007: *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

Al ofrecer una panorámica completa del cambio climático (los cambios del clima observados y sus efectos sobre los sistemas naturales y humanos), se evalúan sus causas y las diversas proyecciones sobre el cambio climático futuro con sus impactos y con arreglo a diferentes escenarios; se estudian las opciones de adaptación y de mitigación ante los próximos decenios, así como sus interacciones con el desarrollo sostenible; se evalúa la relación entre la adaptación y la mitigación en términos más conceptuales y desde una perspectiva de más largo plazo.

En este sentido, el calentamiento global es inequívoco como evidencia ya el aumento observado del promedio mundial de las temperaturas del aire y del océano, la fusión generalizada de nieves y hielos, y el aumento del promedio mundial de nivel del mar. Hoy en día, como lo muestran los porcentajes del <sup>GRÁFICO 2</sup>, el más importante de los GEI es el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) 72%, emitido mayoritariamente por el consumo de combustibles fósiles; el metano (CH<sub>4</sub>) 25% y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) 2% emitidos principalmente por las actividades agrícolas, el cambio de uso de suelo y la combustión; y algunos químicos artificiales como los hidrofluorocarbonos (HFC) 1% utilizados en procesos industriales.

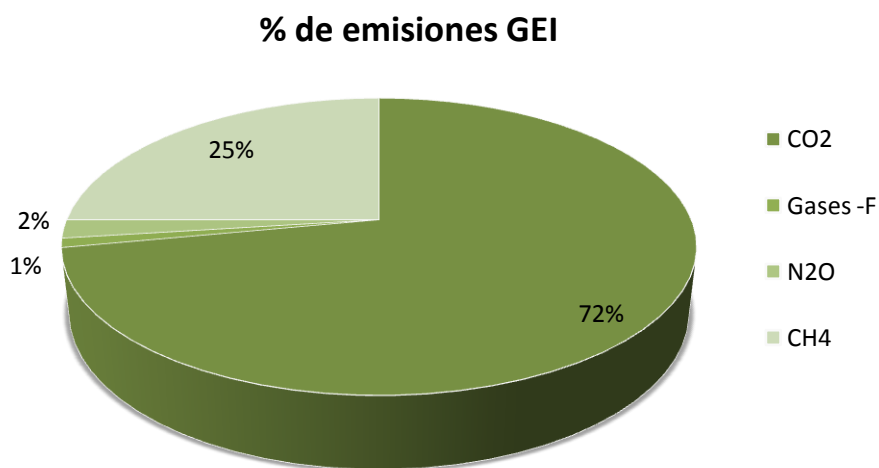


Gráfico 2: Distribución por porcentaje de las emisiones de GEI<sup>4</sup>

<sup>4</sup> Inventario Nacional de Emisiones de Gases Efecto Invernadero 1990-2002, *Tendencias a las emisiones de gases*, Instituto Nacional de Ecología, México, pág. 17

De acuerdo a las cifras reportadas por la Agencia Internacional de Energía (IEA, por sus siglas en inglés), México ocupa el lugar 12 a nivel mundial en las emisiones de CO<sub>2</sub> por quema de combustibles fósiles, con un total de 374.25 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (Mt de CO<sub>2</sub>) que representa aproximadamente el 1.5% de las emisiones mundiales.<sup>5</sup> De acuerdo a estas cifras los tres primeros países son: Estados Unidos de América con 5728.53 Mt de CO<sub>2</sub> (23.65%); China con 3719.44 Mt de CO<sub>2</sub> (15.356%); y, Rusia con 1526.75 Mt de CO<sub>2</sub> (6.303%). (VER TABLA 1)

	Mundo	24,221.53	
	País	Emisiones CO2 (Quema de combustibles fósiles) Mt de CO2	Contribución a emisiones globales %
1	Estados Unidos	5728.53	23.650 %
2	China	3719.44	15.365 %
3	Rusia	1526.75	6.303 %
4	Japón	1201.37	4.960 %
5	India	1049.72	4.334 %
6	Alemania	854.29	3.527 %
7	Canadá	553.29	2.284 %
8	Reino Unido	540.25	2.230 %
12	México	374.25	1.545 %
17	España	313.24	1.293 %
19	Brasil	302.85	1.250 %
37	Grecia	94.10	0.338%

Tabla 1. Países que representan el 95% de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> generadas por la quema de combustibles fósiles.<sup>6</sup>

<sup>5</sup> En general las estimaciones realizadas por la IEA para México varían aproximadamente en un 5% con respecto a las estimaciones realizadas en nuestro país con las Directrices del IPCC y reportadas en el INEGI 2002.

<sup>6</sup> Fuente: Emisiones de CO<sub>2</sub> : IEA, 2005. «Key World Energy Statistics».

### 1.1.1 CAMBIO CLIMÁTICO

¿Qué es el fenómeno de cambio climático? Por "cambio climático" se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables<sup>7</sup>.

Para el IPCC<sup>8</sup>, el término "cambio climático" denota:

Un cambio en el estado del clima identificable a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente cifrado en decenios o en períodos más largos. Denota todo cambio del clima a lo largo del tiempo, tanto si es debido a la variabilidad natural como si es consecuencia de la actividad humana.

El calentamiento del sistema climático es inequívoco, como se desprende ya del aumento observado del promedio mundial de temperatura del aire y del océano, de la fusión generalizada de nieves y hielos, y del aumento del promedio mundial del nivel del mar.

El cambio climático es el resultado de la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera terrestre, es un fenómeno íntimamente asociado con el consumo de combustibles fósiles y contiene centralmente la economía del riesgo y de la incertidumbre. Por la magnitud espacial y temporal del problema (que tiene que ver con horizontes temporales de largo plazo), por su carácter genuinamente global y por la gravedad de sus efectos, hoy día es un tema que abarca a todos los sectores de la economía y de la magnitud de la respuesta será el tiempo necesario para que se alcance un equilibrio.

Hoy día, aunque se logran minimizar las emisiones humanas de GEI, el tiempo de estabilización de la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub>, la temperatura en la superficie terrestre continuará incrementándose lentamente durante más de un siglo (VER GRÁFICO 3). La expansión térmica de los océanos continuaría incluso después de haberse reducido

<sup>7</sup> "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, Artículo 1. definiciones 1992"

<sup>8</sup> El Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC por sus siglas en inglés) fue establecido en 1998 por la Organización Meteorológica Mundial (OMC) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). Está integrado por especialistas de numerosos países con el mandato de evaluar la información científica, técnica y socioeconómica mundial sobre el cambio climático.

las emisiones de CO<sub>2</sub>, y la fusión de las capas de hielo seguirá contribuyendo durante muchos siglos a la elevación del mar.

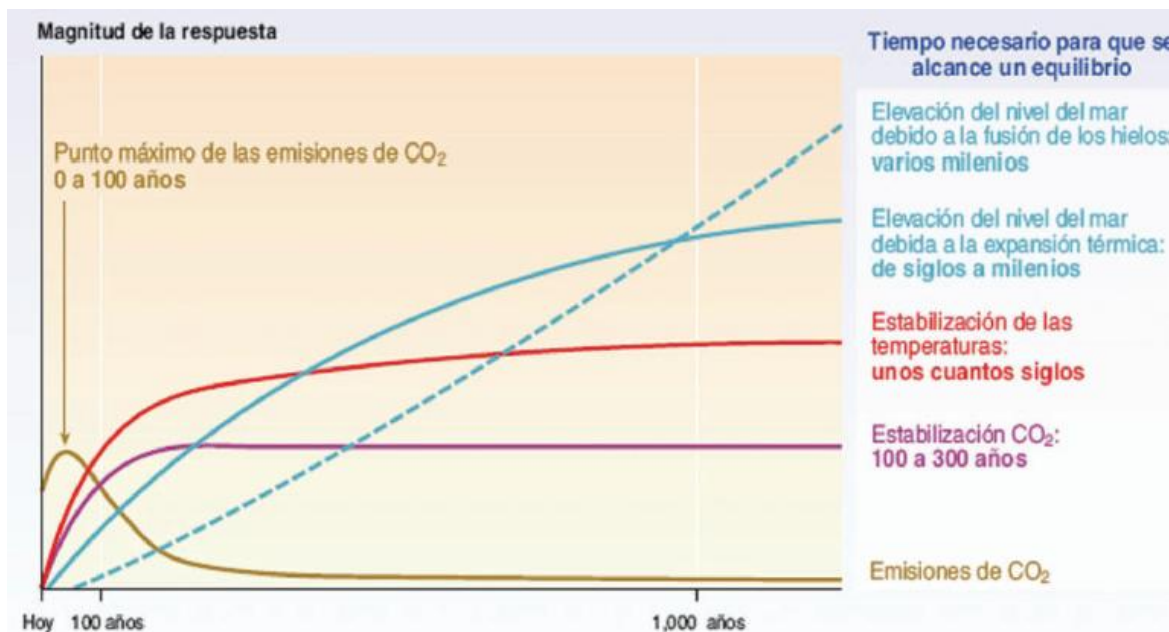


Gráfico 3: Tiempo de estabilización de la concentración atmosférica de CO<sub>2</sub>, la temperatura y el nivel del mar<sup>9</sup>

<sup>9</sup> Fuente: CICC, 2007. *Estrategía Nacional de Cambio Climático*, Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, SEMARNAT, México.



### 1.1.2 SUSTENTABILIDAD

El término “sustentabilidad” nace en los primeros años de la década de los setenta como un concepto que resumía, en ese entonces, la importancia del cuidado del medio ambiente y el óptimo aprovechamiento de los recursos naturales.

En la actualidad, la perspectiva acerca de la sustentabilidad ha evolucionado hacia una definición más integral que incluye otros aspectos vinculados con el mejoramiento de la calidad de vida del ser humano; entre ellos, por supuesto, el relacionado con la vivienda (el espacio más íntimo del ser humano). Es decir, las edificaciones –en general- y las viviendas –en particular-, tienen un impacto importante en el medio ambiente y en la salud de las personas. En este momento, la calidad medioambiental asocia el bienestar y el confort de los seres humanos con conceptos que define el desarrollo sustentable<sup>10</sup>.

### 1.1.3 NORMATIVIDAD INTERNACIONAL

En la segunda mitad del siglo XX, comenzaron a utilizarse los conceptos de calentamiento global y cambio climático global, a la vez que en diversos países se realizaron estudios que aportaron amplia información sobre los efectos de las actividades humanas en el medio ambiente.

Con la integración e intercambio de información científica facilitada por la conformación de los grupos y organismos internacionales, comenzó a reconocerse con mayor certidumbre que el crecimiento acelerado y desordenado de la población, así como el desarrollo de patrones de producción y consumo no sustentables, eran causantes del deterioro del medio ambiente y de los recursos naturales con efectos que iban más allá del contexto local y se manifestaban especialmente en escalas de alcance regional y global.

Los estudios realizados por diversos grupos científicos durante varios años llevaron a la Primera Conferencia Mundial sobre el Clima, realizada en Estocolmo, Suecia, en 1979.

---

<sup>10</sup> Para que el desarrollo sea realmente sustentable, debe serlo simultáneamente en las tres dimensiones de la sustentabilidad: económica, social y ambiental. Fuente: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y Políticas de Mitigación. Estudio realizado por el Centro Mario Molina, 2005.

En el Primer Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC<sup>11</sup> por sus siglas en inglés) publicado en 1992, se concluyó que existían suficientes bases científicas para afirmar la existencia de un cambio climático preocupante. En esta reunión la comunidad internacional manifestó su creciente preocupación por el cambio climático. Esta fue la primera de un conjunto de reuniones internacionales que se fueron celebrando con el objeto de analizar el tema y llegar a los acuerdos que hoy día permiten hacer frente al fenómeno. Sin embargo, la respuesta política internacional al cambio climático comenzó con la adopción de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC)<sup>12</sup>.

Como resultado de la Cumbre Mundial sobre el Medio Ambiente realizada en Brasil en 1992, los países han venido incorporado políticas de respuesta al cambio climático, y particularmente en respuesta a las necesidades emitidas en la Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC), y de su Protocolo de Kyoto<sup>13</sup> de 1997.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMCC) es el marco principal para promover las respuestas internacionales al cambio climático. Esta

---

<sup>11</sup> El IPCC fue establecido conjuntamente en 1988 por la Organización Meteorológica Mundial (OMM) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) con el mandato de analizar la información científica necesaria para abordar el problema del cambio climático y evaluar sus consecuencias medioambientales y socioeconómicas, así como el de formular estrategias con respuestas realistas. Desde su establecimiento, el IPCC ha producido una serie de informes de evaluación (1990, 1995, 2001 y 2007), Informes Especiales, Documentos Técnicos y Guías Metodológicas. Fuente: IPCC, 2007: *Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Contribución de los Grupos de trabajo I, II y III al Cuarto Informe de evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático* [Equipo de redacción principal: Pachauri, R.K. y Reisinger, A. (directores de la publicación)]. IPCC, Ginebra, Suiza, 104 págs.

<sup>12</sup> Esta convención fue constituida en 1992 y establece un marco para la acción cuyo objetivo es la estabilización de la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera, para evitar que la actividad humana interfiera peligrosamente con el sistema climático.

<sup>13</sup> El Protocolo de Kyoto de la Convención Marco sobre el Cambio Climático (CMCC) de las Naciones Unidas fue adoptado en el tercer período de sesiones de la Conferencia de las Partes (COP) en la CMCC, que se celebró en 1997 en Kyoto. Contiene compromisos jurídicamente vinculantes, además de los señalados en la CMCC. Los países del Anexo B del Protocolo (la mayoría de los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos y de los países de economía en transición) acordaron reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero antropógenos (dióxido de carbono, metano, óxido nitroso, hidrofluorocarbonos, perfluorocarbonos y hexafluoruro de azufre) en un 5% como mínimo por debajo de los niveles de 1990 durante el período de compromiso de 2008 a 2012. La primera adición al tratado, el Protocolo de Kyoto, se aprobó en 1997 y entró en vigor en febrero de 2005. En febrero de 2007, 168 estados de la Comunidad Económica Europea ratificaron el Protocolo.

Convención rige desde marzo de 1994 y en diciembre de 2006 alcanzó ratificación casi universal: 189 de los 194 estados miembros de las Naciones Unidas.

Las Naciones Unidas, el Banco Mundial, la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OECD), la Agencia Internacional de la Energía y la Unión Europea, entre otras, se han abocado a estudiar y proponer soluciones a los retos que plantea el desarrollo energético sustentable, han planteado políticas para sus miembros y propuesto acciones para lograr la cooperación internacional con el fin de apoyar a los países en desarrollo a alcanzar beneficios sin sacrificar sus ecosistemas y sin comprometer su viabilidad en el largo plazo.

En México, para la definición de una estrategia nacional, ha sido importante la revisión de las experiencias y planteamientos de los países y regiones más adelantados. Conocer las acciones que han adoptado los países desarrollados (principales responsables de la acumulación de gases de efecto invernadero en la atmósfera) y las políticas energéticas y ambientales que han establecido para enfrentar el problema con el fin de contrarrestar los efectos del cambio climático.

