

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN.

*El diseño bioclimático de una casa-habitación como  
fuente de ahorro del gasto diario familiar.*

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN ECONOMÍA

P R E S E N T A:

ALEJANDRA ESCOBAR ACOSTA

ASESOR: PROF. JAVIER ÁVILA



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**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.

## **AGRADECIMIENTOS.**

Quisiera agradecer a la Universidad Nacional Autónoma de México por haberme brindado la inigualable oportunidad de cursar mis estudios.

A mi hermoso gran corazón, que con su infinito amor mueve mi ser, Iqui - Balam. Uriel, que al concebirte, mi vida cambio rotundamente, y te convertiste en mi razón de ser. Sé que eres aún muy pequeño y que con tus 2 años 9 meses, no puedes leer estas líneas, sin embargo cada día le doy gracias a Dios por haberme dado la oportunidad de ser tu mamá. Hijo, esto lo hice pensando en ti, pues eres la inspiración de mi vida y espero que el día de mañana, cuando TÚ seas un profesional, le des este mismo ejemplo a tus hijos y que a pesar de que exista la adversidad, te des cuenta de que podemos lograr nuestras metas. Jamás te dejes vencer por nada ni por nadie y lucha siempre por cumplir tus objetivos, recuerda que toda la vida estaremos juntos y tendrás todo mi apoyo. TE AMO.

### **ESTO ES TUYO CORAZON CHIQUITO, MI CACHORRO.**

A mi padre, porque a sido un gran pilar en mi vida como estudiante y por todo su apoyo incondicional y su cariño.

A mi mami, porque su esfuerzo como mujer y como madre, ahora se ve retribuido con la culminación de mi carrera, y te hago un gran reconocimiento porque sin ti nuestro hogar estaría desboronado; gracias má, por quedarte siempre a mi lado.

Al Dr. Vázquez Zarate por haber estado con mi madre al momento de mi nacimiento y verme crecer a lo largo de mi vida. Gracias por tratarme como a una hija y estar conmigo en todo momento.

A ti, mi gran amiga, la Lic. Alejandra Carrera Quezada, que por asares del destino te convertiste en la guía perfecta para la culminación de mi profesión y como regalo de Dios me dió tu amistad incondicional. Gracias por todo el apoyo que siempre tuviste para mí, por darme ánimos en los momentos de flaqueza y estar siempre cuando más te necesite.

A Marcela Acosta Hdz., mi madrina, que ha sido como una segunda madre que siempre esta conmigo, en todo momento. Por haberme dado todo su apoyo en este proyecto y creer en mí, en lo que soy como ser humano. Gracias por estar siempre a mi lado.

A la Coordinadora Lic. Aída Villalobos, de la carrera de economía de la Fes Acatlán, por impulsarme siempre a mi superación como profesionista.

A mi asesor, el Prof. Javier Ávila, que sin su orientación, esto no sería posible; gracias por abrir el panorama de mis estudios y darme la pauta de encontrar las habilidades que estaban escondidas en mi.

Al arquitecto Raúl Huitron, Director del Despacho de Consultoría BIOMAH, por sus valiosas aportaciones.

A mis amigos y amigas. A todos aquellos que de una u otra forma contribuyeron a hacer este trabajo posible, y mi sueño realidad.

Sin intención de omitir a nadie y como reza el dicho: *“no hace falta dar sus nombres ni apellidos porque de sobra ya se saben aludidos.”*

A todos ustedes:

## ÍNDICE.

	Página.
INTRODUCCIÓN.	5
CAPÍTULO I. EL DESARROLLO SUSTENTABLE.	12
1.1 Características del desarrollo sustentable.	15
1.1.1 Medición de la sustentabilidad.	18
1.1.2 Ciudades sustentables.	25
1.2 Los recursos naturales y la economía.	27
1.3 La tecnología responsable.	33
1.3.1 Costes.	39
1.4 La edificación sustentable.	40
CAPÍTULO II. DOS DISEÑOS ARQUITECTÓNICOS.	47
2.1 Aspectos básicos de la Arquitectura Bioclimática (AB).	49
2.2. El diseño bioclimático de una casa-habitación.	58
2.3 El diseño arquitectónico convencional de una casa-habitación.	64
CAPÍTULO III. ANÁLISIS COMPARATIVO.	68
3.1 La energía eléctrica.	68
3.1.1 El impacto del pago por consumo de electricidad en el gasto familiar de la casa de diseño convencional.	71
3.2. El gas Licuado de Petróleo.	73
3.2.1 El gasto por consumo de gas.	74
3.3. El agua.	76
3.3.1 El gasto por consumo de agua.	79
3.4. Comparativo.	80
CONCLUSIONES.	90
BIBLIOGRAFÍA.	94

## INTRODUCCIÓN.

La economía es la ciencia que tiene por objeto la administración de los recursos escasos de que disponen las sociedades humanas: estudia las formas como se comporta el hombre ante la difícil situación del mundo exterior ocasionada por la tensión existente entre las necesidades ilimitadas y los medios limitados con que cuentan los agentes de la actividad económica.<sup>101</sup> Sin embargo, más allá de las diferentes definiciones y enfoques que existen respecto a la economía, lo cierto es que esta disciplina, a un nivel general, se encarga de estudiar los hechos y fenómenos económicos que el hombre pretende resolver a través de la producción, distribución y circulación de los bienes que satisfacen las necesidades humanas, y en un nivel particular tiene como objetivo ordenar y administrar los gastos e ingresos de una casa.

Cuando la sociedad se desarrolla los hechos y fenómenos de la economía se complican, y por ende se tienen que analizar y estudiar para encontrarles solución; por lo que además, la economía tiene por objeto prever y anticipar estos problemas económicos, lo que da como consecuencia la línea que seguirán los objetivos para poder resolverlo.

En este contexto, ya desde los tiempos de Galileo, Descartes y Newton se señalaba la importancia y la forma como el ser humano interactuaba con la economía y la naturaleza, a tal grado de que incluso se llegaba a hablar de la existencia de una *naturaleza economicista*<sup>102</sup>, orientada sobre todo a vislumbrar la naturaleza de las cosas, bajo la perspectiva de su estructura, interpretándola cuantitativamente.

La economía ecológica se nutre de las aportaciones de Descartes y Newton, del primero retoma lo relativo a la manera en que lo cuantitativo se relaciona con lo exterior del sujeto pensante, lo cual llevo a distanciar la relación hombre-naturaleza, pues sólo se tomaría el funcionamiento geométrico y mecánico de lo que le es útil al hombre.<sup>103</sup> De Newton se rescata la *ley de la gravitación universal*, con la que se establece un equilibrio entre lo inanimado y los seres vivos,

---

<sup>101</sup> Méndez, M. José S. *Fundamentos de economía*, México, McGraw-Hill, 1996, p. 11.

<sup>102</sup> Corona R. Alfonso, *Economía Ecológica*, México, FCE/UNAM, 2000, p. 84.

<sup>103</sup> *Ibidem*.

donde las leyes de la naturaleza no tendrían que ser tenazmente aceptadas, por el contrario se tenían que comprender. De esta forma, se empata la relación economía-naturaleza, generando un entendimiento economicista de la naturaleza, a través del análisis económico de los recursos naturales y el ambiente.

En este sentido, la economía ecológica es una rama de la teoría económica, también conocida como teoría del desarrollo humano o economía del bienestar natural, que asume una relación inherente entre la salud de los ecosistemas y la de los seres humanos. En ocasiones se menciona como "Economía Verde".<sup>104</sup> Los precursores intelectuales de la Economía Ecológica pueden rastrearse en gran medida en la economía fisiócrata, como parte de un refinamiento de la temprana teoría económica que incluye entre sus primeros investigadores a Adam Smith, Thomas Malthus y David Ricardo.

El origen de la economía ecológica como un campo específico se atribuye al ecologista y profesor de la Universidad de Vermont Robert Costanza, quien fundó la Sociedad Internacional para la Economía Ecológica y llevó a cabo gran parte de la investigación fundacional desde la Universidad de Maryland. Su colega de la Universidad de Maryland, Herman Daly ha contribuido de forma significativa a su desarrollo. El profesor David Harvey fue uno de los primeros en incluir explícitamente preocupaciones ecológicas a la literatura económica. Este desarrollo paralelo en economía ha sido continuado por analistas como el sociólogo John Bellamy Foster.<sup>105</sup>

Para la economía ecológica los vínculos que existen entre economía y ambiente, permiten percibir a los hombres en sus actividades productivas no sólo como utilizadores de energía y materias primas, sino que son también inventores y constructores, es decir, que el hombre, más allá de ser generador de una destrucción irreversible es autor de una *destrucción creadora*.

---

<sup>104</sup> Para evitar confusiones, es indispensable señalar la diferencia entre ecología y economía ecológica. Mientras que la primera hace referencia al estudio de la interacción de los organismos vivos con su medio ambiente natural, la economía ecológica le confiere al hombre un papel importante como ente productor de una evolución cultural y biológica, a través de la transformación de la naturaleza.

<sup>105</sup> Corona R. Alfonso, *op.cit.*, p.60.