#### 1.1.4 NORMATIVIDAD EN MÉXICO

En México, durante los primeros setenta años del siglo XX, las preocupaciones ambientales estuvieron ausentes en la planeación de los sistemas de producción, transformación, transporte y consumo de los energéticos. Se adoptó un modelo de desarrollo basado en la oferta más amplia posible y precios bajos de materias primas, combustibles y electricidad como una forma de promover la industrialización y de poner al alcance de las grandes mayorías los beneficios de la modernidad.

En la década de los ochenta, los graves efectos ambientales del consumo ineficiente de la energía se manifestaron a plenitud en todo el país y los daños al entorno se hicieron evidentes.

En los últimos años, para proteger al ambiente y promover el ahorro de energía se han creado instituciones y normatividades; se han destinado recursos para mejorar la calidad de los combustibles; se ha promovido el uso de vehículos y equipos menos contaminantes; las empresas del sector energético han iniciado esfuerzos para disminuir su impacto ambiental y para promover el uso eficiente y limpio de sus productos.

Así mismo, se creó la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC<sup>14</sup>), con el objeto de coordinar las acciones relativas a la formulación e instrumentación de las políticas nacionales para la prevención y mitigación de emisiones de Gases de Efecto Invernadero, adaptación frente a los efectos del cambio climático, promoción y desarrollo de programas y estrategias de acción climática relativos al cumplimiento de los compromisos suscritos por México en la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC). La CICC tiene también por objeto identificar oportunidades, facilitar, promover, difundir, evaluar y, en su caso, aprobar proyectos de reducción de emisiones y captura de gases de efecto invernadero, en términos del Protocolo de Kyoto, así como de otros instrumentos tendientes al mismo objetivo.

La CICC esta presidida por las Secretarías de: Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y alimentación (SAGARPA);

---

<sup>14</sup> Comisión creada el 24 de abril de 2005, presidida por la Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), Fuente: CICC, 2007. *Estrategia Nacional de Cambio Climático*, Comisión Intersecretarial de Cambio Climático, SEMARNAT, México.

Comunicaciones y Transporte (SCT); Economía (SE); Desarrollo Social (SEDESOL); Energía (SENER); Relaciones Exteriores (SRE); y, Hacienda y Crédito Público (SHCP). .

En el sector de la vivienda se han iniciado esfuerzos para incorporar planes y programas en los que asentaran las bases para la producción de vivienda con parámetros de sustentabilidad.

La Comisión Nacional de la Vivienda (CONAVI) ha sido el organismo estatal por medio del cual se ha puesto en varios programas con el fin de regular, definir indicadores técnicos. Con este fin uno de los programas que se ha puesto en marcha es el Programa Piloto de Vivienda Sustentable (PPVS), por el que se pretende fomentar el uso de ecotecnologías en la construcción y evaluar los impactos de su práctica. De igual manera, con el fin de establecer medidas de ahorro, uso eficiente de energía, menor consumo energético, aprovechamiento de las energías renovables y menores emisiones de gases de efecto invernadero se crearon: la Comisión Nacional de Ahorro de Energía (CONAE), el Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PASE) y el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE). En los tres casos se siguen dos vertientes: oferta y demanda.

## 1.2. IMPACTO EN EL SECTOR INMOBILIARIO

No sería posible concebir que el cambio climático tuviera su origen sólo producto de algunos sectores de la economía ya que los resultados observados nos señalan que las diferentes actividades económicas son responsables de las emisiones de GEI.

Tanto a nivel mundial como en México los sectores con mayores responsabilidades de emisiones de GEI son: la generación de electricidad, el transporte y la deforestación, seguidos por la industria, la agricultura y los desechos. ( Ver tendencia de emisiones en la TABLA 2)

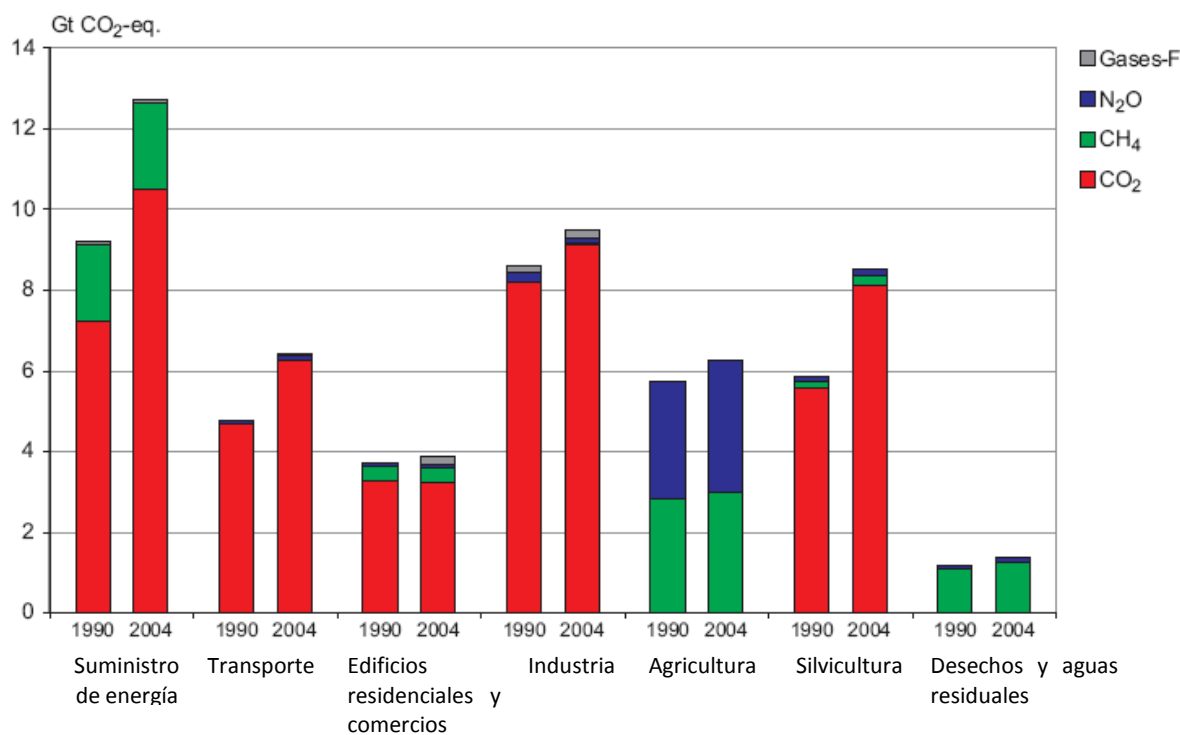


TABLA 2. Tendencia de emisiones de GEI por sectores<sup>15</sup>.

Los sectores de demanda de energía en México están comprendidos en: transporte, industria, residencial<sup>16</sup> y de servicios, y el agropecuario.

<sup>15</sup> Según lo clasifica el IPCC, las categorías de emisión son: energía; procesos industriales; solventes; agricultura; uso de suelo, cambio de uso de suelo y silvicultura; y desechos. Inventario Nacional de Emisiones de Gases Efecto Invernadero 1990 - 2002, Instituto Nacional de Ecología, México, pag. 32 (glosario).

### Consumo final por sectores

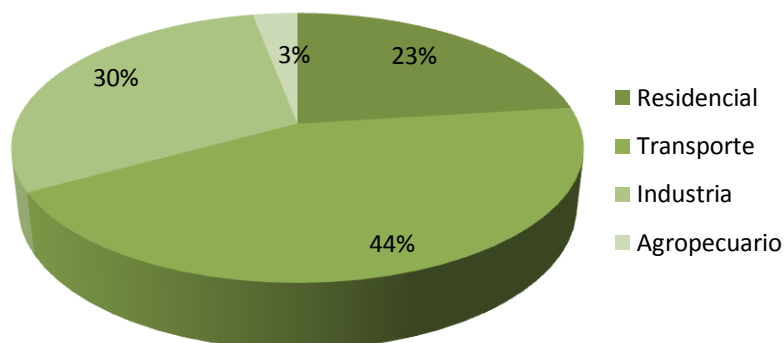


Gráfico 4: Distribución por sectores de consumo final energético.

De acuerdo a la GRÁFICA 4 , el suministro energético representa aproximadamente el 26% de las emisiones de GEI, la industria el 19%, los gases emitidos por el cambio en los usos del territorio y la silvicultura el 17%, la agricultura el 14%, el transporte el 13%, los sectores residencial, comercial y de servicios el 8% y los residuos el 3%.

### Porcentaje de emisiones GEI

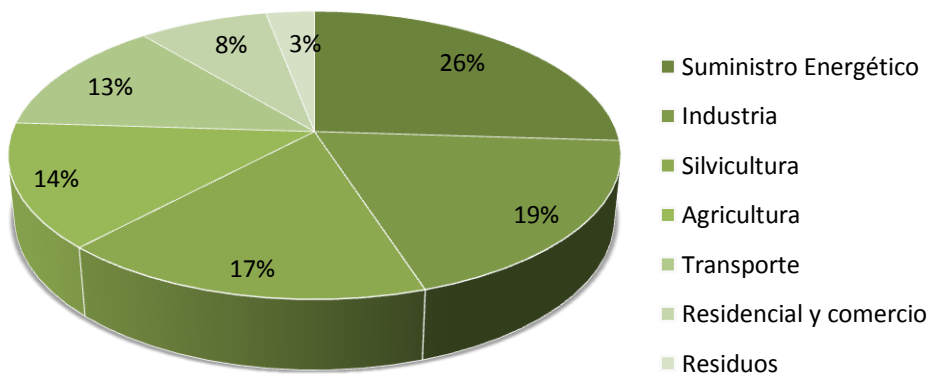


Gráfico 5: Emisiones de GEI por sectores.

<sup>16</sup> Se refiere al consumo de combustibles en los hogares rurales y urbanos del país. Su principal uso es para la cocción de alimentos, calentamiento de agua, calefacción, iluminación, refrigeración y planchado. Fuente: *Balance Nacional de Energía 2007, Secretaría de Energía, México.*

En el sector residencial, el análisis energético, se ve fuertemente condicionado por diversos factores, siendo el más importante de ellos las características socioeconómicas y geográficas de la población, como son; su carácter urbano o rural; su ubicación en zonas templadas o de climas extremosos; el nivel de ingreso; y, factores de índole cultural. Todos ellos determinan una gran diferenciación entre los energéticos utilizados, sus usos finales y sus consumos específicos.

Los requerimientos residenciales de energía han mostrado un constante incremento. Los requerimientos de electricidad han crecido en 4.6% como resultado de: la alta tasa de electrificación del país; la adopción de tecnologías consumidoras de electricidad en los hogares; la continuación de los procesos de urbanización.

Los requerimientos de gas L.P., ha tenido un crecimiento anual de 2.2% resultante de la sustitución paulatina de este combustible por gas natural.

El consumo de leña – atribuido en su totalidad al sector residencial – ha mostrado un lento crecimiento de 0.7% anual, a pesar de que en diversos estudios han mostrado que este energético es cada vez más escaso y encarecido, la persistencia de su uso se da principalmente en zonas rurales. (Ver consumos finales que se nos señala en la TABLA 3)



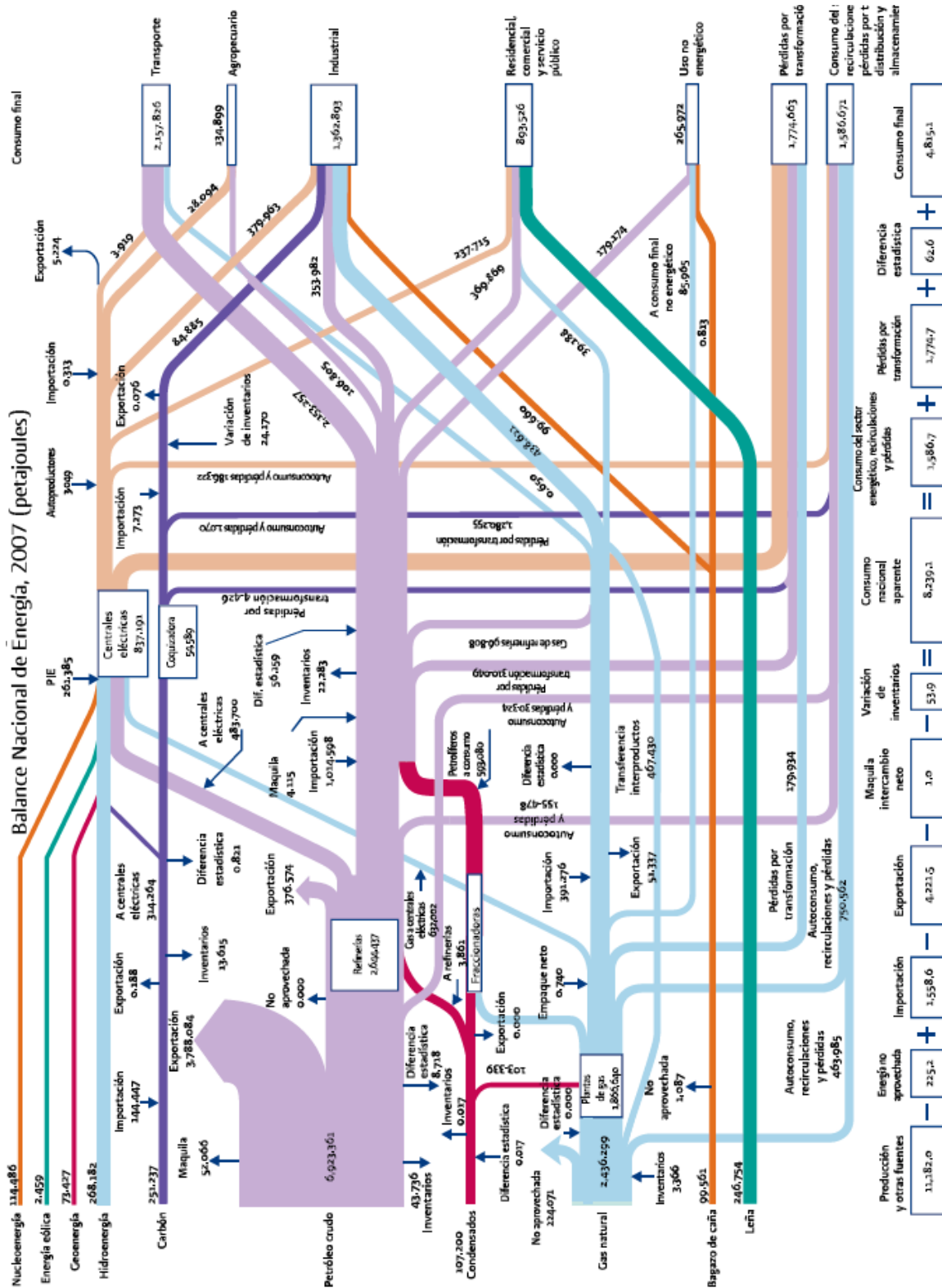


Tabla 3. Gasto Energético de acuerdo al Balance Nacional de Energía<sup>17</sup>

<sup>17</sup> Balance Nacional de Energía 2007, Secretaría de Energía 2008.

La eficiencia energética y el uso de energía renovable en los edificios ofrecen sinergia entre el desarrollo sostenible y la reducción de los GEI. Las inversiones en el sector de edificios pueden reducir el costo total del cambio climático si se tratan simultáneamente la mitigación y adaptación.