Para ello, el ambiente se convierte en una fuente de oportunidades y de aperturas sobre el sistema económico, por ejemplo “al incitar a nuevas formas de organización económica, procedente de un cambio tecnológico importante, como podría ser el uso generalizado de energía solar, o bien, de una modificación del modo de regulación o aún de la aparición de nuevas formas de necesidades.”<sup>106</sup>

Aunado a la *destrucción creadora*, para la economía en general, y la economía ecológica en particular, se requiere la resolución de demandas en competencia, ya que la distribución es una cuestión que provoca conflictos sociales, respecto de bienes, servicios o dinero potencialmente disponibles. Para solucionar los conflictos que se presentan, la sociedad debe generar reglas de decisión definidas por las instituciones y normas de cada sociedad, no sólo para solucionar los problemas de distribución económica, sino también para enmendar los de *distribución ecológica*, entendida esta como las “pautas intertemporales, sociales y espaciales de acceso a los beneficios que se obtienen de los recursos naturales y del ambiente.”<sup>107</sup>

Existen elementos importantes dentro de la distribución ecológica como son; a) los naturales, en los cuales se considera el clima, topografía, calidad del suelo, entre otros; y b) los aspectos sociales y tecnológicos. Para realizar una distribución ecológica equitativa es indispensable diseñar y aplicar políticas ambientales pertinentes, mediante la intervención del Estado<sup>108</sup>, ya que si las necesidades han de satisfacerse sobre una base sustentable, los recursos naturales de la tierra deben conservarse y magnificarse.

En este contexto, y a partir de la experiencia laboral en el ámbito de la construcción surge el interés por conocer la razón por la cual se construyen fraccionamientos con base en criterios capitalistas, donde la mayor parte del tiempo sólo existe la preocupación por desarrollar, vender y obtener tantas ganancias como sea posible, por lo que se construyen casas como y donde se pueda, dejando de lado el aprovechamiento de los beneficios que nos otorga la naturaleza, que no esta peleada con el equilibrio que puede existir entre la economía, la naturaleza y el hombre, el

---

<sup>106</sup> *Ibid.*, p. 119.

<sup>107</sup> *Idem.*, p. 145.

<sup>108</sup> No es objetivo de este trabajo analizar algún tipo de política ambiental, ni desmenuzar el papel del estado, sólo los mencionamos en la medida en que son elementos importantes al hablar de un desarrollo sustentable. *Cfr.* Corona R. Alfonso. “El Estado y las políticas del ambiente”, en *Economía Ecológica...pp.149-159*.

cual puede optimizar nuestro modo de vida. Es así como surge la inquietud que da forma y contenido a la hipótesis de este trabajo. Es decir, se responde al siguiente cuestionamiento ¿por qué no se utilizan los recursos naturales a su máximo en el diseño y construcción de una casa habitación?, ya que como se verá al final la investigación la misma naturaleza brinda la oportunidad de aprovechar sus beneficios.

De esta forma, y citando a la *Séptima Reunión del Comité Intersesional del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, celebrada en San Pablo, Brasil, los días 15 al 17 de mayo de 2002*, para que la sociedad se beneficie de la naturaleza, se tiene que hablar de *sustentabilidad*, que se funda en el reconocimiento de los límites y potenciales de la naturaleza, así como la complejidad ambiental, inspirando una nueva comprensión del mundo para enfrentar los desafíos de la humanidad en el tercer milenio.

El concepto de sustentabilidad promueve una nueva alianza naturaleza-cultura fundando una nueva economía, reorientando los potenciales de la ciencia y la tecnología, y construyendo una nueva cultura política fundada en una ética de la sustentabilidad –en valores, creencias, sentimientos y saberes– que renuevan los sentidos existenciales, los mundos de vida y las formas de habitar el planeta Tierra.

Actualmente, la humanidad ha perdido los valores del cuidado de los recursos que la naturaleza nos brinda, como son la energía solar, el viento y el agua de lluvia. Estos elementos, llamados bioclimáticos, forman parte de la inspiración de diseñadores gráficos, arquitectos, ingenieros, ecologistas y economistas, entre otros, para la creación de obras en donde se puedan aprovechar al máximo dichos elementos.

En este sentido, la forma en que se construyen las casas pierde de vista los tres elementos antes mencionados, pues se construye por construir. Además, el diseño es parte fundamental de la construcción dado que es por medio de el que se puede tener un mayor beneficio en el gasto familiar. Y es precisamente esto el objetivo principal de la investigación; determinar si mediante la construcción de una casa bioclimática y la utilización de tecnología sustentable, se puede reducir el gasto diario de una familia.

Con el avance tecnológico se han generado instrumentos con los que se pueden aprovechar adecuadamente los recursos naturales, ejemplo de ello son las celdas fotovoltaicas que permiten transformar la energía solar en electricidad. Y mediante un diseño arquitectónico apropiado se puede captar agua de lluvia para reciclarla y darle varios usos, así como utilizar el viento como medio de climatización dentro de una casa habitación.

Hoy, ante el deterioro ambiental provocado por el uso excesivo de elementos artificiales, como la energía eléctrica, el gas, y los sistemas de climatización, entre otros, se torna indispensable realizar un esfuerzo conjunto para construir casas- habitación, en donde se establezca un equilibrio entre arquitectura, naturaleza y economía.

En este sentido, los cuestionamientos a que responde este trabajo son: ¿en qué medida el Estado ha aceptado el desarrollo de arquitecturas bioclimáticas en casas-habitación, como herramienta de protección al ya tan deteriorado ambiente, y sobre todo para el ahorro del gasto diario de las familias?, ¿de qué manera la economía puede apoyarse en la arquitectura bioclimática para construir casas-habitación que permitan restaurar el equilibrio ambiental?, ¿cómo lograr el equilibrio entre la arquitectura, la naturaleza y la economía?, ¿se reduce el gasto diario familiar mediante una construcción bioclimática?, ¿cómo se introduce la tecnología sustentable en un diseño bioclimático de una casa-habitación?

Ante esto, sabemos de la pobreza que impera en los países subdesarrollados; sin embargo un giro en los criterios de construcción impulsaría a tener un mayor ahorro a corto plazo en el gasto diario a nivel familiar, y a largo plazo generaría un costo-beneficio a la sociedad en general, debido a que la arquitectura bioclimática maneja el ambiente de una manera coherente y sostenible, donde la sociedad es un participante activo en el cuidado de los recursos naturales renovables y no renovables.

Es menester resaltar que esta investigación no es un análisis econométrico, ni un estudio de contabilidad social, que si bien se utilizan algunas cuestiones macroeconómicas, sólo se hace como un medio que nos permite explicar la forma en que los gobiernos, en este caso el de México, adoptan los elementos del desarrollo sustentable. Nuestro estudio se enfoca más hacia

un planteamiento microeconómico cualitativo particular, en donde se destacan los beneficios económicos de formas alternativas de construcción. Por lo que la hipótesis que sustenta este trabajo determina que una casa bioclimática y el uso de tecnología sustentable sí puede reducir el gasto diario de una familia, en servicios de electricidad, agua y gas, debido a que se aprovechan de manera eficiente los recursos naturales, específicamente, la energía solar, el agua de lluvia y el viento.

La metodología utilizada en este trabajo es de corte cualitativo no experimental o ex post-factum, a través un diseño de tipo transversal o transeccional descriptivo y comparativo. “La investigación no experimental es sistemática y empírica; en ella, las variables no se manipulan, porque ya han sucedido; las inferencias de las relaciones entre las variables se realizan sin intervención o influencia directa, y se observan tal y como se han dado en su contexto natural”<sup>109</sup>

Es un diseño de investigación no experimental transversal o transeccional, ya que no existen ni manipulación intencional ni asignación al azar, pues los objetos estudiados ya pertenecen a un grupo determinado (casa-habitación), y se investigan datos en un sólo momento y en un tiempo único, mediante una muestra no probabilística, por lo que la elección de los objetos se realiza de acuerdo con el criterio del investigador.

La investigación se realizó en el D.F., dadas las condiciones ambientales que predominan en este lugar. Se eligieron 2 casas-habitación, de las cuales una es de diseño arquitectónico convencional y la otra de diseño bioclimático. Inicialmente se pretendía realizar un estudio comparativo entre los egresos de los dos tipos de casa habitación, respecto al consumo de electricidad, agua y gas LP. Sin embargo, ante la negativa final de los dueños de la casa de diseño bioclimático de proporcionar la información necesaria, se optó por realizar un análisis comparativo entre el consumo de dichos rubros de la casa habitación de diseño convencional y la inserción de tecnología sustentable en la de diseño bioclimático.

Así las cosas, el trabajo se divide en tres capítulos. En el primero se abordan las características del desarrollo sustentable, la medición de la sustentabilidad, la relación entre los recursos

---

<sup>109</sup> Hernández S. Roberto. *et. al.*, *Metodología de la investigación*, México, Mc-Graw-Hill, 2003, p. 267.

naturales y la economía, la tecnología responsable y sus costes, así como la edificación de ciudades sustentables. En la segunda parte se describen las características básicas de la arquitectura bioclimática, y el diseño en una casa habitación. Al mismo tiempo, se puntualizan algunos elementos del diseño arquitectónico convencional de una casa habitación, lo que nos permite abordar el capítulo tres, en donde se realiza un análisis comparativo de los gastos básicos de una familia en relación al consumo de la energía eléctrica, el gas LP y el agua. Y finalmente, se plasma un comparativo entre una casa de diseño bioclimático y una de diseño convencional, desde sus gastos de construcción hasta los gastos por consumo de los rubros señalados, incluyendo tecnología sustentable.