En México,(Ver GRÁFICO 6) el consumo de energía en la edificación residencial representa el 82.9%, comercial 14.3% y público 2.7% . El sector residencial representa anualmente de 42 millones de toneladas en emisiones de CO<sub>2</sub>, en tanto que a la edificación comercial corresponden 20 millones de toneladas.

### Consumo de energía en edificaciones

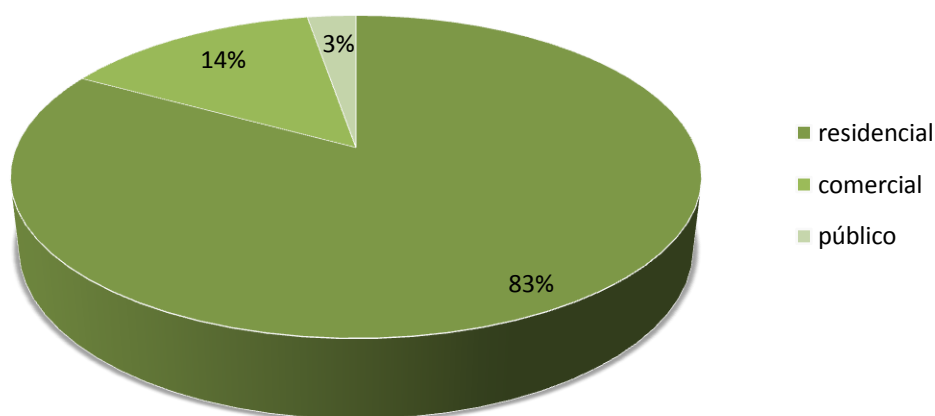


Gráfico 6: Consumo de energía en edificaciones<sup>18</sup>.

Si bien, la vivienda no es uno de los sectores más significativos en el inventario de emisiones de CO<sub>2</sub>, su papel es de una relevancia indudable. En México, la vivienda contribuye con aproximadamente el 8% de las emisiones nacionales, incluyendo las directas por el consumo de electricidad y las indirectas por el uso de combustibles fósiles. De acuerdo a las proyecciones para la tercera década del siglo, en México habrá más de 45 millones de hogares. En casi cualquier escenario deberán de financiarse y construirse cada año entre 700,000 y un millón de viviendas.

<sup>18</sup> Fuente: Secretaría de Energía, *Balance Nacional de Energía 2007*, Secretaría de Energía, México 2007.

De acuerdo con el Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático (IPCC) las edificaciones representan la mayor oportunidad para lograr reducciones considerables en las emisiones de CO<sub>2</sub>, con beneficios económicos netos y, basados en los estudios realizados indican que hay un alto nivel de coincidencia y abundante evidencia de que existe un potencial económico sustancial de mitigación de las emisiones mundiales de GEI en los próximos decenios, que podría contrarrestar el crecimiento proyectado de las emisiones mundiales o reducir estas por debajo de los niveles actuales.

## CAPÍTULO II

### VIVIENDA SUSTENTABLE

**OBJETIVO:** Reconocer las especificaciones y parámetros principales que dan soporte a la vivienda con características de sustentabilidad.

Tradicionalmente, la vivienda no había sido considerada como un factor de presión sobre el medio ambiente y los recursos naturales; la principal preocupación se centraba en la carencia de vivienda formal, asociada al proceso de ocupación irregular de los suelos no aptos, de amplio riesgo y valor ambiental. Así, la atención de esta necesidad social básica se consideraba como una actividad inocua al medio ambiente (salvo las excepciones, como los proyectos de desarrollos inmobiliarios asentados en zonas costeras, en donde el procedimiento de evaluación de impacto constituía el instrumento para prevenir y mitigar los impactos ambientales asociados a estas obras o actividades).

Las nuevas dinámicas de urbanización y crecientes demandas de vivienda han generado nuevos escenarios en donde las políticas ambientales buscan incidir en el proceso de edificación de la vivienda a través de nuevas fórmulas e instrumentos que, aprovechando la dinámica de éste sector, aseguren el uso eficiente de los recursos, la protección ambiental y la sustentabilidad de las ciudades.

El Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (Habitat) principal organismo de la ONU para la coordinación de las actividades de desarrollo de los asentamientos humanos, dice:

La transformación y destrucción cada vez mayor del medio natural por la acción del hombre, no están en función exclusiva de satisfacer sus propias necesidades, sino más bien de hacerlo en armonía con el desarrollo del medio ambiente en el cual se inserta e interactúa<sup>1</sup>.

La meta del desarrollo sostenible en lo que respecta a la vivienda es asegurar que todos tengan un medio ambiente seguro y protegido en el que vivir. y que fomente la salud y el

---

<sup>1</sup> Habitat, Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos, 2000.

bienestar de los que depende todo desarrollo humano, pero que no signifique un nivel insostenible de consumo o degradación de recursos<sup>2</sup>.

Hábitat agrega que el término “desarrollo sostenible”<sup>3</sup> enlaza dos principios básicos en la gestión de las actividades humanas, uno de ellos centrado sobre las metas del desarrollo y la satisfacción de las necesidades de la generación actual y el otro sobre como limitar los efectos nocivos de las actividades humanas sobre el entorno natural. Referente a la sostenibilidad toma en cuenta no solamente los factores económicos sino también los factores ambientales y sociales.

Para la Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA)<sup>4</sup> la edificación sustentable utiliza en dos conceptos básicos:

Vivienda sustentable es aquella que satisface las necesidades presentes sin comprometer los recursos que permitirán a las generaciones futuras satisfacer las propias.

Vivienda sustentable. Es aquella que, en busca del equilibrio económico, social y ambiental, ofrece construcciones de alto rendimiento, reduce los impactos negativos en el medio ambiente y mejora la salud humana con un enfoque integral que incluye el diseño, la construcción, el uso y mantenimiento, e incluso el reúso y la demolición.

En este sentido el tema de sustentabilidad en la vivienda se ha considerado como una alternativa de mitigación a fin de evitar mayores impactos negativos en el entorno social, económico y por supuesto ambiental. Por esto, una vivienda sustentable responde a las necesidades de sus habitantes y está enfocada a optimizar los recursos naturales sin afectar su entorno, sus objetivos se concentran en desarrollos que permitan el uso eficiente de agua y luz, con estrategias como el diseño bioclimático, (diseño, geometría y orientación de la vivienda para minimizar el consumo energético) y la utilización de materiales o dispositivos innovadores o ecotecnologías.

---

<sup>2</sup> Dr. Arcot Ramachandran, Director Ejecutivo del Centro de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos (Hábitat), 1992.

<sup>3</sup> De acuerdo a la Comisión Brundtland sobre medio ambiente y desarrollo: se define desarrollo sustentable o sostenible como el modo de alcanzar la satisfacción de necesidades presentes sin comprometer la posibilidad para que futuras generaciones puedan satisfacer sus propias 1987

<sup>4</sup> La CCA es un organismo internacional en donde interviene los países de Norteamérica: Canadá, Estados Unidos de América y México.

A la par de optimizar recursos naturales, la vivienda sustentable comprende aspectos como equidad, empleo, movilidad y cohesión social, por lo que las viviendas deben ser cómodas, mejorar la calidad de vida y fomentar la unidad familiar.

Aunque desde el punto de vista económico una vivienda sustentable implica un sobre costo que oscila del 5% hasta 40% dependiendo de las tecnologías utilizadas, los ahorros oscilan en: 40% en el consumo de agua y 30% en el uso de energía y disminuyen de 50 a 75% desechos generados por construcción y demolición.

Así, para reconocer las características que determinan que una vivienda sea sustentable debe ser desarrollada a partir de; sistemas de certificación, sustentabilidad social, económica y ambiental; de indicadores que establecen sus características.

## **2.2. SISTEMAS DE CERTIFICACIÓN**

Los sistemas de certificación implementados para la vivienda en términos de sustentabilidad se refieren a: sustentabilidad ambiental, social y económica. Los objetivos de estos sistemas de certificación son: contribuir a la construcción segura, confiable y habitable en un contexto urbano; homologar los conceptos y criterios técnicos, administrativos y jurídicos en torno a la sustentabilidad, a fin de asegurar menores costos de operación y mayor valor del activo que permitan abatir los costos de servicios públicos; reducir el desperdicio en terrenos; ahorrar energía y agua; brindar salud y seguridad para los ocupantes; y, reducir las emisiones GEI.

### **2.2.1.SUSTENTABILIDAD AMBIENTAL**

La sustentabilidad ambiental se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos naturales, de tal manera que sea posible mejorar el bienestar de la población actual, así como incluir al medio ambiente como uno de los elementos de la competitividad y el desarrollo económico y social.

En este sentido, desde los años 80's se han adoptado acuerdos entre los que destacan: el Convenio sobre Diversidad Biológica; la Convención Marco de las Naciones

Unidas sobre el Cambio Climático y su Protocolo de Kyoto; el Convenio de Estocolmo, sobre contaminantes orgánicos persistentes; el Protocolo de Montreal, relativo a las sustancias que agotan la capa de ozono; la Convención de Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación; la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres; y los Objetivos del Milenio de la Organización de las Naciones Unidas.

Estos acuerdos hacen de México un participante activo en el desarrollo sustentable incorporando temas fundamentales como: la protección del medio ambiente; la mitigación del cambio climático; la reforestación de bosques y selvas; la conservación y el uso del agua y del suelo; la preservación de la biodiversidad, y; el ordenamiento ecológico y la gestión ambiental. Estos temas se han atendido desde tres líneas de acción: aprovechamiento sustentable de los recursos naturales, protección del medio ambiente, y educación y conocimiento para la sustentabilidad ambiental.

### **2.2.2. SUSTENTABILIDAD SOCIAL**

Durante los últimos treinta años, la cuestión de la sustentabilidad social ha tenido su eje central en la pobreza y el incremento de la población. Reducir la pobreza, limitar el crecimiento poblacional han sido los objetivos prioritarios de los programas de sustentabilidad social en cuestiones como equidad social y calidad de vida. En términos teóricos pueden distinguirse dos fases en la concepción de la relación entre pobreza y degradación ambiental.

La primera va desde el surgimiento de la moderna conciencia sobre la problemática ambiental de la década de los setenta, hasta mediados de la década de los noventa. Durante esa fase la visión hegemónica era conocida como la hipótesis de la “espiral descendente”, según la cual los pobres eran tanto agentes como víctimas de la degradación ambiental.

La segunda fase comenzó a mediados y fines de la década de los noventa. La hipótesis de la “espiral descendente” fue revisada y la hipótesis del “doble camino” cobró hegemonía, en esta última se establecían varios aspectos, entre los que se señalaba que:

los bajos ingresos no siempre conducen a la degradación ambiental (tampoco los altos ingresos garantizan un equilibrio ambiental), por lo que la pobreza no debería ser considerada la causa principal de la degradación.

Teniendo como puntos de partida esas reflexiones críticas, la hipótesis del “doble camino” muestra la necesidad de políticas públicas dirigidas a combatir la pobreza en diferentes frentes simultáneamente: políticas de empleo, vivienda, educación, etc.

### 2.2.3. SUSTENTABILIDAD ECONÓMICA

La sustentabilidad económica garantiza la estabilidad y el desarrollo, así como el acceso a los recursos necesarios para las instalaciones, equipos, servicios y personal.

El análisis económico ha identificado como temas cruciales en relación con la sustentabilidad: la tipología del capital, la sustituibilidad entre las diversas formas de capital, la incidencia del cambio tecnológico y la equidad Intergeneracional.

Desde las formulaciones iniciales de la sustentabilidad, ésta se halla estrechamente relacionada con la equidad intergeneracional; así pues, incluye una problemática ideológica o ética que existe debido a unos procesos objetivos; dicho de otro modo, los aspectos analíticos no pierden relevancia ya que es preciso explicar qué procesos generan problemas de solidaridad intergeneracional, así como analizar la viabilidad y eficacia de las respuestas posibles.

Formas de capital y sustituibilidad. La tipología relevante parece ser la siguiente:

- Capital físico fabricado (edificios, herramientas, etc.)
- Capital cultural (conocimientos, *know how*, etc.)
- Recursos no renovables (petróleo, minerales, etc.)
- Recursos renovables (bosques, energía solar, etc.)
- Recursos medio ambientales.



Sin embargo, buena parte de los problemas analíticos relacionados con el desarrollo sustentable dependen de la amplitud de la sustituibilidad que se admite entre los diferentes tipos de capital.

### 2.3. INDICADORES DE SUSTENTABILIDAD

El nivel general de sustentabilidad del proyecto de viviendas se determina evaluando la incidencia de los siguientes indicadores: materiales térmicos y aislantes, focos ahorradores de energía, aprovechamiento de energía solar, microsistemas para tratamiento de aguas grises, sanitarios ecológicos, captación, almacenamiento y reuso de aguas pluviales, calentadores de agua y análisis de radiación térmica e indicadores climatológicos.

En México las edificaciones<sup>5</sup> son responsables de: 17% del consumo total de energía; 5% del consumo total de agua; 25% del consumo total de electricidad; 20% de las emisiones de dióxido de carbono, y; 20% de los desechos generados. (Ver GRÁFICO 7).

#### Estadística de consumo edificios en México

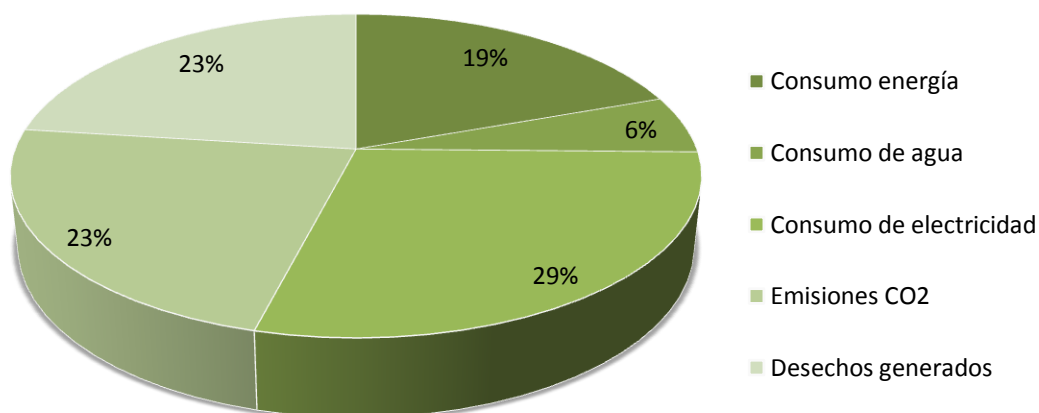


Gráfico 7: Consumo de recursos en edificaciones.

<sup>5</sup> David Morillón Gálvez, Instituto de Ingeniería UNAM, 13 de agosto de 2007.