## CAPITULO I. EL DESARROLLO SUSTENTABLE.

La noción de desarrollo sustentable surge a partir de que se vislumbra la problemática que genera el modo de producción capitalista, que al ver como único propósito aumentar la producción económica, no toma en cuenta que los recursos naturales forman parte de dicha producción. Esta idea la plasma Engels, en 1925, en su obra *dialéctica de la naturaleza*,<sup>1</sup> cuando se percata que el modo de producción capitalista daña a la naturaleza al beneficiarse de ella, sin otorgarle a ésta retribución alguna. “El hombre puede decidir mantener intacto su ambiente natural, pero generalmente prefiere emplear su habilidad para modificarlo. Promueve y apoya las fuerzas naturales que son favorables y combate y suprime a los que considera dañinos y contrarios a su interés... En su afán de decidir que una entidad natural es un recurso o una causa de problemas y cómo debe ser tratado, frecuentemente se olvida que una acción rara vez produce una reacción simple. Generalmente se inicia una cadena de reacciones que pueden llegar a consecuencias sorprendidas, que obviamente no habían sido calculadas al principio.”<sup>2</sup>

El desarrollo sustentable surge ante la necesidad de entender la lógica actual sobre la que se establece la relación del trinomio hombre-economía-naturaleza. Por tanto, y para comprender de manera clara la noción de desarrollo sustentable, es menester precisar lo que se entiende por desarrollo y por sustentabilidad.

A partir de que la economía de un país despliega sus potencialidades y se acerca a un alto consumo en masa, es decir, que pasa de una situación de atraso a otra de riqueza, es cuando se crea un desarrollo.<sup>3</sup> Es preciso tener en cuenta que, desde un punto de vista más directamente económico, el desarrollo depende de que exista un mínimo volumen de ahorro, de que éste se canalice hacia la inversión reproductiva y de que se cree también una infraestructura de servicios, necesaria para que el mercado interno alcance las mínimas proporciones requeridas para un despegue.

La experiencia histórica ha mostrado que el desarrollo poco tiene que ver con la dotación de recursos, o con la existencia de ventajas geográficas particulares, dado que naciones que carecían por completo de estos elementos lo han alcanzado, en tanto que otras, aparentemente más favorecidas, no han podido lograr un crecimiento económico digno de mención.

---

<sup>1</sup> Corona R. Alfonso. *op.cit.*, p. 136.

<sup>2</sup> Buchinger, María y Mozo M. Teobaldo. *Ecología y conservación de recursos naturales renovables*, SantaFe de Bogotá, Ecoe, 1999. p.42.

<sup>3</sup> Jiménez H., Luis M. *Desarrollo Sostenible y Economía Ecológica. Integración, medio ambiente-desarrollo y economía-ecología*, pp. 147-161.

El desarrollo es sólo en parte un problema económico y sólo se produce un crecimiento sostenido cuando existe una cultura económica capaz de propiciarlo. Ello implica, en términos más concretos, que debe haber un ordenamiento jurídico capaz de respetar la propiedad y las transacciones entre los individuos; que exista la estabilidad requerida para retener y atraer inversiones, logrando así una adecuada formación de capital.<sup>4</sup>

Asimismo, se debe lograr que el Estado no entorpezca las iniciativas particulares, mediante medidas arbitrarias, con regulaciones excesivas o una presión impositiva que no motive la actividad privada, además de que la población se comprometa a adquirir hábitos de trabajo organizado para que se desarrolle una mano de obra capacitada; y que la acción gubernamental favorezca la existencia de un entorno macroeconómico adecuado, especialmente en cuanto a la estabilidad de la moneda, pues de otro modo no es posible un crecimiento económico sostenido.<sup>5</sup>

En lo que respecta a la sustentabilidad,<sup>6</sup> esta ha sido definida de muchas formas, según el contexto en que se maneje. Desde la Economía hace referencia a la capacidad de un sistema económico<sup>7</sup> para evolucionar, desde su estado actual hacia un futuro a largo plazo, sin deterioro y permaneciendo en equilibrio con la naturaleza.<sup>8</sup> Este concepto implica el uso de recursos, con la renovación de los mismos en un lapso de tiempo, es decir, se aplica a las características de un proceso o estado que puede mantenerse indefinidamente, aludiendo al mantenimiento del equilibrio de las relaciones de los seres humanos con el medio, logrando un desarrollo económico mediante el avance de la ciencia y la aplicación de la tecnología, sin dañar la dinámica del medio ambiente.

---

<sup>4</sup> El concepto de crecimiento económico se refiere al incremento porcentual del producto bruto interno de una economía en un período de tiempo. Por su parte, el desarrollo es una condición social, en la cual las necesidades auténticas de su población se satisfacen con el uso racional y sostenible de recursos y sistemas naturales. La utilización de los recursos esta basada en una tecnología que respeta los aspectos culturales y los derechos humanos.

<sup>5</sup> Jiménez H., Luis M. *op.cit.*, p. 153.,

<sup>6</sup> En la Séptima Reunión del Comité Intersesional del Foro de Ministros de Medio Ambiente de América Latina y el Caribe, celebrada en San Pablo, Brasil, los días 15 al 17 de mayo de 2002, se definió como *el reconocimiento de los límites y potenciales de la naturaleza, así como la complejidad ambiental, inspirando una nueva comprensión del mundo para enfrentar los desafíos de la humanidad en el tercer milenio. El concepto de sustentabilidad promueve una nueva alianza naturaleza-cultura fundando una nueva economía, reorientando los potenciales de la ciencia y la tecnología, y construyendo una nueva cultura política fundada en una ética de la sustentabilidad –en valores, creencias, sentimientos y saberes– que renuevan los sentidos existenciales, los mundos de vida y las formas de habitar el planeta Tierra.*

<sup>7</sup> Un sistema económico se define como la organización que la sociedad asume históricamente para satisfacer sus necesidades

<sup>8</sup> Corona R. Alfonso. *Op.cit.*, p. 161.

En suma, la sustentabilidad esta basada en los problemas ambientales derivados de la alteración de los ciclos de la naturaleza. Formando un proceso que perdura gracias a la retroalimentación, y en particular, da cuenta del uso de los recursos naturales, que pueden verse afectados por la degradación ambiental.<sup>9</sup>

Por tanto, la naturaleza y la población conjugada entre sí, forman parte de un desarrollo, que se puede enfocar a la sustentabilidad. El mejoramiento económico y social tiende a satisfacer las necesidades y valores de los que integran los grupos a desarrollarse; y la sustentabilidad forma parte de la conservación de los recursos y la diversidad de la naturaleza. Veamos ahora en que consiste el desarrollo sustentable.<sup>10</sup>

### 1.1. Características del desarrollo sustentable.

Desde 1798 Thomas R. Malthus afirmaba que la población y su constante crecimiento ejercían presión tal sobre los recursos naturales, que estos no se reproducían ni renovaban al mismo ritmo que la población, generando con ello un desequilibrio que destruía la relación entre hombre – naturaleza. Sin embargo, la primera iniciativa mundial que se realizó para establecer límites al crecimiento económico y al demográfico para obtener mayor disponibilidad de los recursos naturales y una mejor calidad de vida; fue la Conferencia Mundial de Naciones Unidas sobre el Medio Humano, realizada en Estocolmo (Suecia), en junio de 1972. Este foro dio pie al decreto del 5 de junio como Día Mundial del Medio Ambiente.<sup>11</sup>

En 1976 en Vancouver, Canadá, se realizó la Conferencia Mundial sobre Asentamientos Humanos, conocida como Hábitat, en donde se formuló la necesidad de mejorar la calidad de vida a través de provisión de vivienda adecuada para la población y el desarrollo sustentable.

---

<sup>9</sup> Existen modelos económicos que permiten evaluar el futuro de un sistema económico, que además se consideran como un sistema de prevención temprana, donde se pueden ver los efectos de las pautas de comportamiento existentes u opciones alternativas. *Cfr.* Corona R. Alfonso. *Op. cit.*, págs. 171-192. Asimismo, la evaluación económica de un proyecto permitirá la posibilidad de reconocer la prevención y control oportunos de efectos ambientales negativos, lo cual llevará a un crecimiento económico sostenible. Dentro del estudio del impacto ambiental, como parte de la evaluación económica de un proyecto existe una tipología de estudios, a saber; cualitativos, cualitativos numéricos y cuantitativos.

Los métodos cualitativos identifican, analizan y explican los impactos positivos y negativos que se pueden ocasionar en el ambiente con la implementación del proyecto a seguir en ese momento, relacionados así con los estudios de viabilidad. Los cualitativos numéricos hacen relación a los factores de ponderación en las escalas de valores numéricos a las variables ambientales, donde se considera la combinación de factores posibles a cuantificar con factores de carácter subjetivo, asignando una calificación relativa a cada variable. Los cuantitativos determinan los costos asociados a las medidas de mitigación total o parcial como los beneficios de los daños evitados lo cual, económicamente, busca minimizar el costo total del proyecto. *Cfr.* Sapag Chain Nassir y Sapag Chain Reinaldo. *Preparación y evaluación de proyectos*, Santiago (Chile), McGraw-Hill/Interamericana, 2000, págs. 28-29.

<sup>10</sup> Suelen existir confusiones respecto al uso de los términos sostenible y sustentable. Sostenible alude a lo que se mantiene, por su parte, sustentable se refiere al sustento necesario para vivir (en inglés ambos se fusionan en *sustainable*), en este trabajo se usará *sustentable* pretendiendo aludir más claramente al tipo de contenido que debe tener el desarrollo.

<sup>11</sup> *Indicadores del Desarrollo Sustentable en México*, México, INEGI, 2000, p.150.

En 1987 la Comisión Mundial de Ambiente y de Desarrollo adoptó el documento *Nuestro Futuro* o informe Brundtland, que constituyó el acuerdo entre científicos y políticos para generar el conocimiento y enfrentar los desafíos en materia ambiental. En este informe se presentó como concepto de desarrollo sustentable “a las rutas del progreso humano que satisfacen las necesidades y aspiraciones de la generación presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus necesidades.”<sup>12</sup>

En junio de 1992, en Río de Janeiro, Jefes de Estado confirmaron el informe Brundtland y además aprobaron el programa de acción para el desarrollo sustentable conocido como *Agenda 21*, a través del cual los países se comprometieron mediante la generación de indicadores los aspectos implícitos en el concepto de desarrollo sustentable.

El desarrollo sustentable involucra tres áreas principales que son: el bienestar humano, el bienestar ecológico y las interacciones. En la figura 1 se representa la forma en que se relacionan las áreas principales de la sustentabilidad. Así, se puede observar que el equilibrio entre el bienestar humano y el bienestar ecológico, depende en gran medida de la interacción entre la población para dar como resultado una equidad social, un adecuada distribución de la riqueza y un óptimo desarrollo, que se traduce en términos de salud, educación y seguridad para el ser humano.

**Figura 1. Áreas principales de sustentabilidad**

---

<sup>12</sup> Corona, R. Alfonso. *Op.Cit.*, p. 161.



FUENTE: García y Bauer, Energía, ambiente y desarrollo sustentable. El caso de México.

A los ojos de Julia Carabias y Hernando Guerrero, desarrollo sustentable “significa satisfacer las necesidades actuales de la sociedad sin afectar las posibilidades vitales de la siguientes generaciones.”<sup>13</sup>

Para poder sostener la ecología es importante contar con un desarrollo sustentable, para que así exista una compatibilidad entre los sistemas ecológicos y el desarrollo. Asimismo, dicho desarrollo conjuga a otros elementos como lo son, el mantenimiento de los procesos de conservación, los recursos y la diversidad biológicos.

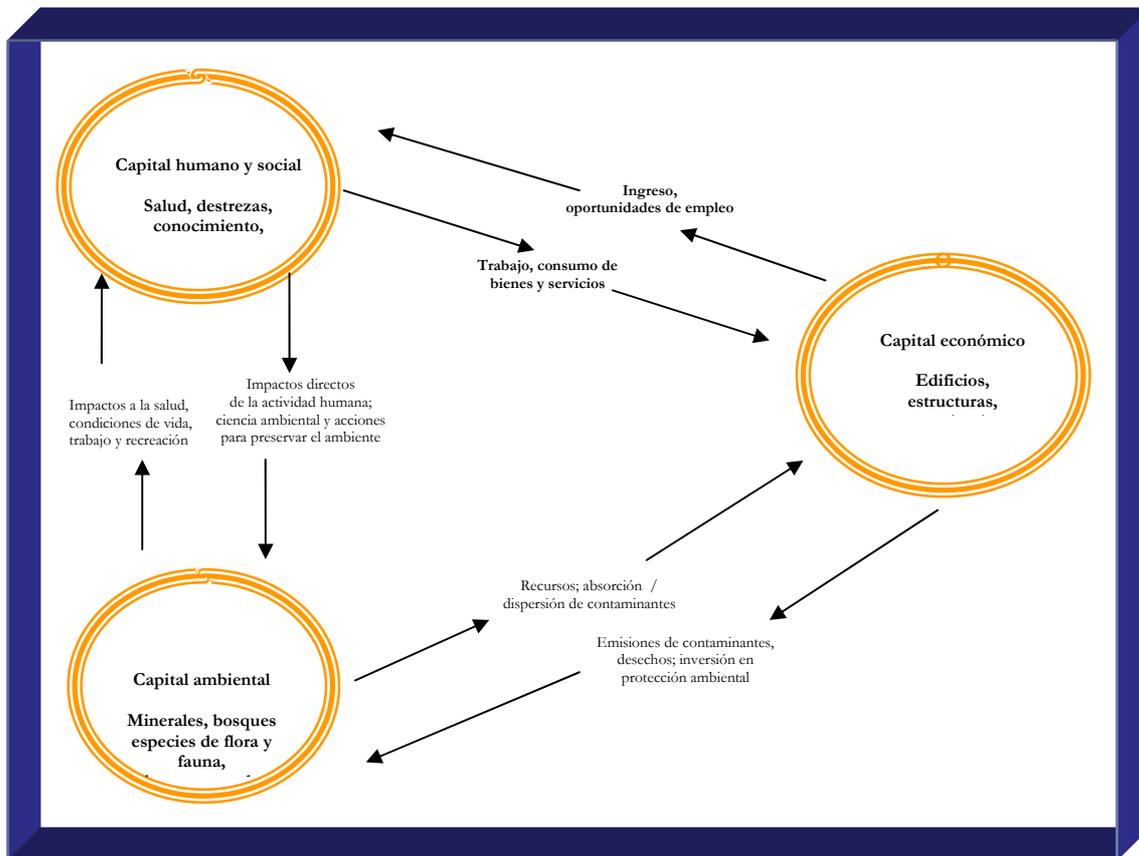
Por otra parte, el desarrollo sustentable, también esta integrado por la base sociocultural, por medio del mantenimiento y fortalecimiento de la identidad y los valores de la comunidad afectada por el desarrollo.

La economía forma una vertiente importante en el desarrollo sustentable, pues gracias a ella se busca el sostén económico para el mismo, y así hacerlo más eficiente y equitativo, entre una y otra generación, e incluso dentro de las mismas. La meta del desarrollo sustentable es el bienestar de la humanidad para

<sup>13</sup> Carabias, Julia y Guerrero Hernando. “¿Qué se entiende por desarrollo sustentable?”, en García y Bauer, *Energía, ambiente y desarrollo sustentable. El caso de México*, P. 25.

eliminar la pobreza. Para esto, en el desarrollo sustentable se deben concebir en tres tipos de capital: el social, económico y ambiental.<sup>14</sup>

**Figura 2. *Algunas interacciones entre Capital Económico, Capital Social y Capital Ambiental***



FUENTE: Indicadores del Desarrollo Sustentable en México.

En la figura 2 se puede observar la relación recíproca que se establece entre el capital humano y el social, el capital económico y el capital ambiental. Por el lado del capital humano y económico, el punto de enlace es el ingreso y el trabajo, por ende, del capital económico al capital ambiental la unión es a través de los recursos y la inversión en protección ambiental. Al mismo tiempo, la intersección entre el capital ambiental y el humano y social, se verá reflejado en los impactos directos de la actividad humana, en las condiciones de vida, trabajo, recreación y salud.

De esta forma, la cuestión por la que la sociedad se inclina hacia el desarrollo sustentable, es por vivir con lo natural y dejar de lastimar al planeta, pues a medida que avanza el tiempo, cada vez el ser humano está más apretado, contaminado, afectado en el entorno sociocultural y económico, pues los errores de no cuidar los recursos naturales ahora forman parte de una inversión económica para poder ser beneficiada de ella.

<sup>14</sup> *Indicadores del Desarrollo Sustentable en México*, pp. 7-8.

### 1.1.1 Medición de la sustentabilidad.

Con el objetivo de medir y evaluar el desarrollo sustentable, la Comisión de Naciones Unidas elaboró un esquema metodológico que enfoca la sustentabilidad en cuatro dimensiones: social, económica, ambiental e institucional. La finalidad de éste esquema es pronosticar la manera en que las actividades humanas impactan el ambiente. Por lo que se plantean diversos indicadores, de acuerdo con la dimensión que se trate. *Un indicador no es sólo una estadística, es una variable que dependiendo del valor que asume en determinado momento, muestra significados que no son evidentes de manera inmediata. En un sentido más específico, los indicadores son variables que pueden adoptar distintos valores o estados, se puede otorgar a ciertos estados un significado especial a partir de ciertos juicios de valor por lo que pueden convertirse en estándares, normas, metas o valor de referencia.*<sup>15</sup>

Los indicadores de sustentabilidad son variables que simplifican información relevante, hacen evidente o perceptible fenómenos de interés público, cuantifican, miden y comunican información importante. Dichos indicadores, deben cubrir un amplio campo de aplicación y reflejar la interacción que existe entre economía – tecnología – sociedad, por tanto un solo indicador no ofrece panorama coherente de la complejidad de un sistema. Por consecuencia, se requiere construir varios indicadores de sustentabilidad.

Dentro de las características que deben poseer los indicadores de sustentabilidad, se encuentran los siguientes:

- a) Deben construirse en una escala temporal y espacial pertinente para los fenómenos naturales, económicos y sociales;
- b) deben respetar dos especificaciones: ser cuantificables, además de legibles y transparentes;
- c) deben incluir una dimensión distributiva que integre el principio de la equidad social;
- d) deber especificar valores normativos científica, social y legalmente;
- e) deben poder aplicarse en pronósticos.