En Canadá, Estados Unidos y México, la operación de edificios comerciales y habitacionales representa alrededor de 20, 30 y 40 por ciento, respectivamente, del consumo básico de energía. Asimismo, los inmuebles suelen dar cuenta de 20 a 25 por ciento de los desechos de los rellenos sanitarios y de 5 a 12 por ciento del consumo de agua. El Consejo Estadounidense de Edificación Sustentable (US Green Building Council, USGBC) calcula que hoy, en promedio, la edificación sustentable reduce 30 por ciento el uso de energía, 35 por ciento las emisiones de carbono y de 30 a 50 por ciento el consumo de agua, además de que genera ahorros de 50 a 90 por ciento en el costo del manejo de los desechos.<sup>6</sup>

### Gastos de operación de edificios

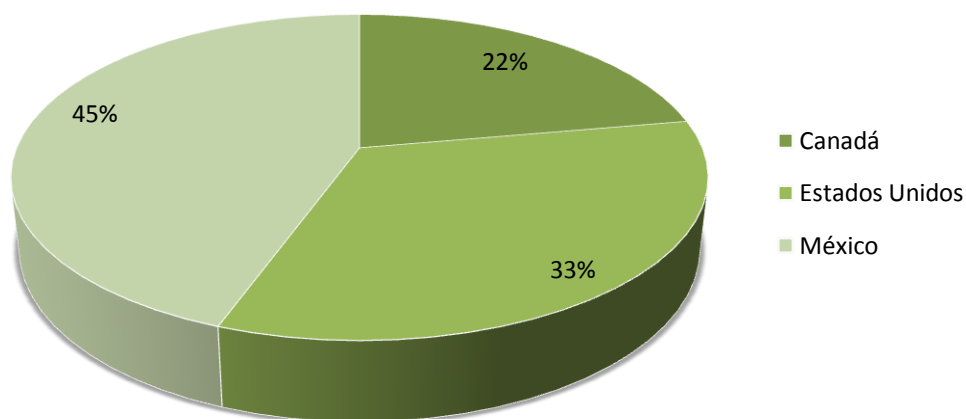


Gráfico 8: Gasto de operación de los edificios.

<sup>6</sup> Edificación Sustentable en América del Norte

### 2.3.1. USO SUFICIENTE DEL AGUA

En muchos países, el crecimiento de las grandes concentraciones urbanas ha provocado un incremento acelerado de explotación del agua dulce, frente a una disponibilidad cada vez más escasa, distante y comprometida. La escasez sufrida en los últimos años y la degradación del recurso asociada a las amenazas derivadas del cambio climático presentan escenarios de incertidumbre sobre la disponibilidad futura del agua. Por esto se requiere de la formulación de programas y uso de tecnologías que permitan el ahorro de agua; aplicación de tecnologías novedosas en el tratamiento de aguas negras; fomento de la cultura del reúso del agua, así como posibilidades de reinyectar a los mantos acuíferos el agua recolectada de la precipitación pluvial. En los próximos años, se pronostica que el cambio climático intensifique el estrés actualmente padecido por los recursos hídricos, debido al crecimiento de la población y al cambio económico y de los usos de la tierra y, en particular, a la urbanización.

Por lo que como medida de mitigación, la edificación sustentable usa varias técnicas para mejorar la calidad y disponibilidad del agua. Estas técnicas pueden ayudar a reducir el consumo de agua, así como permitir la limpieza in situ de aguas residuales y su reutilización, y el filtrado in situ de agua de lluvia.

De acuerdo a la Comisión Nacional del Agua (Conagua) los indicadores que deben cumplir los proyectos de agua potable y alcantarillado de un desarrollo de vivienda son de acuerdo a los requerimientos señalados en la TABLA 4 :

<b>Disponibilidad y uso del agua potable</b>		
<b>Criterios</b>	<b>Indicador</b>	<b>Debe ser demostrado con:</b>
Supervisión de la calidad del agua del conjunto	Incluido o no incluido	Especificaciones de diseño
Ahorro de agua	Volumen de agua usada por persona / vol. agua usada por el promedio por persona equivalente.	Especificaciones de diseño y referencias locales
Jardinería	Volumen de agua usada por unidad de área jardinada	Especificaciones de diseño y referencias locales
Captación y uso de agua pluvial	Volumen de agua usada / agua pluvial	Especificaciones de diseño
Tratamiento de aguas residuales	Volumen de agua usada/ el de agua tratada	Especificaciones de diseño
Localización central	Incluida o no incluida	Especificaciones de diseño
Punto de uso	Incluido o no incluido	Especificaciones de diseño
Recarga de acuíferos	Volumen entre agua usada y agua filtrada	Especificaciones de diseño
Uso de aguas grises en riego	Volumen entre agua gris usada para riego	Especificaciones de diseño
Reuso de aguas tratadas	Volumen entre agua usada y agua reusada	Especificaciones de diseño
Separación de sólidos de la cocina	Incluido o no incluido	Especificaciones de diseño
Separación de sólidos en la planta de tratamiento	Incluido o no incluido	Especificaciones de diseño
Uso de sólidos para la composta	Incluido o no incluido	Especificaciones de diseño
Uso de los sólidos como materiales para la construcción	Peso de sólidos usados como materiales de construcción	Especificaciones de diseño
Uso de energía renovable para bombeo de agua	Volumen entre agua usada y de agua bombeada con energías renovables	Especificaciones de diseño

Tabla 4: Requerimientos para la disponibilidad y uso del agua potable.<sup>7</sup>

<sup>7</sup> Comisión Nacional de Vivienda, *Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático*, CONAVI, Primera edición, 2008.

### 2.3.2. USO EFICIENTE DE LA ENERGÍA

La edificación sustentable aborda el cambio climático y otras emisiones atmosféricas relacionadas con la energía de dos formas básicas: en primer lugar (y lo más importante), reduciendo la energía usada para alumbrar, calentar, enfriar y operar edificios y sus aparatos; segundo, sustituyendo la energía producida con emisiones de carbono por alternativas que no generan Gases de Efecto Invernadero ni otras emisiones atmosféricas.

En México el consumo de energía en la vivienda representa el 25% del total nacional y está relacionado con las condiciones climáticas favorables del país y se distribuye como sigue: 63% de la energía es usada para cocinar, 29% para calentar agua, 5% para iluminación y 3% para enfriamiento. (Ver GRÁFICO 9)

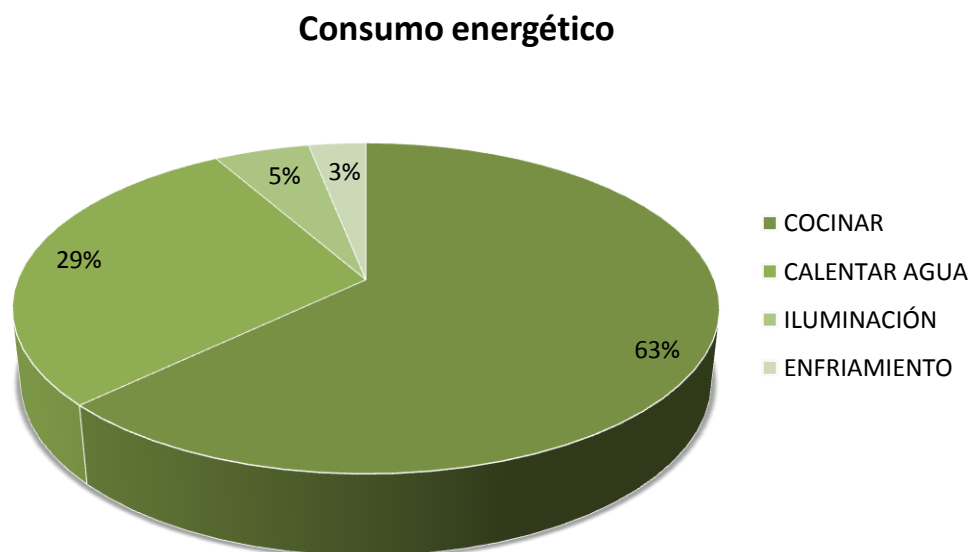


Gráfico 9: Usos finales en la vivienda

Las medidas que se han tomado como indicadores para acreditar que la vivienda cumpla con ciertos requerimientos de sustentabilidad están de acuerdo a los requerimientos señalados en la TABLA 5:

<b>Suministro, distribución y uso de la energía</b>		
<b>Criterios</b>	<b>Indicador</b>	<b>Debe ser demostrado con:</b>
Ventilación natural	Cambio de aire por día en la vivienda	Simulación con software
Calentamiento de agua con energía solar	Calentamiento de agua con energía solar	Especificaciones de diseño y simulación de software
Iluminación natural	Incluida o no incluida	Especificaciones de diseño y simulación de software
Reducción del piso de demanda por administración	Comparar demanda pico en verano entre promedio anual	Simulación con software
Entrega de energía excedente	Total de electricidad usada entre la electricidad proporcionada a la red	Simulación con software
Utilización del calor de desecho	Calor de desecho recuperado en la comunidad entre el calor de desecho generado	Simulación con software
Eficiencia energética por equipamiento: Gas, electricidad	Consumo promedio del área de la vivienda comparativo con el consumo de viviendas similares en la región	Simulación con software
Eficiencia energética en enfriamiento, aislamiento de techos y muros	Consumo promedio anual por unidad de vivienda por aire acondicionado	Simulación con software
Uso de fotovoltaicos	Uso de electricidad	Especificaciones de diseño y simulación con software
Diseño urbano y arquitectónico bioclimático	Toneladas promedio de aire acondicionado por vivienda	Simulación con software

**Tabla 5:** Requerimientos para la distribución, suministro y uso de la energía.

### **2.3.3. DISEÑO BIOCLIMÁTICO**

Este concepto se refiere al diseño de edificios energéticamente eficientes a través de la utilización de estrategias como: la calefacción solar pasiva, la iluminación natural, el enfriamiento convectivo y la conservación de energía, empleo de las energías renovables, captación del agua pluvial y tratamiento de aguas negras y grises, manejo de los desechos orgánicos y el uso del suelo y áreas verdes.

### **2.3.4. TRATAMIENTOS DE RESIDUOS SÓLIDOS**

La generación de desechos se relaciona con la población, riqueza y urbanización. Se estima que las tasas actuales mundiales de desechos post consumidor asciendan a 900–1300 Mt/año.

La cantidad y composición de los residuos sólidos es el reflejo de los patrones de consumo de la sociedad en que se vive, Estados Unidos y Canadá producen cerca de 2.0 kg de residuos sólidos urbanos por persona por día, mientras que el promedio de México es de 0.4 kg y el de la Ciudad de México 1.4 kg. La producción de residuos sólidos está estrechamente ligada con la sociedad de consumo.

La reducción de desechos mediante un mejor diseño de productos, reciclaje y reutilización de materiales tendrá como resultado enormes reducciones en el uso de materias primas, en los impactos ambientales asociados y en el costo para el sector privado y los gobiernos locales de eliminar estos materiales. La reducción de residuos de la construcción y la creación de componentes de edificación reutilizables y reciclables son, pues, beneficios fundamentales que habrán de derivarse de un mayor énfasis en la edificación sustentable. al reciclaje, minimización de desechos, reutilización y otras iniciativas. ( Ver TABLA 6).

<b>Residuos sólidos y líquidos</b>		
<b>Criterios</b>	<b>Indicador</b>	<b>Debe ser demostrado con:</b>
Tratamiento de aguas negras y grises	Volumen de agua usada entre el de agua tratada	Especificaciones de diseño
Escombros	Peso del escombros usado como material de construcción	Especificaciones de diseño
Desechos durante la construcción	Incluida o no incluida	Especificaciones de diseño
Residuos sólidos urbanos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Separación</li> <li>• Almacenamiento</li> <li>• Espacio para el volumen</li> <li>• Plan de recolección separada</li> </ul>	Incluido o no incluido	Especificaciones de diseño
Área para la elaboración de composta	Incluido o no incluido	Especificaciones de diseño
Residuos peligrosos: Plan de separación y manejo	Incluido o no incluido	Especificaciones de diseño

**Tabla 6:** Requerimientos del manejo de residuos sólidos y líquidos.



## 2.4. SITUACIÓN EN MÉXICO.

En México, la nueva dimensión climática en las políticas de vivienda implica satisfacer la demanda habitacional de una manera ambientalmente sustentable, incorporando elementos arquitectónicos y tecnológicos de alta eficiencia energética, y por tanto capaces de abatir las emisiones de GEI.

De acuerdo al informe de Comisión para la Cooperación Ambiental<sup>8</sup> el país ocupa el lugar 14 por volumen total de emisiones con 512 millones de toneladas equivalentes de CO<sub>2</sub> (año 2000); sin embargo, considerado en términos de emisiones por habitante, la posición de México se ubica en el lugar 76, con 5.2 toneladas por persona, Estados Unidos el sexto lugar con 24.5 toneladas de y séptimo lugar con 22.1 de Canadá.

A pesar de que en el consumo final energético por sectores el residencial, comercial y público sólo registra el 19.9%, en comparación con el sector transporte que representa el 47.0% en el consumo final energético, el sector industrial el 30.1%, y el sector agropecuario contribuye con el 3.0%<sup>9</sup>.

De acuerdo al Inventario de Emisiones<sup>10</sup>, el sector residencial -vivienda- fue responsable del 33% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero en el Distrito Federal.

De hecho, la participación de la vivienda en el inventario de emisiones directas de GEI alcanzan 3% del total, pero sumadas a las emisiones indirectas producto del consumo de electricidad, la participación de la vivienda ronda el 8% del total nacional<sup>11</sup>.

Por ello, es necesario integrar en las políticas de vivienda programas e instrumentos capaces de moderar y abatir las emisiones directas e indirectas, y al mismo

---

<sup>8</sup> Comisión para la Cooperación Ambiental, CCA, *Informe del Secretariado al Consejo Conforme al Artículo 13 del Acuerdo de Cooperación Ambiental de América del Norte*, CCA, 2008

<sup>9</sup> Secretaría de Energía, *División del consumo de energía por actividad económica*, Balance Nacional de Energía 2006, Secretaría de Energía, México.

<sup>10</sup> El inventario de emisiones lo publica anualmente las tendencias de emisiones de cada sector. Fuente: Secretaría de Energía. Balance Nacional de Energía 2006.

<sup>11</sup> Estas emisiones de acuerdo al Informe del Balance Nacional de Energía 2006, -Secretaría de Energía- las emisiones de CO<sub>2</sub>, producto del sector residencial, se incrementan 1.7% por año.

tiempo, aprovechar las oportunidades que ofrecen los mercados internacionales de carbono en plena expansión.

Así mismo, el gasto energético que se genera en el sector esta distribuido de la siguiente forma (Ver GRÁFICO 10).

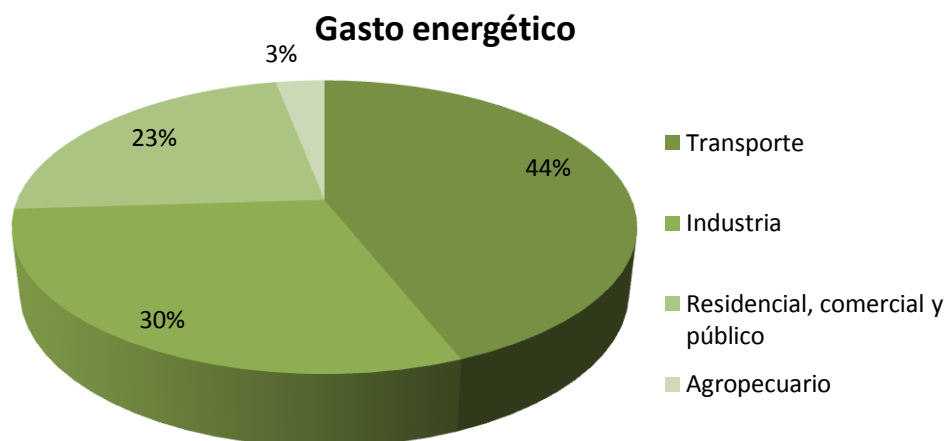


Gráfico 10: Gasto energético por sector en México.<sup>12</sup>

Por su parte, de acuerdo a los porcentajes marcados en el GRÁFICO 11, los requerimientos de los subsectores el residencial representa el 83.5%, el comercial 13.7% y público 2.8%.