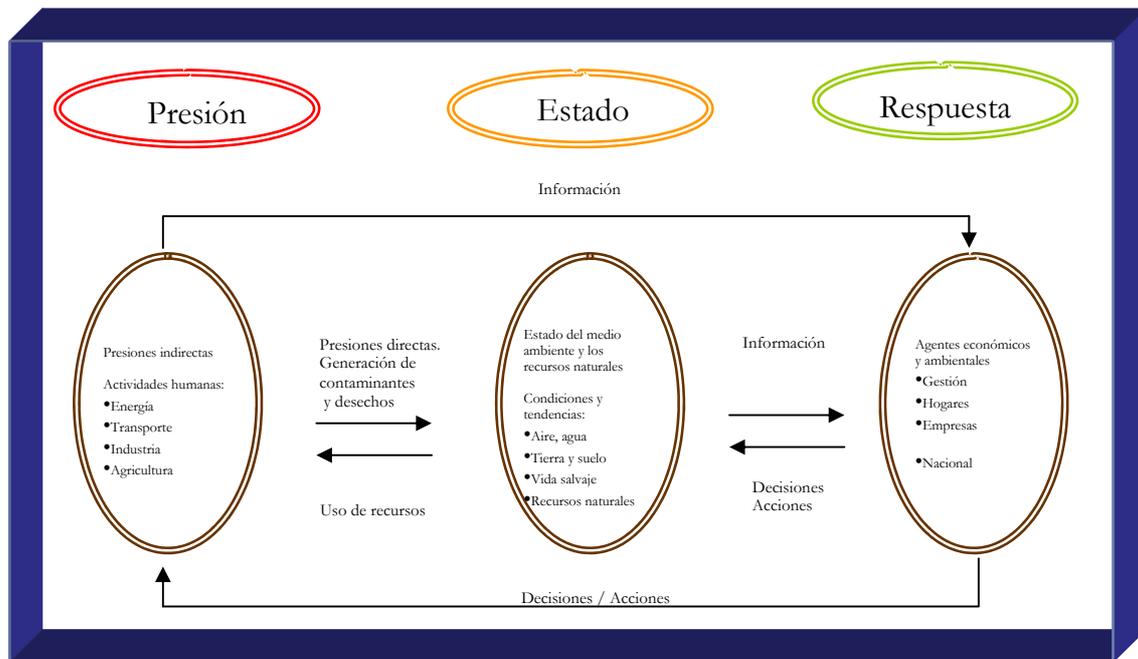
---

<sup>15</sup> Gallopín, Gilberto. *Indicators and their use information for decision for making*, traducción de Guadalupe Lezama, en [www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx) consultada el 26 de mayo del 2007.

De lo anterior se desprende que un indicador “es una medición que resume información acerca de un tema en particular y puede señalar problemas particulares; provee una respuesta razonable a necesidades y preguntas específicas requerida por los tomadores de decisiones.”<sup>16</sup>

Para realizar la medición, en Canadá en el año 1979, se diseñó el esquema conceptual *Presión-Estado-Respuesta (PER)*, como lo muestra la figura 3, que especifica el conjunto de interrelaciones entre las actividades sociales, demográficas y económicas. Las acciones humanas ejercen presión (P) sobre el ambiente, modificando la cantidad y la calidad, es decir, el estado (E) de los recursos naturales; la sociedad responde (R) a tales transformaciones con políticas generales y sectoriales, tanto ambientales como socioeconómicas.<sup>17</sup>

**Figura 3. *Modelo Presión – Estado - Respuesta***



FUENTE: Indicadores del Desarrollo Sustentable en México.

Así, conscientes de los desafíos del desarrollo sustentable los países han adoptado instrumentos institucionales y legales para orientar sus estrategias. En el caso de México, si bien anteriormente se habían diseñado lineamientos a este respecto, es en el Plan Nacional de Desarrollo 1995 – 2000 y de acuerdo con lo planteado en el Protocolo de Kyoto referente al desarrollo sustentable, que se establecieron los criterios

<sup>16</sup> *Indicadores del Desarrollo Sustentable en México* p.19.

<sup>17</sup> *Ibíd.*, p 20.

generales de la planeación del desarrollo del país, a través de programas sectoriales<sup>18</sup> que contemplaban ciertas áreas de interés para el desarrollo sustentable: a) contención del deterioro del medio ambiente y de los recursos naturales; b) prevención y control de la contaminación; c) fomento a una producción sustentable; d) producción y fomento forestal; e) producción pesquera, f) industria limpia; g) infraestructura hidroagrícola, servicios hidráulicos básicos; h) diversificación productiva y vida silvestre en el sector rural; i) ordenamiento ecológico del territorio para el desarrollo regional; j) desarrollo del Sistema Nacional de Información Ambiental y, k) fomento a la participación ciudadana.<sup>19</sup>

Con base en estas áreas, y de acuerdo con los planteamientos presentados en la Agenda 21, en México se generaron 113 indicadores (de un total de 134 estipulados en la Agenda 21), de los cuales 39 son de Presión, 43 de Estado y 31 de Respuesta, pertenecientes a cuatro categorías temáticas: 1) social; 2) económica; 3) ambiental y, 4) institucional.

Cabe señalar que para efectos del presente estudio sólo se retoman 9 indicadores; aquéllos que resultan imprescindibles para alcanzar el objetivo de la investigación, como son:<sup>20</sup>

**Figura 4. CARACTERÍSTICAS DE CIERTOS INDICADORES**

<b>Nº de indicador / esquema PER</b>	<b>Nombre del indicador / categoría.</b>	<b>Definición y propósito del indicador.</b>	<b>Datos y / o porcentajes Para el caso de México.</b>
Nº 23 / Estado	Acceso seguro a agua potable / categoría social.	Proporción de la población que dispone de agua potable en la vivienda o que pueden acceder a esta fácilmente.	La población que dispone de agua entubada dentro o fuera de la vivienda, en 1995

<sup>18</sup> Programa de medio ambiente 1995 – 2000, Programa de minimización y manejo integral de residuos industriales y peligrosos en México 1995 - 2000, Programa de conservación de la vida silvestre y diversificación productiva en el sector rural 1997 – 2000, Programa de calidad del aire, Programa frontera 21, Programa de áreas naturales protegidas de México 1995 – 2000, Programa forestal y de suelo 1995 – 2000, Programa nacional hidráulico 1995 – 2000, Programa de pesca y acuicultura 1995 – 2000 e Instrumentos económicos y de medio ambiente.

<sup>19</sup> Indicadores del Desarrollo Sustentable en México, p.22.

<sup>20</sup> Es importante aclarar que los datos presentados por el INEGI varían, respecto al periodo de tiempo que abarcan los indicadores, es decir, existen algunos cuyas muestras van de 1950 a 1998 y otras de 1970 a 1995, lo que confirma una de las características que debe poseer la generación de los indicadores de sustentabilidad, esto es, que deben construirse en una escala temporal y espacial pertinente para los fenómenos naturales, económicos y sociales. De acuerdo con el INEGI estos indicadores aún son vigentes.

		<p>Propósito: vigilar el progreso en la accesibilidad de la población a agua potable segura.</p>	<p>fue de 84.58%, respecto a 1970 que era de 61.15%, observándose así, un incremento del 23.43% en el acceso seguro al agua potable.</p>
Nº 47 / Presión	<p>Consumo anual de energía por habitante / categoría económica</p>	<p>Cantidad de energía – líquida, sólida, gaseosa o eléctrica – utilizada por habitante en un año y en área geográfica dada.</p> <p>Propósito: el uso de energía es un aspecto fundamental del consumo y la producción.</p> <p>Tradicionalmente se ha considerado que la energía es el motor del progreso económico. Sin embargo, su producción, uso y aplicaciones constituyen los mayores impactos al medio ambiente.</p>	<p>En 1990 el consumo anual de energía por habitante fue de 62.1% (gigajoules / hab), y para 1997 era de 63.8%, lo que evidencia un incremento del 1.7% en el consumo de energía en un periodo de 7 años.</p>
Nº 50 / Estado	<p>Reservas probadas de fuentes energéticas fósiles / categoría económica</p>	<p>Son generalmente definidas como aquellas cantidades que la información geológica y de ingeniería indica que pueden ser recuperadas con razonables certidumbre en el futuro, bajo las condiciones económicas y técnicas existentes.</p> <p>Propósito: medir la</p>	<p>En 1990 las reservas probadas de fuentes energéticas fósiles eran de 9241 millones de toneladas de petróleo equivalente y para 1998 fueron de 8367 millones. Lo que deja ver que las reservas han disminuido en 874 millones de toneladas en un periodo</p>

		disponibilidad de los recursos energéticos fósiles.	de tiempo de 7 años.
Nº 51 / Estado	Duración de las reservas probadas de energía / categoría económica	<p>Conocido como índice de duración de la producción, es la proporción de las reservas remanentes de energía al final de cualquier año, respecto de la producción de energía en ese año.</p> <p>Propósito: proporciona una idea del periodo de tiempo en que las reservas probadas durarían si la producción se mantuviera a los niveles vigentes. Además, sirve de base para calcular el suministro futuro de energía y para planear las estrategias de explotación y uso eficiente de estos recursos.</p>	<p>En 1990 las reservas de hidrocarburos eran de 66, 450 millones de barriles, por lo que garantizaría el abasto de energía durante 53 años. Para 1998 las reservas eran de 60, 160 millones de barriles, lo que aseguraría el abasto de energía durante 40 años. Esto muestra que las reservas han disminuido en 13 años 6, 290 millones de barriles, por lo que la seguridad en el abasto de energía esta seriamente comprometida.</p>
Nº 54 / Estado	Participación del consumo de recursos energéticos renovables / categoría económica.	<p>Consumo de recursos energéticos renovables en proporción al consumo de energía total.</p> <p>Propósito: medir la proporción de los recursos energéticos renovables respecto a los no renovables.</p>	<p>En 1990 el consumo final energético realizado en los cuatro sectores en que se agrupa la actividad productiva (industrial, transporte, agropecuaria y residencial – comercial – público), fue de 3,169.516 petajoules, de los cuales sólo el 17.6% fue el consumo de energía</p>