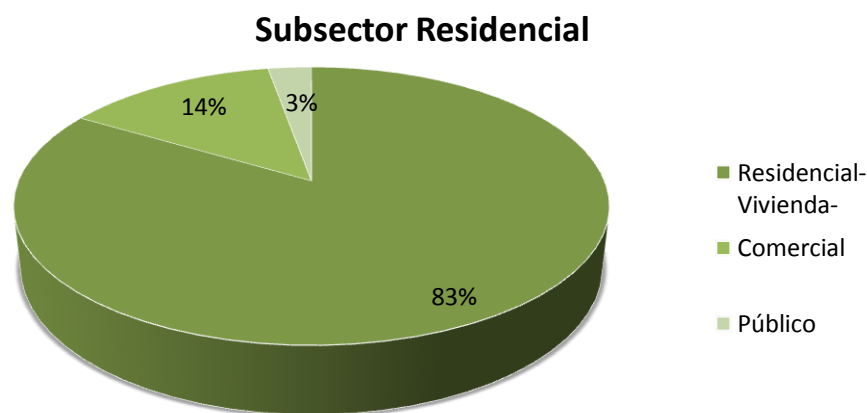


Gráfico 11: Gasto energético por sector residencial en México.<sup>13</sup>

<sup>12</sup> La gráfica indica el análisis del consumo energético. Fuente: Secretaría de Energía, *Balance Nacional de Energía* Secretaria Nacional de Energía, México, 2007.

El consumo excesivo de energía en México es consecuencia , entre otras condiciones, de un mal diseño en la vivienda y es causa de emisiones de CO<sub>2</sub>, con repercusiones a largo y mediano plazo, por lo que es preciso crear y aplicar políticas públicas tendientes a la sustentabilidad de la vivienda.

De acuerdo a cifras estimadas en el Programa de Desarrollo Urbano, (Conavi, 2008), Se propone la construcción de cerca de un millón de nuevas viviendas por año durante el período 2007-2012, lo cual representará un verdadero reto energético y ambiental. En este contexto cabe considerar como ejemplo, que una vivienda mal diseñada en zonas cálidas registrará al menos un consumo adicional de 1,000 kWh al año, lo que representa cerca de 600 kg de CO<sub>2</sub> liberados innecesariamente a la atmósfera. Dado que la mitad de los usuarios domésticos de energía eléctrica se encuentran en zonas cálidas, si se continúan omitiendo criterios de diseño sustentable, se generará un consumo en exceso de 500 millones de kWh, equivalentes a 300 mil toneladas de CO<sub>2</sub> emitidas a la atmósfera de manera ineficiente<sup>14</sup>.

Para el sector vivienda en México, es indispensable definir y aplicar lineamientos, normas, criterios y elementos tecnológicos para desarrollos de vivienda que logren reducciones significativas de emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a las prácticas convencionales, tomando como base los siguientes objetivos generales<sup>15</sup>:

Establecer nuevas orientaciones de sustentabilidad energética y ambiental en las políticas y acciones de vivienda promovidas, financiadas, o instrumentadas por organismos gubernamentales y entidades privadas.

Fomentar el desarrollo y utilización de nuevas tecnologías de eficiencia energética y de minimización de impactos ambientales.

---

<sup>13</sup> La gráfica indica el análisis del consumo energético. Fuente: Secretaría de Energía, *Balance Nacional de Energía* Secretaria Nacional de Energía, México, 2007.

<sup>14</sup> Comisión Nacional de Vivienda, *Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático* Primera edición, Conavi, México, 2008.

<sup>15</sup> Comisión Nacional de Vivienda, *Programa Específico para el Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático* Primera edición, Conavi, México, 2008.

Plantear lineamientos que favorezcan la sustentabilidad del desarrollo habitacionales y dar una dimensión de interés global a las políticas nacionales de vivienda y desarrollo urbano.

Generar un financiamiento adicional a la vivienda a través de los Certificados de Reducción de Emisiones de Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto.

Aunque en vivienda, los proyectos individuales son relativamente pequeños en cuanto a reducción de emisiones, al hacer propuestas integrales de conjuntos habitacionales se podrían obtener proyectos que logren ahorros significativos en energía y CO<sub>2</sub> no emitido al medio ambiente.

### CAPÍTULO III

#### MECANISMOS FINANCIEROS

**OBJETIVO:** Analizar los esquemas financieros que ofrecen los organismos internacionales y nacionales a fin de determinar cuales de éstos podrían ser aplicables e impulsen la edificación de la vivienda sustentable en México.

Aunque actualmente se están impulsando varias iniciativas para fomentar la adopción de principios sustentables en el sector de vivienda, en particular, en desarrollos habitacionales con la participación del gobierno, por medio de la Comisión Nacional de Vivienda (Conavi) y la documentación de prácticas sustentables, así como la definición de criterios e instrumentos regulativos a fin de que las edificaciones residenciales reciban subsidios oficiales para incorporar tecnologías de conservación del agua y energía (por ejemplo, aislamiento térmico y alumbrado eficiente), así como el uso de energía solar para el agua caliente y la generación eléctrica, y el Instituto del Fondo Nacional de Vivienda para los Trabajadores (Infonavit) —ha creado un programa de “hipotecas verdes” (Crédito Infonavit para Vivienda Ecológica), las inversiones y el interés en la edificación sustentable no ha tenido el impulso espererado, las razones son diversas y complejas y el argumento financiero en defensa de la edificación sustentable aún no se arraiga firmemente en la comunidad de bienes raíces, desarrolladores inmobiliarios y el adquirente final —usuario-, debido, seguramente a la presencia de los siguientes riesgos respecto a la edificación sustentable, que se refleja en varias vertientes de incertidumbres respecto a; la confiabilidad en las tecnologías de edificación sustentable; los costos de desarrollos inmobiliarios sustentables; los beneficios económicos de los bienes raíces sustentables; el desempeño de los edificios sustentables con el paso del tiempo, y; la carencia de un adecuado sistema de financiamiento.

Sin embargo, las tendencias y las acciones para impulsar este sector sigue sin ofrecer opciones que establezcan las condiciones necesarias para su fortalecimiento,

aunque, en la Ley de Vivienda<sup>1</sup> se reconoce la necesidad articular los elementos básicos del financiamiento habitacional: el crédito, los subsidios, el ahorro y otras aportaciones. No se señalan las bases jurídicas que realmente logren impulsar el verdadero desarrollo de la vivienda sustentable.

### 3.2. PROGRAMA HIPOTECAS VERDES.

La hipoteca verde es un producto financiero que existe desde hace años en otros países. En Europa y Estados Unidos, la Hipoteca Verde es denominada como: Hipoteca ecológica; Hipoteca de Energía Eficaz; Crédito para Edificación Sustentable; *Green Mortgage*. Los esquemas de Hipotecas Verdes conocidos como *Energy Efficient Mortgages* se basan en la premisa de que el acreditado obtendrá ahorros por la disminución en el consumo de energía.

En Estados Unidos de América existe desde los años 70<sup>2</sup>, para poder acceder a estas hipotecas la vivienda tiene que pasar una certificación, llamada HERS (*Home Energy Rating Systems*). En otros países como Canadá también se cuenta con experiencia en este campo, el mecanismo es el mismo.

Aunque los programas de hipotecas verdes no son ofrecidas únicamente por medio del Infonavit, cabe mencionar que de acuerdo a las iniciativas impulsadas a través de la Conavi, se han impulsado hipotecas verdes por medio de otros organismos tales como la Sociedad Hipotecaria Federal (SHF) y la banca comercial.

---

<sup>1</sup> Ley de Vivienda, Título Cuarto, del Financiamiento para la Vivienda, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 27 de junio de 2006

<sup>2</sup> En Estados Unidos las hipotecas verdes nacieron en 1979 cuando el presidente Jimmy Carter firmó un convenio federal patrocinando al mercado secundario para ofrecer a los consumidores incentivos por casas con eficiencia energética. El concepto estaba basado en la premisa que un uso eficiente de energía en las casas tendría ahorros, éstos podrían ser considerados, permitiendo a los compradores por un mayor préstamo hipotecario.

**INFONAVIT: PROGRAMA DE HIPOTECAS VERDES**

Consiste en construir viviendas bajo criterios sustentables posibles de ser adquiridas con crédito Infonavit.

Las características de los desarrollos ecológicos son:

- a) Contar con sistemas que contribuyan a la conservación de los recursos naturales como infraestructura hidráulica y pozos de absorción que permiten recargar y recuperar el manto acuífero.
- b) Viviendas con sanitarios con economizadores de agua de seis o cuatro litros por descarga.
- c) Impermeabilización de azoteas con acabado de aluminio para reflejar los rayos solares para evitar el calentamiento. Sobre todo para zonas con temperaturas superiores a los 23 grados centígrados.
- d) Exteriores de la vivienda con pintura antireflejante para bajar la temperatura al interior de la vivienda
- e) Llaves de mano y de regadera con dispositivos de ahorro de agua.
- f) Diseño de cubos o domos a fin de aprovechar los cruces de ventilación.
- g) Utilización de materiales aislantes y termodinámicos.
- h) Instalación de focos ahorradores.
- i) Utilización de calentadores solares.
- j) Instalación de celdas fotovoltaicas
- k) Ventanas térmicas de doble cristal.

### 3.3. MECANISMOS DE DESARROLLO LIMPIO (MDL)

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) es uno de los tres mecanismos<sup>3</sup> de flexibilidad para la reducción de gases efecto invernadero establecidos en el Protocolo de Kyoto. El MDL es un mecanismo diseñado para promover la inversión en proyectos que reduzcan o capturen emisiones de gases efecto invernadero en países en vía de desarrollo y es el único mecanismo del protocolo de Kyoto que promueve las alianzas entre países desarrollados y en vía de desarrollo.

Los proyectos MDL son aquellos cuya implementación deriva en la reducción de emisiones de gases efecto invernadero GEI. y que a la par podrían ofrecer financiamiento, transferencia tecnológica, cooperación técnica y capacitación para proyectos de una elevada rentabilidad, tanto privada como social y ambiental.

La generación de proyectos Mecanismo de Desarrollo Limpio MDL ha sido relativamente escasa en México considerando el potencial de mitigación, que por lo que aún no alcanza porcentajes significativos con respecto a las oportunidades nacionales. En resumen, por el tamaño de nuestra población y dinámica económica, nuestro país podría tener más proyectos MDL, especialmente en los sectores donde se produce energía primaria, como son el sector petrolero y el eléctrico, así como en los sectores donde más se consume energía como es, destacadamente, el sector cementero, la industria, el transporte o el sector doméstico. Para la promoción de estos mecanismos en Mexico, el Fondo Mexicano de Carbono (FOMECAR) surge de la iniciativa conjunta de instituciones mexicanas con el fin de apoyar a la comunidad empresarial y a las entidades del sector público del país para que realicen proyectos que sean MDL.

---

<sup>3</sup> 1.*Mecanismo de Desarrollo Limpio*: los países industrializados pueden financiar proyectos de reducción de emisiones en países en desarrollo y recibir créditos por ello.2 *Implementación Conjunta*: este mecanismo permite a los países adquirir unidades de reducción de emisiones a través del financiamiento de ciertos tipos de proyectos en otros países miembros.3.*Transacción de Emisiones*: corresponde a un régimen de transacción internacional de emisiones que permite a los países industrializados comprar y vender créditos de emisiones entre ellos mismos.



¿Qué se busca en un proyecto MDL? Que se reduzca o elimine la emisión de gases de efecto invernadero; una adecuada gestión del medio ambiente; que contribuya al desarrollo sustentable del país; que cuente con viabilidad técnica; que sea un proyecto financieramente viable.

Los MDL generan ingresos y se comercializan en el mercado de carbono. Los bonos de carbono<sup>4</sup> son un MDL que obliga a que los países desarrollados reduzcan sus Gases Efecto Invernadero (GEI). El mercado de carbono se viene desarrollando a nivel mundial desde 1996, pero sólo en los últimos años adquirió mayor fuerza. Los bonos de carbono son un mecanismo internacional de descontaminación para reducir las emisiones contaminantes al medio ambiente. El sistema ofrece incentivos económicos para que empresas privadas contribuyan a la mejora de la calidad ambiental y se consiga regular la contaminación generada por sus procesos productivos, considerando el derecho a contaminar como un bien canjeable y con un precio establecido en el mercado.

La transacción de los bonos de carbono permite atenuar la generación de gases contaminantes, beneficiando a las empresas que no contaminan o disminuyen la contaminación y haciendo pagar a las que contaminan más de lo permitido.

La idea de este sistema de comercio es que el que contamina, paga. Si los países industrializados comprometidos por el Protocolo de Kyoto a reducir sus emisiones, particularmente las de CO<sub>2</sub>, no logran disminuir la contaminación que generan pueden optar por la compra de bonos de carbono.

¿Quién los vende el CO<sub>2</sub>? Por un lado, los países que puedan ahorrar algunas unidades de emisión pueden vender este exceso a los países que superan sus objetivos. En este sistema se reúne a quienes quieren comprar bonos para compensar sus emisiones y a aquellos que pueden venderlos por estar absorbiendo o reduciendo CO<sub>2</sub>.

Existen “varios tipos” de bonos de carbono, dependiendo de la forma en que éstos fueron generados:

---

<sup>4</sup> El nombre de “bonos de carbono” se ha dado como un nombre genérico a un conjunto de instrumentos que pueden generarse por diversas actividades de reducción de emisiones

Certificados de Reducción de Emisiones (CERs) por un monto equivalente a la cantidad de bióxido de carbono equivalente que se dejó de emitir a la atmósfera como resultado del proyecto, los países que inviertan en proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio, pueden obtener Certificados de Reducción de Emisiones.

Montos Asignados Anualmente (AAUs) Corresponde al monto total de emisiones de gases de efecto invernadero que a un país se le permite emitir a la atmósfera durante el primer período de compromiso (2008-2012) del Protocolo de Kioto.

Unidades de Reducción de Emisiones (ERUs) Corresponde a un monto específico de emisiones de gases de efecto invernadero que dejaron de ser emitidas por la ejecución de un proyecto de Implementación Conjunta.

Unidades de Remoción de Emisiones (RMUs) Corresponde a créditos obtenidos por un país durante proyectos de captura de carbono. Las Unidades de Remoción de Emisiones solamente pueden ser usadas por los países dentro del período de compromiso durante el cual fueron generadas, y son para cumplir con sus compromisos de reducción de emisiones. Estos créditos no pueden ser considerados en períodos de compromiso posteriores.

Los proyectos que pueden postular al Mecanismo de Desarrollo Limpio, deben:

- Reducir o capturar GEI (que deben ser reales, medibles y de largo plazo)
- Contribuir al desarrollo sustentable del país.
- Contar con la aprobación de la Autoridad Nacional designada.

Con los MDL como un mecanismo financiero en el desarrollo de vivienda sustentable, se hace necesario explorar las opciones disponibles para negociar bonos de carbono vinculados a proyectos de desarrollo de vivienda sustentable. Para esto, se necesita; Generar y difundir información técnica sobre la problemática de la vivienda; Analizar el potencial de mitigación de emisiones de carbono a través del desarrollo de nuevas alternativas en la edificación de vivienda en las zonas urbanas; cuantificar el valor, actual y potencial del carbono en el mercado.

## CAPÍTULO IV

## ESTUDIOS DE CASO

**OBJETIVO:** Analizar los proyectos que se han impulsado para reconocer las ventajas y desventajas que han tenido desde el enfoque financiero.

Se analizan los siguientes proyectos pilotos en los cuales se han condicionado criterios de sustentabilidad tales como: calentador solar, ventilación subterránea, tratamiento de agua gris y re-uso, ahorro de energía en iluminación, ahorro de agua, logrando los siguientes resultados indicados en la TABLA 7.

<b>Constructora /ciudad</b>	<b>Número de viviendas</b>	<b>Ahorro de energía KWH</b>	<b>Ahorro en facturación \$</b>	<b>Reducción de CO<sub>2</sub> ton</b>
<b>BRACSA. Acapulco</b>	<b>62</b>	<b>151,900.00</b>	<b>288,610.00</b>	<b>104.78</b>
<b>URBI. Mexicali, Hermosillo, Ciudad Juarez</b>	<b>4476</b>	<b>3,811,761.60</b>	<b>7,337,641.08</b>	<b>2,685.60</b>
<b>PULTE. Querétaro</b>	<b>45</b>	<b>82,798.20</b>	<b>159,213.15</b>	<b>58.08</b>
<b>Estado de Nuevo León</b>	<b>56</b>	<b>102,925.76</b>	<b>198,131.92</b>	<b>72.24</b>
<b>Estado de Tamaulipas</b>	<b>358</b>	<b>657,998.68</b>	<b>1,266,629.06</b>	<b>461.82</b>
<b>TOTAL</b>	<b>4997</b>	<b>4,807,285.24</b>	<b>9,250,225.21</b>	<b>3,342.49</b>

Tabla 7: Tabla comparativa entre proyectos de vivienda sustentable.

Para este análisis podemos observar que la distribución del gasto energético varia de acuerdo a la región climática en que ubica el proyecto (ver GRÁFICO 12-13), es decir:

### Distribución de consumo de energía en la vivienda en: Clima templado

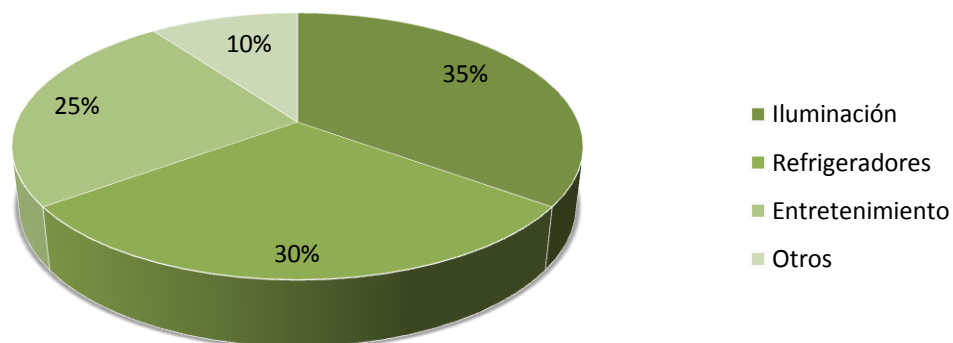


Gráfico 12: Distribución de gasto energético clima templado.<sup>1</sup>

### Distribución de consumo de energía en la vivienda en: Clima cálido

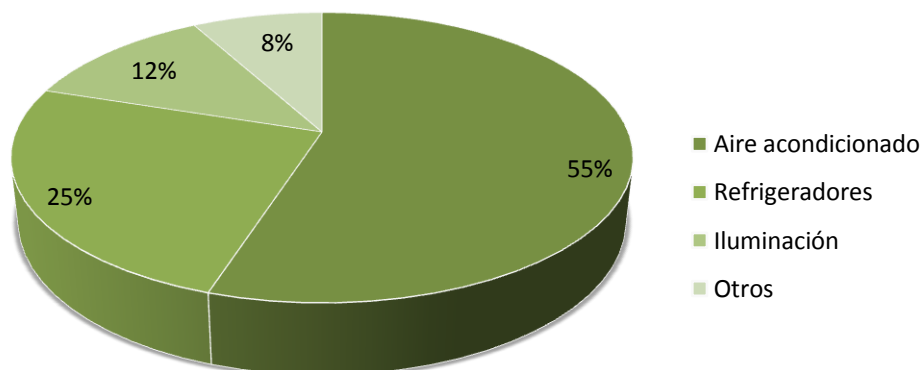


Gráfico 12: Distribución de gasto energético clima cálido<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Secretaría de Energía, *Balance Nacional de Energía* Secretaria Nacional de Energía, México, 2007.

<sup>2</sup> *Ibidem*.

Otra condicionante que varía el gasto energético lo constituye el implemento de los productos de eficiencia energética que adopten las los proyectos de vivienda tales como:

- Aislamiento térmico en el techo de la vivienda
- Ventanas y puertas selladas
- Lámparas fluorescentes compactas
- Acondicionadores de aire
- Refrigerador

Siguiendo estas condicionantes podemos observar los siguientes resultados:

TECNOLOGÍA	CONSUMO VIVIENDA CONVENCIONAL( KWh/AÑO)	CONSUMO VIVIENDA SUSTENTABLE ( KWh/AÑO)	AHORRO EN CONSUMO	
			( KWh/AÑO)	%
Aire acondicionado	2,603	1,545	1,058	40.6
Iluminación	862	223	639	74.1
Refrigerador	633	360	273	43.1
Electrodomésticos	559	559	0	0
<b>TOTAL ANUAL</b>	<b>4,657</b>	<b>2,687</b>	<b>1,970</b>	<b>42.3</b>

**Tabla 8:** Comparativa del uso de tecnologías aplicables a la vivienda sustentable- Consumo y ahorro comparativo.

Los datos presentados en las tablas 7 y 8 , nos muestran que aplicando tecnologías eficientes existen , sin duda, beneficios energéticos (ahorro de energía que se reflejará en los costos facturados). Estos ahorros no sólo debemos considerarlos desde este único beneficio, sino en lo que se refiere en las reducciones de CO<sub>2</sub> no emitidas.

## CAPÍTULO V

### PROPUESTA

**OBJETIVO:** A partir del análisis de los capítulos anteriores, se propone obtener información estratégica que permita a los empresarios identificar oportunidades, así mismo plantear una opción que desde la perspectiva financiera proponga alternativas que impulse al desarrollo de vivienda sustentable.

En México, ¿existen mecanismos financieros aplicables al impulso de la vivienda sustentable?. Sí, Una vivienda desarrollada con criterios de sustentabilidad representa un ahorro de energía y deja de emitir en promedio 1.29 ton de CO<sub>2</sub>. Si sumáramos todas las viviendas que se pudieran construir bajo éstos criterios se tendría acceso al programa de MDL y el sobre costo podría ser asumido por los Bonos de Carbono con lo que se podría obtener un financiamiento.

De esta manera con la adopción proyectos de vivienda con MDL, México podría identificar las múltiples oportunidades que representan la participación en los Mecanismos de Desarrollo Limpio (MDL)<sup>1</sup>.

Así el desarrollador podría hacerse de recursos económicos para poder implementar a sus proyectos de vivienda criterios de sustentabilidad adoptando mecanismos económicos como, por ejemplo, los MDL. La ventaja para el desarrollador sería que tendría acceso a recursos económicos; una de las desventajas sería que dichos recursos estarían limitados por el número de viviendas y tendrían que estar a expensas de la aprobación de instituciones internacionales.

---

<sup>1</sup> Esta hipótesis parte de la consideración que nuestro país emite 643 millones de toneladas al año de gases de efecto invernadero. Si redujera en 100 millones de toneladas las emisiones, podrá recibir mil millones de dólares anuales a través de los Mecanismos para un Desarrollo Limpio (MDL), esto a través del impulso de la construcción y promoción de vivienda sustentable, ya que con este tipo de construcciones se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub>, por lo que éstas reducciones podrán “monetarizarse”. Fuente: Fondo Mexicano del Carbono. [www.fomecar.com.mx](http://www.fomecar.com.mx)

Por otra parte, el adquirente final de vivienda podría recurrir a sistemas de crédito como las hipotecas verdes<sup>2</sup> para poder obtener un mejor préstamo y al adquirir una vivienda sustentable tendría ahorros a largo de la vida del inmueble en lo que se refiere al consumo de energía, agua, etc. Así mismo los consumidores que acrediten haber optado por sistemas generadores o ahorradores de energía podría promover tarifas de pago diferenciales y estímulos fiscales y crediticios. A mayor ahorro, mayor apoyo y mayor beneficio ambiental y económico.

---

<sup>2</sup> El otorgamiento de una hipoteca verde, no estaría limitada solo al Infonavit, sino éstas podrían ser otorgadas por otras instituciones tales como las sofoles, sistema bancario.

### 5.1. METODOLOGÍA PARA LA DETERMINACIÓN DEL PROYECTO

Para la determinación de este análisis he propuesto la revisión de un proyecto con las siguientes características:

Datos generales:

Edificio de 5 niveles <sup>(ver anexo I)</sup>	
Ubicación	Lomas de Tepemeca, Tlalpan, D.F.
Uso	Habitacional
No. De departamentos x nivel	3

Tabla 9: Datos generales del proyecto propuesto.

Para comprobar que este proyecto de vivienda sustentable puede aplicar para conseguir financiamiento en los MDL, se seguirá la siguiente metodología:<sup>3</sup>

Primero se propondrá la sustitución e incorporación de distintas combinaciones de elementos tecnológicos.

Y, los aspectos que abarcará la metodología son :

La reducción de consumo de electricidad; el uso de tecnologías eficientes (lámparas, aire acondicionado, electrodomésticos); y, diseño bioclimático.

Así mismo se propone la sustitución, por vivienda, de tecnología y aire acondicionado de tipo convencional por eficiente con las siguientes características:

Iluminación: 5 lámparas

Electrodomésticos: 1 refrigerador, 1 televisión

Aire acondicionado: 1 equipo

Calentador de aire: 1 equipo

<sup>3</sup> Una vivienda sustentable requiere de una metodología aprobada por la ONU a través de la Junta Directiva del MDL del Protocolo de Kioto. Fuente: [www.ecosecurities.com.mx](http://www.ecosecurities.com.mx)



Para determinar el potencial de ahorro de energía en la iluminación se establece la rentabilidad de cambios de lámparas incandescentes por fluorescentes compactas.

	Tipo de lámpara	Características
<b>Tecnología Convencional</b>	Lámparas Incandescentes	La luz es producida por medio del calentamiento de un filamento hasta el punto de incandescencia lo que resulta en que el 90% de la electricidad se convierte en calor.
<b>Tecnología Eficiente</b>	Lámparas fluorescentes	Son más eficientes que las incandescentes y contienen, generalmente, gases de argón y mercurio que convierten energía a luz.

Tabla 10: Comparativo de características entre tecnología convencional y eficiente aplicable al proyecto.(Iluminación y electrodomésticos).

Las variables que he considerado para determinar la rentabilidad de una medida de ahorro de energía en lo que se refiere a tecnología (iluminación y electrodomésticos) son:

- La energía que se puede ahorrar, en función de la tecnología utilizada y de la que la puede sustituir. <sup>(a)</sup>
- La tarifa o precio de la energía que utiliza, lo cual permite establecer el valor monetario de lo que se puede ahorrar. (0.7044 kw/h) <sup>(ver tabla LyF)</sup>
- El costo de la modificación o de la sustitución del equipo o sistema. <sup>(b)</sup>
- La tasa de retorno que se espera al hacer la inversión para ahorrar energía.
- Estimado de ahorro de energía por horas de uso al día.
- Estimado de emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas.

## LUZ Y FUERZA DEL CENTRO



Concepto	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Cargo Fijo	1789.22	1764.42	1775.71									
C x Dem Reserv	19.45	19.18	19.30									
C x Dem Medida	8.74	8.62	8.68									
C x kWh Punta	0.9644	0.8304	0.8635									
C x kWh Intermedio	0.8086	0.6963	0.7241									
C x kWh Base	0.7866	0.6774	0.7044									

Tabla 11: Cuotas aplicables mensualmente (pesos por kw/h), región central, año 2009<sup>4</sup>.

Tecnología <sup>(a)</sup>	Potencia (Watts) <sup>(a)</sup>	Vida útil (horas) <sup>(b)</sup>	Costo (\$) <sup>(b)</sup>
Lámpara Incandescente	100-35	2,500	10
Lámpara Fluorescente	12-9	8,000-10,000	60
Refrigerador convencional	400	3'504,000	4,000
Refrigerador eficiente	250	3'650,000	7,000
Televisión convencional	135	2'398,050	2,500
Televisión eficiente	70	4'796,100	9,000

Tabla 12: Comparativo entre potencia, vida útil y costo de tecnología convencional y eficiente aplicable al proyecto. (Iluminación y electrodomésticos).

<sup>4</sup> Fuente: Luz y Fuerza del centro. Cuotas aplicables mensualmente (pesos por kw/h), región central, 2009.

Para determinar el potencial de ahorro de energía en el acondicionamiento de aire, la propuesta consiste en regular las condiciones en cuanto a la temperatura, humedad y limpieza (renovación, filtrado).

	Tipo de equipo	Características
<b>Tecnología Convencional</b>	Equipo convencional	Las máquinas de aire acondicionado funcionan por compresión o por absorción, basados en la propiedad física de que la evaporación de un líquido o la dilatación de un gas absorben calor, y la compresión o condensación desprenden calor.
<b>Tecnología Eficiente</b>	Equipo EER	Equipos de aire acondicionado con alto rendimiento EER (Energy Efficiency Ratio), que es equivalente a los BTU de enfriamiento entregados por hora en relación a la potencia eléctrica demandada al equipo medida en Watts.

**Tabla 13:** Comparativo de características entre tecnología convencional y eficiente aplicable al proyecto. (Aire acondicionado)

Las variables que he considerado para determinar la rentabilidad de ahorro de energía en lo que se refiere a aire acondicionado y calentadores de aire son:

- La energía que se puede ahorrar, en función de la tecnología utilizada y de la que la puede sustituir. <sup>(a)</sup>
- La tarifa o precio de la energía que utiliza, lo cual permite establecer el valor monetario de lo que se puede ahorrar. (0.669 kw/h)<sup>5</sup>
- El costo de la modificación o de la sustitución del equipo o sistema. <sup>(b)</sup>
- La tasa de retorno que se espera al hacer la inversión para ahorrar energía.
- Estimado de ahorro de energía por horas de uso al día.
- Estimado de emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas.