			<p>proveniente de fuentes energéticas renovables, incluida la leña, bagazo de caña, hidroenergía y energía eólica. Para 1997 el consumo final fue de 3,713.423 petajoules, de los cuales sólo el 16.4 % fue consumo de energía de fuentes renovables; lo que quiere decir, que en siete años disminuyó el consumo de energía provenientes de fuentes renovables en 1.2%</p>
N°59 / Económico	Gasto en protección ambiental como proporción del PIB / categoría económica.	<p>Es el gasto realizado para evitar, reducir y eliminar la contaminación, así como otra degradación del ambiente.</p> <p>Propósito: Medir los esfuerzos llevados a cabo por un país para proteger/restaurar el ambiente. De manera alternativa, puede interpretarse como una medida de los costos económicos que enfrenta la sociedad para proteger su ambiente.</p>	<p>En 1990 el PIB fue de 676, 067 millones de pesos, de los cuales se gastó en protección ambiental 2, 536 millones de pesos, lo que representa el 0.38%. Para 1998 el PIB fue de 3, 516 344.8 millones de pesos y se invirtió en protección ambiental 8, 643 millones de pesos, lo que representó 0.25%. Esto significa que a pesar de que en 8 años el PIB se incremento en 2,840,277.8 millones de pesos, la inversión en</p>

			protección ambiental disminuyo en 0.13%.
Nº65 / Presión	Extracción anual de agua subterránea y superficial / categoría ambiental	Volumen bruto anual total de aguas subterráneas y superficiales extraído para usos diversos, incluyendo perdida por acarreo, uso consuntivo y flujos de retornos, como porcentaje del volumen disponible de agua dulce.  Propósito: mostrar en qué grado se están explotando los recursos hídricos disponibles para atender la demanda de agua del país. Se trata de una medida importante que puede reflejar tendencias de vulnerabilidad de un país a l escasez de agua.	En 1996 la extracción y uso de agua subterránea a nivel nacional fue de 25, 856.2 millones de m <sup>3</sup> , de los cuales 1, 389.1 millones de m <sup>3</sup> correspondieron a uso público y 7.4 millones de m <sup>3</sup> al uso doméstico en el Valle de México.

N°66 / Presión	Consumo de agua potable por habitante / categoría ambiental	<p>Es la cantidad de agua que consume una persona para beber, limpieza, preparación de alimentos y otros usos domésticos, incluido el riego de jardines, (cuando el uso de agua es habitual para los animales domésticos estas necesidades se incluyen en la evaluación).</p> <p>Propósito: evalúa la cantidad de agua disponible y / o necesaria para los individuos de una determinada comunidad, de forma que satisfagan sus necesidades básicas. También ayuda a identificar las comunidades donde estos requerimientos básicos no están siendo satisfechos, permitiendo la planificación y priorización de acciones para el suministro adecuado de agua.</p>	
----------------	---	---	--

FUENTE: Indicadores del Desarrollo Sustentable en México, pp.110-120

El desarrollo de indicadores para la medición de la sustentabilidad, en América Latina es muestra de cierto nivel de voluntad política y de decisión por mantener estas iniciativas. Los países líderes en proponer indicadores en la zona son Brasil, Chile, Colombia y México. Este último ha resaltado por haber sido un país piloto en la aplicación de los indicadores de sustentabilidad por parte del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI), del Programa de Trabajo en Indicadores de la Comisión de Desarrollo Sustentable.

Ahora bien, es importante resaltar que para mejorar el proceso de toma de decisiones debe existir una adecuada disponibilidad de información, debido a que la cultura informativa en América Latina se distingue por carecer de sistematicidad y disponibilidad. Puesto que la información sustantiva y estratégica, casi por lo general, no se comparte y queda arraigada en los grupos de poder, con ello la forma en que se maneja la información, constituye el principal freno a una participación efectiva y a la construcción de sociedades y ciudades sustentables.<sup>21</sup>

### 1.1.2 Ciudades sustentables.

Como se señaló anteriormente, a lo largo de su historia, la humanidad ha destruido las bondades que la naturaleza le ha brindado, por lo que en la actualidad se torna indispensable replantear su relación con la naturaleza, a través de la transformación de las grandes urbes en *ciudades sustentables*.<sup>22</sup>

Para la creación de una ciudad sustentable, de acuerdo con Ruth Lacomba, “se deben de cuidar los recursos económicos, ecológicos y naturales, para las generaciones futuras”,<sup>23</sup> concretamente, preservar los factores urbanísticos, de transporte y vialidad; arquitectónicos; de salubridad y salud ambiental; económicos; políticos; energéticos; educativos; sociales, humanos e históricos, ecológicos y legales (normatividad).

Respecto a los factores económicos, Lacomba propone que el dinero que se recaude, mediante las multas que se cobran a las industrias contaminantes, se invierta en mejorar los parques y jardines de las ciudades. Los factores políticos aluden a la necesidad de nuevas leyes y la voluntad política para dicha transformación, puesto que cada medida política afecta la ecología, ya que se necesitan políticas ambientales en donde se cuide la flora y la fauna, para su propia supervivencia; el cuidado de los bosques, ríos y ecosistemas, deben de formar parte de una reserva ecológica en donde la población debe ser provista de otros medios de subsistencia, que no implique la degradación ambiental. En relación a los factores educativos, debe existir una educación ambiental en todos los niveles, para lo cual es necesario la reestructuración de los programas educativos, así como el fortalecimiento interdisciplinario.

<sup>21</sup> Quiroga M. Rayen. “Información y participación en el desarrollo de la sustentabilidad en América Latina”, en [www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx) consultada el 16 de junio del 2007.

<sup>22</sup> “Las redes de ciudades sustentables nacieron con el propósito de poner en marcha algunos principios de la Agenda 21, adoptada en Río de Janeiro. Bajo la tutela de las Naciones Unidas, en mayo de 1994 en Aalborg, se adoptó una red europea de 27 ciudades, seguida de una en Manchester, donde se reagruparon un mes después 50 ciudades a escala internacional. Con el propósito de traducir los preceptos globales del desarrollo sustentable en orientaciones prácticas y tangibles, los municipios, auxiliados por diversas oficinas de estudios, se han dedicado a elaborar una Agenda 21 local, que realice un diagnóstico ambiental de cada ciudad y proponga medidas ecológicas concretas”. Cfr. Emelianoff, Cyria. *Las ciudades sustentables. Emergencia de nuevas temporalidades en los viejos espacios urbanos*, en [www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx) consultada el 10 de julio del 2007.

<sup>23</sup> Lacomba, Ruth. *et. al. La ciudad sustentable: creación y rehabilitación de ciudades sustentables*, México, Trillas, pág.19.

Dentro de los elementos sociales, humanos e históricos, en la creación de una ciudad sustentable, los ciudadanos son parte importante, porque sólo ellos son los que deciden cuales son los programas prioritarios, cómo y cuando los llevan a cabo, es decir, que son ellos los que realizan los programas de ahorro de energía, de educación ambiental, de reforestación, de *climatización natural de las viviendas*, de educación vial y respeto a ciclistas, de horticultura y reciclaje de basura.

Los retos arquitectónicos y urbanísticos para la creación de una ciudad sustentable se ven reflejados en la planeación adecuada de las calles, avenidas, ejes viales y periféricos, permitiendo un flujo idóneo que evite la conglomeración de los medios de transporte. Aunado a esto se tendría que fomentar que los automóviles que circulen estén provistos de una tecnología responsable para evitar emisiones CO<sub>2</sub>.<sup>24</sup> Y por su parte, para los economistas el desafío mayor se centra en el diseño de planes e instrumentos económicos que contemplen la estrecha relación entre el capital humano, económico y ambiental, para así fomentar un desarrollo sustentable adecuado a los tiempos actuales.

La situación arquitectónica de una ciudad sustentable<sup>25</sup> es una de las cuestiones más importantes, ya que por medio de esta la población, una vez concientizada respecto al problema ambiental, tendrá como prioridad construir edificios y casas bioclimáticas, donde se recoja el agua de lluvia, se capten los rayos del sol, y por tanto se pueda ahorrar agua y energía al mismo tiempo. Este aspecto se abordará con detalle en apartados siguientes.

Inmersa en la cuestión ecológica, se encuentra la necesidad de realizar estudios exhaustivos del ambiente que ayuden a mantener el equilibrio de los ecosistemas, teniendo como prioridad la conservación y la filtración del agua, que es un elemento no renovable. Dichos estudios es imprescindible desarrollarlos, especialmente, bajo un enfoque económico, ya que bajo otros enfoques ya existen.