<sup>5</sup> Fuente: Luz y Fuerza del centro. Cuotas aplicables mensualmente (pesos por kw/h), 2009.

Tecnología <sup>(a)</sup>	Potencia (Watts) <sup>(a)</sup>	Vida útil (horas) <sup>(b)</sup>	Costo (\$) <sup>(b)</sup>
Acondicionadores de aire convencional	500	250	10,000
Acondicionadores de aire eficiente	100	600	15,000
Calentador de aire convencional	2,800	250	4,000
Calentador de aire eficiente	1,500	600	7,000

Tabla 14: Comparativo entre potencia, vida útil y costo de tecnología convencional y eficiente aplicable al proyecto.(Aire acondicionado)

Dadas las las variables anteriores y con los datos contenido en las tablas 9, 10, 11, 12, 13 y 14 se hará el cálculo para determinar:

**CEA** = Costos de Energía Ahorrada (inversión)

**CEmA** = Costo de Emisiones ahorrados(CO<sub>2</sub>)

En los costos de la energía ahorrada CEA<sup>6</sup>, la comparación de alternativas esta adecuado directamente a tecnologías eficientes y representa el valor del ahorro por unidad energética, tomando en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

De esta manera al dividir el costo adicional de la inversión de una tecnología eficiente, entre la energía anual ahorrada al utilizar dicha tecnología.

El CEA deberá ser menor al precio de la energía para que la inversión sea rentable<sup>7</sup>.

Para el cálculo se utilizará la siguiente fórmula:

<sup>6</sup> Sheinbaum Pardo, C. Tesis: Economía del uso eficiente de la energía eléctrica en la iluminación, Facultad de Ingeniería, División de Posgrado, UNAM, 1990. Pág. 53

<sup>7</sup> En los proyectos sustentables, se debe considerar, no solo el CEA sino las emisiones de CO<sub>2</sub> evitadas.

$$CEA = \frac{\text{Ceficiente} - \text{Cconvencional}}{\text{Eeficiente} - \text{Econvencional}}$$

Donde:

CEA = Costo de energía ahorrada

Ceficiente = Inversión inicial de la tecnología eficiente

Cconvencional= Inversión inicial de la tecnología convencional

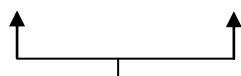
Eeficiente = Consumo anual de energía de la tecnología eficiente

Econvencional= Consumo anual de energía de la tecnología convencional

Esta forma de plantear el CEA permite calcular alternativas que contienen elementos con diferentes vidas útiles.

Con los datos obtenidos a partir de los cálculos anteriores se podrá obtener y monitorear la reducción de consumo de electricidad y la reducción emisiones CO<sub>2</sub>. El monitoreo se realizará a partir de la siguiente relación:

$$(\text{Consumo base} - \text{Consumo proyecto}) \times \text{No. De casas} \times \text{Factor de emisiones} \quad (\text{ver anexo II})$$



Parámetros a  
monitorear

## CÁLCULO COMPARATIVO ENTRE LA ILUMINACIÓN CONVENCIONAL Y EFICIENTE

	<b>Foco convencional</b>		<b>Foco eficiente</b>	
No. De focos por departamento	5	Focos	5	Focos
Potencia	100	Watts	12	Watts
Potencia	500	Watts	60	Watts
# horas al día	5	horas	5	Horas
energía-día	2500	watts-hora-días	300	watts-hora-días
energía-año	912.5	kwatts hora al año	109.5	kwatts hora al año
horas al año de foco prendido	1825	horas al año	1825	horas al año
N	0.21917808		2.19178082	
Factor de emisión (0.68535881)	625.389914	ton de CO2	75.0467897	ton de CO2
<b>INVERSIÓN ANUAL</b>				
no. De focos por departamento	5	Focos	5	Focos
costo por foco	10	pesos	60	Pesos
subtotal no. De focos/costo por foco	50	pesos	300	Pesos
vida del foco	400	horas	4000	Horas
# de focos al año	4.5625	Focos	0.45625	
Costo total al año(total de focos)	228.125	pesos	136.875	Pesos
<b>Precio de la electricidad</b>	0.7044	\$/KWh	0.7044	\$/KWh
costo anual	642.765	Pesos	77.1318	Pesos
<b>Costo total</b>	<b>870.89</b>		<b>214.0068</b>	

CEA	Ceficiente-Cconvencional / Econconvencional-Eeficiente		
Anualidades	A	=	$i(1+i)^n / (1+i)^n - 1$
I	0.13		
N			
Convencional		0.027149435	49.1831334
Eficiente		0.307182769	33.1920492

Costo Energía Ahorrada (inversión)	-0.01991418
CEA inversión + operación)	-0.72431418
Costo de emisiones ahorradas	-0.02905657
Costo de emisiones ahorradas	-1.05683938

CÁLCULO COMPARATIVO ENTRE LA TECNOLOGÍA CONVENCIONAL Y EFICIENTE

	Refrigerador convencional		Refrigerador eficiente	
Potencia	400	watts	250	Watts
# horas al día	8	horas	8	Horas
energía-día	3200	watts-hora-días	2000	watts-hora-días
energía-año	3.565	Kwh/año	2.365	Kwh/año
horas al año	2920	horas al año	2920	horas al año
N	1.36986301		2.39726027	
	1.7825	ton de CO2	1.1825	ton de CO2
<b>INVERSIÓN ANUAL</b>				
no. De refrigerador	1	refrigerador	1	Refrigerador
Costo	4000	pesos	7000	Pesos
subtotal no. De refrigerador/costo por refrigerador	4000	pesos	7000	Pesos
vida del refrigerador	3504000	horas. 3 años	3650000	horas. 5 años
# de ref. al año	0.00083333	refrigerador	0.0008	Refrigerador
Costo total al año	3.33333333	pesos	5.6	Pesos
<b>precio de la electricidad</b>	0.7044	\$/KWh	0.7044	\$/KWh
costo anual	2.511186	pesos	1.665906	Pesos
Costo total	5.84451933		7.265906	
CEA	Ceficiente-Cconvencional / Econconvencional-Eeficiente			
Anualidades	A	=	$i(1+i)^n /$	$(1+i)^n -1$
I	0.13			
N				
Convencional	0.15369281	0.182252379	0.84329659	
Eficiente	0.17425538	0.340426002	0.51187447	



Costo Energía Ahorrada (inversión)	-0.2761851
CEA inversión + operación)	-0.2761851
Costo de emisiones ahorradas	-0.55237019
Costo de emisiones ahorradas	3.22540758

CÁLCULO COMPARATIVO ENTRE LA TECNOLOGÍA CONVENCIONAL Y EFICIENTE

	televisión convencional		televisión eficiente	
Potencia	135	Watts	70	Watts
# horas al día	6	Horas	6	Horas
energía-día	2190	horas al año	2190	horas al año
energía-año	810	watts-hora-días	420	watts-hora-días
horas al año	295.65	Kwh/año	153.3	Kwh/año
N	147.825	ton de CO2	76.65	ton de CO2
no. De TV	1	TV	1	TV
Costo	2500	Pesos	9000	Pesos
subtotal no. De TV/costo por TV	2500	Pesos	9000	Pesos
vida del tv	2398050	horas. 3 años	4796100	horas. 6 años
# de TV al año	0.000123288	TV	3.19635E-05	TV
Costo total al año	0.308219178	Pesos	0.287671233	Pesos
<b>precio de la electricidad</b>	0.7044	\$/KWh	0.7044	\$/KWh
costo anual	570.564	Pesos	295.848	Pesos

570.8722192

296.1356712

CEA	Ceficiente-Cconvencional / Econconvencional-Eeficiente		
Anualidades	A	=	$i(1+i)^n / (1+i)^n - 1$
i	0.13		
n			
Convencional	9125659.501	70197379.78	0.130000002
Eficiente	1521.969836	11706.46028	0.130011105

Costo Energía Ahorrada (inversión) 2.84696E-08

CEA inversión + operación) 2.84696E-08

Costo de emisiones ahorradas 1.55998E-07

Costo de emisiones ahorradas -0.00028854

CÁLCULO COMPARATIVO ENTRE LA TECNOLOGÍA CONVENCIONAL Y EFICIENTE

	acondicionadores de aire convencional		acondicionadores de aire eficiente	
Potencia	500 watts		100 Watts	
# horas al día	6 horas		6 Horas	
energía-día	4309 BTU/h		3517 BTU/h	
energía-año	1572.785	kwatts hora al año	1283.705	kwatts hora al año
horas al año de uso	2190 horas al año		2190 horas al año	
n	0.11415525		0.2739726	
	786.3925	ton de CO2	641.8525	ton de CO2

**INVERSIÓN ANUAL**

no. De equipo por departamento	1 equipo	1 Equipo
--------------------------------	----------	----------

costo por equipo	10000 pesos	15000 Pesos
subtotal no. /costo por equipo	10000 pesos	15000 Pesos
vida del equipo	250 horas	600 Horas
# de equipos al año	8.76 equipo	3.65 Equipo
Costo total al año	87600 pesos	54750 Pesos
<b>precio de la electricidad</b>	0.7044 \$/KWh	0.7044 \$/KWh
costo anual	1038.0381 pesos	847.2453 Pesos
Costo total	88638.0381	55597.2453

CEA	Ceficiente-Cconvencional / Econconvencional-Eeficiente		
Anualidades	A	=	$i(1+i)^n / (1+i)^n - 1$
i	0.13		
n			
Convencional	0.13182644	0.014049565	93829.5558
Eficiente	0.13442665	0.034051191	59216.7188

Costo Energía Ahorrada  
(inversión) -119.734457  
CEA inversión + operación) -120.394457

Costo de emisiones  
ahorradas -239.468915  
Costo de emisiones  
ahorradas -240.788915

CÁLCULO COMPARATIVO ENTRE LA TECNOLOGÍA CONVENCIONAL Y EFICIENTE

	calentador de aire convencional		calentador de aire eficiente	
Potencia	2800 watts		1500 Watts	
# horas al día	4 horas		4 Horas	
energía-día	1460 horas al año		1460 horas al año	
energía-año	11200	watts-hora-días	6000	watts-hora-días
horas al año de uso	4088 Kwh/año		2190 Kwh/año	
n	0.061154599		0.273972	
	5600 ton de CO2		3000 ton de CO2	

**INVERSIÓN ANUAL**

no. De equipo por departamento	1 Equipo	1 Equipo
costo por equipo	4000 Pesos	7000 Pesos
subtotal no. /costo por equipo	4000 Pesos	7000 Pesos
vida del equipo	250 Horas	600 Horas
# de equipos al año	16.352 Equipo	3.65 Equipo
Costo total al año	65408 Pesos	25550 Pesos
<b>precio de la electricidad</b>	0.66 \$/KWh	0.66 \$/KWh
costo anual	7392 Pesos	3960 Pesos
Costo total	72800	29510

CEA Ceficiente-Cconvencional / Econvensional-Eeficiente

Anualidades A =  $i(1+i)^n / (1+i)^n - 1$

i 0.13

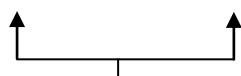
n

Convencional	0.130975282	0.00750217	69833.2636
Eficiente	0.134426655	0.03405119	27634.4688

Costo Energía Ahorrada (inversión)	-8.11515286
CEA inversión + operación)	-8.77515286
Costo de emisiones ahorradas	-16.23030572
Costo de emisiones ahorradas	-17.55030572

Para el monitoreo de los resultados utilizaremos los siguientes datos obtenidos de las fórmulas anteriores:

(Consumo base – Consumo proyecto) x No. De casas x Factor de emisiones



Parámetros a monitorear

Iluminación

$$(912.5 \text{ kw/h} - 109.5\text{kw/h}) * 1 * 0.6853881 = 550.366644 \text{ ton/TWh}$$

$$(912.5 \text{ kw/h} - 109.5\text{kw/h}) * 5 * 0.6853881 = 2751.83322 \text{ ton/TWh}$$

Como se puede observar el gasto en energía al año en el consumo del proyecto (eficiente) equivale sólo al 0.12 % del gasto equivalente (convencional), y por supuesto, las ventajas en lo que se refiere al potencial de mitigación de CO<sub>2</sub> son claramente evidentes.

Estas ventajas pueden ser viablemente comerciadas para los programas de uso de energía eficiente, de tal modo que se puedan obtener financiamiento por medio de programas que faciliten el acceso y busquen las mejores condiciones para proyectos en financiamiento y venta de bonos de carbono.

## CONCLUSIONES

Como parte de final de este trabajo presento las siguientes conclusiones, las cuales sólo muestran una de las visiones de las que puede tener el estudio de la vivienda sustentable.

Hoy día existen varias iniciativas para promover proyectos de vivienda sustentable no sólo desde el gobierno sino que los desarrolladores privados han planeado varios proyectos insertos en este rubro y uno de las desventajas principales con las que se han enfrentado ha sido sin duda el factor de sobre costo que representa el uso de tecnología eficiente.

Si consideráramos que el potencial de reducción de emisiones en México es de 100 millones de tCO<sub>2</sub><sup>1</sup> al año y sin embargo sólo se han registrado ante la Junta Ejecutiva de Naciones Unidas 100 proyectos mexicanos que representan reducciones por 5 millones de tCO<sub>2</sub>. Se puede inferir que existe un potencial de reducciones de 95% y que una vivienda con parámetros de sustentabilidad puede ser viablemente financiable.

De este modo se pueden identificar y desarrollar proyectos que apliquen a los MDL, como los de vivienda sustentable, y como se ha revisado en esta propuesta certificar la eficiencia energética (iluminación, sustitución de tecnología y cogeneración) con la que contribuyen.

Sin embargo, aunque desde el ámbito social este tipo de proyectos pueden contribuir, desde una de sus aristas, a generar una cultura de reducción que favorezca a mitigar emisiones de Gases Efecto Invernadero.

Los proyectos de vivienda sustentable para su impulso requiere sin duda del apoyo de recursos técnicos y financieros. Se requieren acercamientos a desarrolladores de proyectos, fondos de inversión y corredurías de bonos de carbono a fin de promover su inversión.

---

<sup>1</sup> Fuente: Fondo Mexicano del Carbono, *Estructuración de proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)*, FOMECAR, México, 2007.

Por otra parte, desde el punto de vista del consumidor, él no está habituado al uso de nuevas tecnologías y el sobre costo que generan éstas es un pago que no justifica, sin embargo es posible buscar mejores condiciones de financiamiento.

Con la sustitución de tecnología eficiente en comparación con la convencional, la inversión inicial es más alta, sin embargo su rentabilidad genera ahorros sostenidos con el pago de las facturas por gasto energético. Por lo que tomando en cuenta el ahorro de energía y el valor del dinero en el tiempo, son más baratas que la tecnología convencional.

En el cálculo del potencial de ahorro de energía para este tipo de vivienda se plantean en varios escenarios y utilizando los datos obtenidos en esta propuesta, se efectúa una mejor estimación del ahorro que representan y pueden estructurarse propuestas con proyectos que sean rentables.