## **1.2 Los recursos naturales y la economía.**

Se entiende por Recursos Naturales, “a los medios de subsistencia de la población obtenidos de la naturaleza.”<sup>26</sup> Esto indica que los recursos (naturales) son muchos y muy variados y que su valor se basa en medios de subsistencia de los hombres que habitan el planeta tierra, ya que estos se utilizan de manera directa ya sea para usarlos conservando la misma forma en que la naturaleza los otorga, o bien,

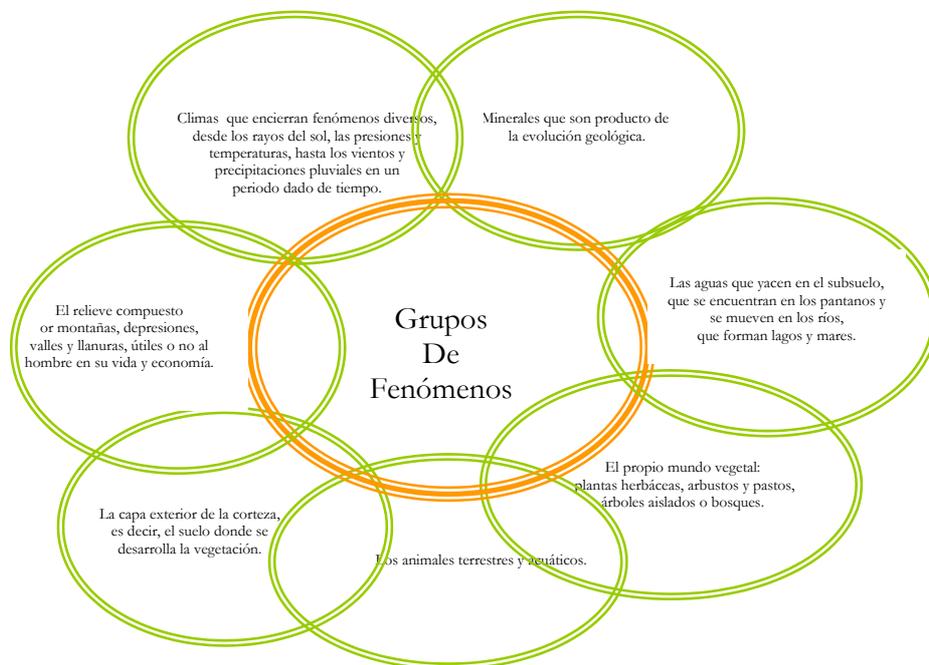
<sup>24</sup> En Madrid, España a partir de 1999, se puede observar el claro ejemplo de una ciudad sustentable, que fue diseñada por Ignacio Alcalde, Arquitecto urbanista, bajo la dirección de la fundación metrópoli, precursora de las ecociudades.

<sup>25</sup> “El urbanismo sustentable que defiende Metrópoli necesita para su financiamiento desarrollo económico, respecto al medio ambiente y cohesión social”, en [www.uia.mx](http://www.uia.mx), consultada en mayo del 2007.

<sup>26</sup> Bassols. B. Angel. *Recursos Naturales de México: teoría, conocimiento y uso*, México, Nuestro Tiempo, 1991, p.18

transformándolos parcial o completamente de su calidad original y así convertirlos en una nueva fuente de energía o en subproductos y mercancías manufacturadas. Para la geografía económica los Recursos Naturales están inmersos en un medio natural que se divide en diferentes grupos de fenómenos:

**Figura 5.**



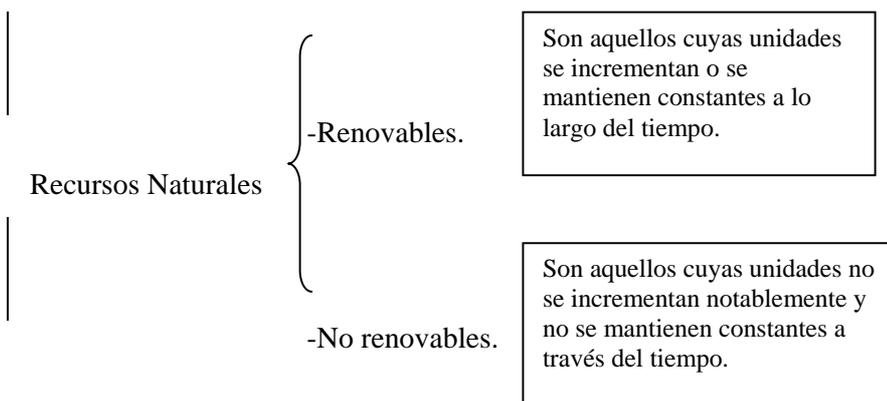
FUENTE: Bassols. B. Angel. Recursos Naturales de México: teoría, conocimiento y uso.

Todos estos factores actúan simultáneamente y cada uno ejerce una influencia directa o indirecta sobre todos los demás. Es por esto, que si un recurso es afectado incorrectamente, con ello se lesiona en menor o

mayor grado a otros recursos y por lo tanto, si se quiere conservar a cada uno de ellos es necesario preservar de manera indispensable la armonía del todo.

A los ojos de la Ecóloga-Economista, María Buchinger, los recursos naturales “también pueden ser sustancias utilizadas por el hombre para satisfacer sus necesidades,”<sup>27</sup> que se dividen en recursos renovables y no renovables.

**Figura 6.**



FUENTE: Buchinger, María. Ecología y conservación de los recursos naturales renovables.

Como puede observarse en la figura 6, los recursos naturales renovables son aquellos que, con los cuidados adecuados, pueden mantenerse e incluso aumentar. Los principales recursos renovables son las [plantas](#) y los [animales](#). A su vez las [plantas](#) y los [animales](#) dependen para su subsistencia de otros recursos renovables como son el [agua](#) y el [suelo](#).

Aunque [el agua](#) es muy abundante, no es recurso permanente dado que se contamina con facilidad. Y una vez contaminada es muy difícil que el [agua](#) pueda recuperar su pureza. El [suelo](#) también necesita cuidados.

<sup>27</sup>Buchinger, María y Mozo M., Teobaldo. *Ecología y conservación de los recursos naturales renovables*, Bogotá, Ecoe, 1999, p.36.

Hay cultivos, como el trigo, que lo agotan y le hacen perder su fertilidad. Por ello, es necesario alternar estos cultivos con otros para renovar los elementos nutrientes de [la tierra](#).

Los recursos naturales no renovables (Fig. 6) son aquellos que existen en cantidades determinadas y al ser sobreexplotados se pueden acabar. [El petróleo](#), por ejemplo, tarda millones de años en formarse en las profundidades de la [tierra](#), y una vez que se utiliza ya no se puede recuperar. Si se sigue extrayendo [petróleo](#) del subsuelo al ritmo que se hace en la actualidad, existe el [riesgo](#) de que se acabe en algunos años.

Los principales recursos naturales no renovables son:

- a. los minerales
- b. los metales
- c. el petróleo
- d. el [gas](#) natural
- e. depósitos de aguas subterráneas.

Minerales, hasta no hace mucho, se prestaba poca [atención](#) a la conservación de los recursos [minerales](#), porque se suponía había lo suficiente para varios siglos y que nada podía hacerse para protegerlos, ahora se sabe que esto es profundamente erróneo.

Metales: se distribuyen por el mundo en forma irregular y los mayores compradores son los países desarrollados por los requerimientos de su [industria](#).

El [petróleo](#) es un recurso natural indispensable en el mundo moderno. En primer lugar [el petróleo](#) es actualmente el energético más importante del planeta. La gasolina y el diésel se elaboran a partir del petróleo. Por tanto, este combustible es la fuente de energía de la mayoría de las [industrias](#) y los transportes, y también se utiliza para producir [electricidad](#) en plantas llamadas termoeléctricas. Por otra parte, es necesario como [materia prima](#) para elaborar [productos](#) como pinturas, [plásticos](#), medicinas o pinturas.

El [gas natural](#), es una capa que se encuentra sobre el petróleo, y es aplicable en la [industria](#) y en los hogares, para cocinar. Los yacimientos de petróleo casi siempre llevan asociados una cierta cantidad de [gas natural](#), que sale a la superficie junto con él cuando se perfora un pozo. Sin embargo, hay pozos que proporcionan solamente [gas](#) natural. Éste contiene elementos orgánicos importantes como materias primas para la industria petrolera y [química](#). Antes de emplear el gas natural como combustible se extraen los

[hidrocarburos](#) más pesados, como el butano y el propano. El gas que queda, el llamado gas seco, se distribuye a usuarios domésticos e industriales como combustible. Este gas, libre de butano y propano, también se encuentra en la [naturaleza](#). Está compuesto por los [hidrocarburos](#) más ligeros, metano y etano, y también se emplea para fabricar [plásticos](#), fármacos y tintes.

Ante esto, actualmente existe una gran preocupación en el mundo entero por el agotamiento de dichos recursos, por ello, la mayor parte de las naciones están invirtiendo parte de sus recursos económicos en la investigación para el desarrollo de nuevas alternativas tecnológicas que coadyuven a disminuir la explotación indiscriminada de los recursos no renovable. De tal forma, hoy ya existen combustibles ecológicos que aminoran el impacto negativo en el medio ambiente.

Aunado a los recursos naturales renovables y no renovables, se encuentran los recursos naturales permanentes o inagotables, son aquellos que, valga la redundancia, no se agotan, sin importar la cantidad de actividades productivas que el ser humano realice con ellos, como por ejemplo: la [luz](#) solar, la energía de las olas, del mar y del viento.

La luz solar, es una fuente de energía inagotable, que hasta nuestros días ha sido desperdiciada, puesto que no se ha sabido aprovechar, a pesar de que actualmente, existe la transformación natural de la energía solar.

En lo que se refiere a la captación natural de energía solar, esta se produce en la [atmósfera](#), los océanos y las plantas de la Tierra. Las interacciones de la energía del Sol, los océanos y la [atmósfera](#), por ejemplo, producen vientos, utilizados durante siglos para hacer girar los molinos. Los [sistemas](#) modernos de energía eólica utilizan hélices fuertes, ligeras, resistentes a la intemperie y con [diseño](#) aerodinámico que, cuando se unen a generadores, producen [electricidad](#) para usos locales y especializados o para alimentar la [red](#) eléctrica de una región o [comunidad](#).<sup>28</sup>

Casi el 30% de la energía solar que alcanza el borde exterior de la atmósfera se consume en el [ciclo del agua](#), que produce la lluvia y la energía potencial de las corrientes de montaña y de los ríos. La energía que generan estas aguas en [movimiento](#) al pasar por las turbinas modernas se llama energía hidroeléctrica.<sup>29</sup>

Gracias al [proceso](#) de [fotosíntesis](#), la energía solar contribuye al crecimiento de la vida vegetal (biomasa) que, junto con la [madera](#) y los combustibles fósiles que desde el punto de vista geológico derivan de plantas

---

<sup>28</sup>Scheer, Hermann. *Economía solar global. Estrategias para la modernidad ecológica*, Barcelona, FCE, 2000, pp.130-145.