Aunque en vivienda, los proyectos individuales son relativamente pequeños en cuanto a reducción de emisiones, identificado el potencial de los proyectos, podríamos agregar propuestas que individualmente no son viables para el MDL, aplicando mecanismos de identificación e inducción de proyectos (CPA's), así como instrumentos (subsidios, regulaciones) para inducir numerosas decisiones de inversión y de consumo por parte de empresas, gobiernos locales y/o personas físicas.

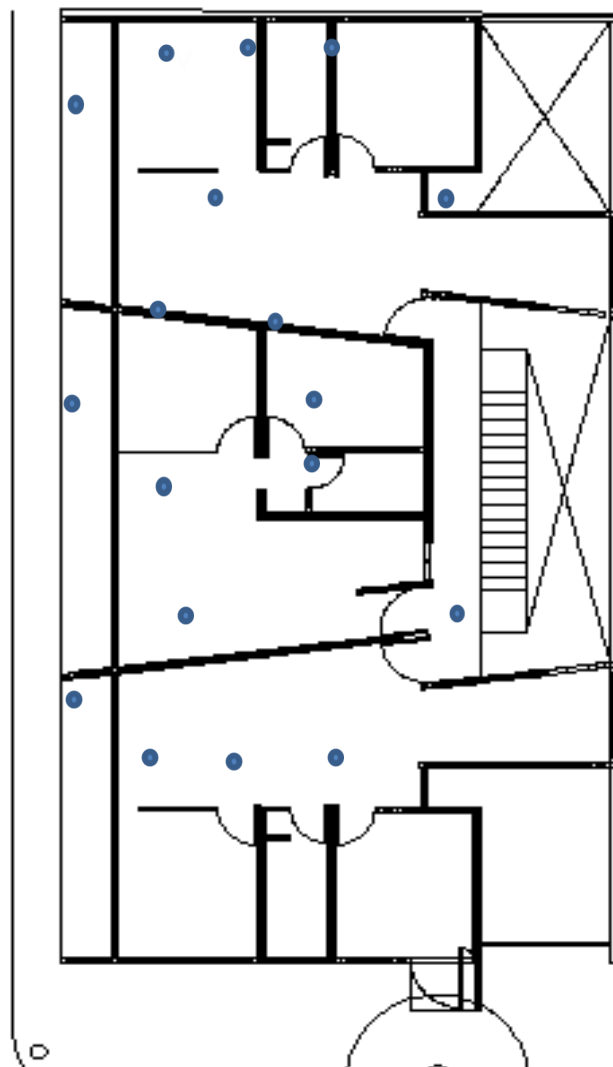
Es evidente que el sector de la vivienda en México es muy dinámico por lo que es indispensable definir y aplicar lineamientos, normas, criterios y elementos tecnológicos para desarrollos de vivienda que logren reducciones significativas de emisiones de GEI, con respecto a las prácticas convencionales, por lo que se hace necesario adoptar nuevas formas de concebir a la vivienda en un contexto que no deje fuera prácticas sustentables, con ello los beneficios tanto individuales como sociales, económicos y por supuesto ambientales serían probablemente mejores.



**ANEXO I****DATOS GENERALES**

Proyecto arquitectónico propuesto.

Ubicación	Lomas de Tepemeca, Tlalpan. Distrito Federal
Temperatura media anual meses enero a julio	12.6° - 16.10°
Latitud	19° 24' 13" N
Altitud	2,308.6 msnm
Humedad relativa	67%
	orientación recomendadas por actividades/confort
Estar comer dormir	S. SE
Cocinar	N. NE
Circulaciones	NW. S. SE
Jardín	todas las orientaciones
Temperatura interior	22°
Ventilaciones cruzadas	



PLANTA TIPO  
PLANTA ARQUITECTÓNICA  
PROPUESTA

● INDICA LUMINARIO

## ANEXO II

Cálculo de factor de emisión, asumiendo que la capacidad instalada, pérdidas de distribución, transmisión del sistema y la generación bruta de electricidad son las del 2006.

	Año base	2006	
<b>Combustóleo</b> <small>GRAFICO ANEXO 01</small>		0.312	
<b>Carbón</b> <small>GRAFICO ANEXO 01</small>		0.197	
<b>Diesel</b> <small>GRAFICO ANEXO 01</small>		0.09	
<b>Gas natural</b> <small>GRAFICO ANEXO 01</small>		0.482	
<b>Consumo combustibles (TJ)</b>		1608555	4,407 * 365 días
<b>Consumo combustibles (TJ)</b>			
<b>Combustóleo</b>		501869.16	1608555*0.312
<b>Carbón</b>		316885.335	
<b>Diesel</b>		144769.95	
<b>Gas natural</b>		775323.51	
<b>Factores de emisión CO2 (tCO2/TJ) IPCC (incluyen fracción oxidable)</b>			
<b>Combustóleo</b>		76.593	
<b>Carbón</b>		92.708	
<b>Diesel</b>		73.326	
<b>Gas natural</b>		55.8195	
<b>Emisiones</b>			
<b>Combustóleo</b>		38439664.6	76.593*501869.16
<b>Carbón</b>		29377805.6	
<b>Diesel</b>		10615401.4	
<b>Gas natural</b>		43278170.7	
<b>Total (ton)</b>		121711.0	
<b>Generación bruta incluyendo nuclear y renovables (GWh)</b>			
<b>Total</b>		225079	Gráfico anexo 02
<b>Térmica convencional</b>		0.231	
<b>Ciclo combinado</b>		0.405	
<b>Turbogas</b>		0.007	
<b>Combustión interna</b>		0.004	
<b>Carboeléctrica</b>		0.142	
<b>Total combustibles fósiles (GWh)</b>		177587.331	(.231+.405+.007+.004+1.41)*225079
<b>Factor de emisión (ton/TWh)</b>		<b>0.68535881</b>	

$$121711.0 / 177587.331$$

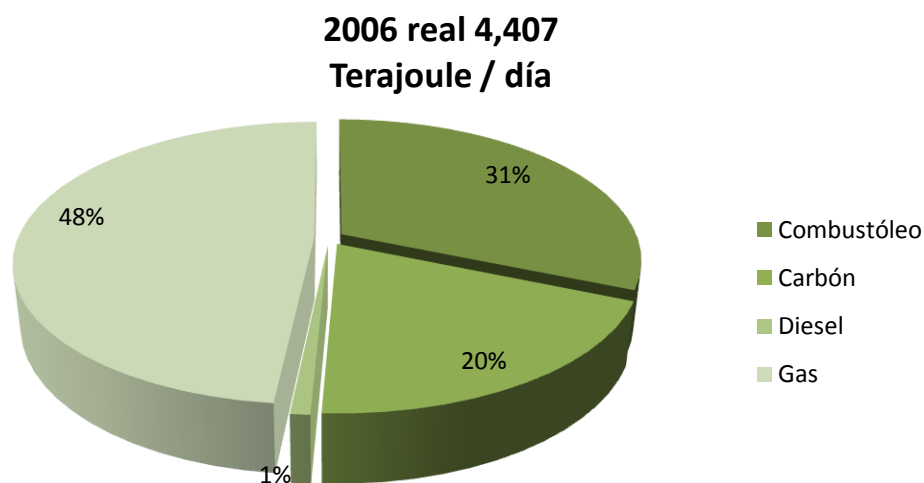


Gráfico Anexo 01: Requerimientos de combustibles del servicio público  
Escenarios de planeación alto y bajo<sup>1</sup>

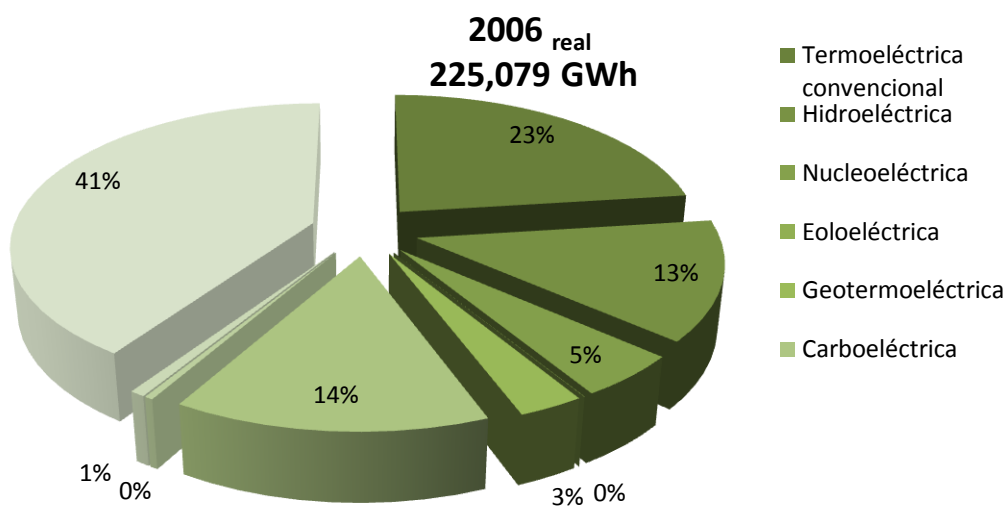


Gráfico Anexo 02: Generación bruta del servicio público  
Escenario de planeacion alto y bajo<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Gráfico tomado de : Comisión Federal de Electricidad, *Programa de obras e inversiones del sector eléctrico 2008-2017*, CFE, México, 2008. Pag.168

<sup>2</sup> Ibidem. Pag.169.

**ANEXO III****ÍNDICE DE GRÁFICOS:**

Gráfico 1. Marco esquemático representativo de los originantes e impactos antropógenos del cambio climático y de las respuestas a él así como de sus vínculos	9
Gráfico 2. Distribución por porcentaje de las emisiones de GEI	10
Gráfico 3. Tiempo de estabilización de la concentración atmosférica de CO <sub>2</sub> , la Temperatura y el nivel del mar	13
Gráfico 4. Distribución por sectores de consumo final energético	20
Gráfico 5. Emisiones de GEI por sectores	20
Gráfico 6. Consumo de energía en edificaciones	23
Gráfico 7. Consumo de recursos en edificaciones	30
Gráfico 8. Gasto de operación de los edificios	31
Gráfico 9. Usos finales en la vivienda	34
Gráfico 10. Gasto energético por sector en México	39
Gráfico 11. Gasto energético sector residencial en México	40
Gráfico 12. Distribución de gasto energético clima templado	49
Gráfico 13. Distribución de gasto energético clima cálido	49

**ÍNDICE DE TABLAS:**

Tabla 1. Países que representan el 95% de las emisiones globales de CO <sub>2</sub> generadas por la quema de combustibles	11
Tabla 2. Tendencia de emisiones GEI por sectores	19
Tabla 3. Gasto energético de acuerdo al Balance Nacional de Energía	22
Tabla 4. Requerimientos para la disponibilidad y uso del agua potable	33

Tabla 5. Requerimientos para la distribución, suministro y uso de la energía	35
Tabla 6. Requerimientos del manejo de residuos sólidos y líquidos	37
Tabla 7. Tabla comparativa entre proyectos de vivienda sustentable	48
Tabla 8. Comparativa del uso de tecnologías (Consumo – ahorro)	50
Tabla 9. Datos generales del proyecto propuesto	53
Tabla 10. Comparativo de características entre tecnología convencional y Eficiente aplicable al proyecto (Iluminación y electrodomésticos)	54
Tabla 11. Cuotas aplicables mensualmente (pesos por kw/h), región Central, año 2009. Luz y Fuerza del Centro.	55
Tabla 12. Comparativo entre potencia, vida útil y costo de tecnología Convencional y eficiente aplicable al proyecto (Iluminación y electrodomésticos)	55
Tabla 13. Comparativo de características entre tecnología convencional y eficiente aplicable al proyecto (Aire acondicionado)	56
Tabla 14. Comparativo entre potencia, vida útil y costo de tecnología Convencional y eficiente aplicable al proyecto (Aire acondicionado)	57

**FUENTES DE INFORMACIÓN**

## DOCUMENTOS OFICIALES:

- Comisión Nacional de Vivienda, **Criterios e Indicadores para los Desarrollos Habitacionales Sustentables en México**, CONAVI, Primera Edición, Febrero 2008.
- Comisión Nacional de Vivienda, **Programa Sectorial para el Desarrollo Habitacional Sustentable 2007-2012**, CONAVI, Primera Edición, Septiembre 2007.
- Comisión Nacional de Vivienda, **Programa Nacional de Vivienda 2007-2012: Hacia un Desarrollo Habitacional Sustentable**, CONAVI, Primera edición, 2008.
- Secretaría de Energía, **Balance Nacional de Energía 2007**  
<http://www.sener.gob.mx>
- Comisión para la Cooperación Ambiental, **Edificación Sustentable en América del Norte**, CCA, Primera Edición. 2008
- Comisión Federal de Electricidad. CFE, **Programa de obras e inversiones del sector eléctrico 2008-2017**, CFE, México, 2009.

## BASE DE DATOS:

- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. SEMARNAT.  
[www.semarnat.gob.mx/](http://www.semarnat.gob.mx/)
- Instituto Nacional de Ecología. INE.  
[www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx)
- Panel Intergubernamental de Cambio Climático. IPCC  
[www.ipcc.ch/](http://www.ipcc.ch/)
- Instituto de Ingeniería, UNAM.
- UN-HABITAT Programa de las Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos  
<http://www.unhabitat-rolac.org>
- Centro Mario Molina <http://www.centromariomolina.org>
- Infonavit. [www.infonavit.gob.mx/](http://www.infonavit.gob.mx/)

## HEMEROGRÁFICAS

Karla Ramírez, *Proyectan v/vivienda sustentable*, en periódico Reforma sección Negocios, 16 de abril de 2007

Juan Fernando González G. *Vivienda verde, vivienda sustentable*, en Revista Construcción y Tecnología, IMCYC, Junio de 2007

## MEMORIAS DE CONFERENCIAS Y CONGRESOS

- Congreso: Expo Desarrollo Inmobiliario 2008

Ponente: Jeff Kingsbury *Green Street LTD*

Ponencia: *Mitos y Realidades del desarrollo Sustentable*

09 marzo de 2008 | Ciudad de México

- Congreso: Expo Desarrollo Inmobiliario 2008

Ponente: Raúl Gallegos *GE Capital*

Ponencia: *Los diferentes tipos de Capital - ¿Cuál fondo inversionista es el más adecuado para cada desarrollo*

09 marzo de 2008 | Ciudad de México

- Congreso: XXI Encuentro de Vivienda 2007

Ponente: Arquitecto Ramiro Guzmán Barbosa, Presidente de la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de la Vivienda.

Ponencia: *Desarrollo de la Vivienda Sustentable y perspectivas*

26 de Julio de 2007 | Torreón, Coahuila.

- Congreso Internacional de Sustentabilidad Habitacional e Infraestructura Urbana:

Ponente: Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica. FIDE

Ponencia: *“Vivienda Social Eficiente y Sustentable” Estrategias Financieras*

15 de octubre de 2008 | Ciudad de México.

- Congreso Internacional de Sustentabilidad Habitacional e Infraestructura Urbana:

Ponente: Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica. FIDE

Ponencia: *“Vivienda Social Eficiente y Sustentable” Estrategias Financieras*

15 de octubre de 2008 | Ciudad de México.