<sup>29</sup> *Ibid.*

antiguas, puede ser utilizada como combustible. Otros combustibles como el alcohol y el metano también pueden extraerse de la biomasa.<sup>30</sup>

Asimismo, los océanos representan un tipo natural de captación de energía solar. Como resultado de su absorción por los océanos y por las corrientes oceánicas, se producen gradientes de [temperatura](#). En algunos lugares, estas variaciones verticales alcanzan 20 °C en distancias de algunos cientos de metros. Cuando hay grandes masas a distintas temperaturas, los [principios](#) termodinámicos predicen que se puede crear un ciclo generador de energía que extrae energía de la masa con mayor [temperatura](#) y transferir una cantidad a la masa con temperatura menor. La diferencia entre estas energías se manifiesta como energía [mecánica](#) (para mover una turbina, por ejemplo), que puede conectarse a un generador, para producir electricidad. Estos [sistemas](#), llamados sistemas de conversión de energía térmica oceánica (CETO), requieren enormes intercambiadores de energía y otros aparatos en el océano para producir potencias del orden de megavatios. La [fuerza](#) del [aire](#), es otro recurso natural inagotable, que tampoco ha sido muy utilizado.

En el mismo orden de ideas, en la actualidad los recursos naturales se han ido agotando, debido a la degradación ambiental que puede ser de tres tipos:

- 1) el agotamiento de la calidad o cantidad del recurso usado en el consumo o la producción de actividades;
- 2) la contaminación o sobresaturación de la capacidad de la naturaleza de absorber y reciclar desechos llegando a un límite de quiebre e irreversibilidad del ambiente;
- 3) reducción en la biodiversidad.<sup>31</sup>

En virtud de lo anterior, y a partir de que los problemas de los recursos naturales y del ambiente comenzaron a percibirse y a tratarse como tales, en la Economía surgieron cuatro grandes corrientes.

La corriente extremista, llamada preservacionista, cuyo centro de análisis gira en torno a la preservación integral de la biosfera, argumenta que ningún aspecto perteneciente a la biosfera debe ser tocado por las actividades del hombre; salvo en caso de urgencia, por lo que el ser humano no posee ningún derecho sobre

---

<sup>30</sup> *Ibid.*

<sup>31</sup> Ejemplos de los tipos de degradación ambiental: (1) consumo ilimitado de ostras fuera de temporada; (2), aire contaminado en Santiago; (3), tala indiscriminada de parques nacionales en el Sur de Chile y consecuente extinción de fauna dependiente de esa flora.

los recursos naturales. Por lo contrario, “los elementos no humanos, poseen derechos que el hombre debe respetar.”<sup>32</sup>

La segunda corriente dominada por la eficiencia económica, siendo su principal instrumento el análisis costo-beneficio. Esta postura se fundamenta en el utilitarismo y en los derechos de propiedad al dejar al mercado regular la explotación de los recursos.

Como tercer corriente, se encuentra la llamada conservacionista, que ve en los recursos y en los problemas del ambiente una restricción para el crecimiento económico, por lo que sugiere que éste deberá detenerse de buen grado o por la fuerza. Por lo que este enfoque, conlleva a un crecimiento cero o un estado estacionario.

En la cuarta corriente, se considera a los problemas del ambiente y de los recursos como una severa restricción al crecimiento económico y al mismo tiempo se cree que es posible un compromiso mediante el cual se generen normas o políticas hacia el cuidado de los recursos naturales y que a la par se estimule el crecimiento económico.<sup>33</sup>

En dichas corrientes puede observarse, que mientras las dos primeras son la consecuencia de concepciones reduccionistas y unilaterales; las dos últimas se derivan, en mayor o menor medida de posiciones de compromiso entre Economía, los recursos naturales y el ambiente.

### **1.3 La tecnología responsable.**

En la actualidad, el hombre ha rebasado el poder para conservar su ambiente, por lo que ahora necesita de conocimientos tecnológicos para la preservación de los recursos naturales renovables e inagotables o permanentes, específicamente, el agua de lluvia, la energía solar y el viento, y conseguir transformarlos en energías renovables.

Como se señaló en líneas anteriores, la noción del desarrollo sustentable implica, entre una amplia gama de factores, el empleo de las mejores tecnologías disponibles. Idea que se planteo en el Protocolo de Kioto,<sup>34</sup>

---

<sup>32</sup> Corona Renteria, Alfonso. *op cit.*, p. 27

<sup>33</sup> Dentro de esta corriente se encuentran los más vehementes seguidores del Desarrollo Sustentable. *Vid. Supra.* Apartado 1.1.

<sup>34</sup> Cabe resaltar, que a pesar de los acuerdos establecidos tanto en el Protocolo de Kioto como en la Cumbre de la Haya (noviembre del año 2000), los países industrializados, como es el caso de Estados Unidos y España, se han negado a adoptar compromisos que puedan obligar a reducir las propias emisiones, y esto recae en la imposibilidad de la cooperación de

realizado en 1996, que fue una conferencia internacional donde un gran número de jefes de Estado se comprometieron a no superar en el período 2008-2012, la emisión media de gases causantes del efecto invernadero, que se dio en 1990. Para lograr esto, “los países industrializados se comprometieron a reducir el consumo de energía; a sustituir las energías fósiles por energía renovables; y a la fijación del carbono por la vegetación.”<sup>35</sup>

Ahora bien, el término tecnología puede entenderse de distintas formas. Generalmente se utiliza para definir los procedimientos y aplicaciones prácticas de la ciencia, es decir, para definir un conjunto de técnicas aplicadas. Otras veces, “para denominar una cierta manera de hacer las cosas, en las que domina la máquina y las ingenierías, y en la cual el grado de complejidad se considera como sinónimo de avance y vanguardia. Asimismo, el término tecnología se refiere al know how, en otras palabras, al conocimiento de como hacer las cosas con un alto grado de eficiencia; aunque ésta es medida, generalmente en términos productivos.”<sup>36</sup>

Independientemente de la forma en que se denomine a la tecnología, lo cierto es que hoy existen medios que impiden el despilfarro de energía, por lo tanto impedirán la contaminación relacionada con la generación de energía, y a la vez reducirán los costes. Así entonces, se entiende como tecnología responsable al conjunto de procedimientos y técnicas, que se utiliza para obtener un costo-beneficio dañando lo menos posible el entorno.<sup>37</sup>

Como ya es sabido, el consumo energético ha aumentado considerablemente en los últimos 30 años; ya que la electricidad, el agua caliente, la calefacción y los transportes que se usan día con día, dependen sustancialmente de los recursos naturales que el planeta brinda.<sup>38</sup>

La disminución del consumo de las energías fósiles, como lo son las reservas de petróleo y gas van decreciendo rápidamente, y la obtención de ellos es muy costosa y cada vez más complicada. Por lo que, el uso de las energías renovables se convierte en una alternativa, sino es que la única, para garantizar la conservación e incluso mejorar el confort, preservando al máximo los recursos naturales.

---

dichos países en contra del cambio climático. *Cfr.*, “Las energías renovables. Factor de desarrollo en Extremadura”, en [www.teorema.com.mx](http://www.teorema.com.mx)

<sup>35</sup> Gauzin-Müller, Dominique. *et.al. Arquitectura ecológica*, Barcelona, España, G.Gilli, 2002. p.14.

<sup>36</sup> Fuentes, F. Victor. “Nuevas tecnologías en la arquitectura bioclimática”, en [www.-azc.uam.mx/cyad/procesos](http://www.-azc.uam.mx/cyad/procesos).

<sup>37</sup> Es a partir de los años 80’s cuando dentro de la tecnología responsable se empieza a utilizar el término de *ecotécnicas*, para denominar al conjunto de procedimientos en el uso de energías pasivas, para recolección solar, calentamiento del agua y ahorro de gas, así como en la recolección de aguas pluviales. *Cfr.* Velez González, Roberto. *La ecología en el diseño arquitectónico*, México, Trillas, 1992.

<sup>38</sup> Gauzin-Müller, Dominique. *op. cit.*, p.26.

A partir de los acuerdos de Kioto, y tras la Cumbre de Río, y ante el excesivo consumo de energía en el sector de la construcción fue prioritario el uso racional de la misma. Por lo que, la arquitectura y el urbanismo debían esforzarse en la adecuada planificación del ahorro energético y materias primas; así como en la reducción de gases causantes del efecto invernadero y la disminución del volumen de los residuos generados.<sup>39</sup>

Las razones por las que la construcción es uno de los sectores que más energía consume, es porque la utiliza en todo el proceso de construcción; a) en la fabricación de los materiales y su transporte; b) durante el proceso de obra; c) durante la fase de explotación, la calefacción, la ventilación, la producción agua caliente sanitaria, la iluminación y la alimentación de las instalaciones; y c) en la demolición y la eliminación de los residuos.

En el sector de la construcción, existen técnicas consolidadas que desde tiempo atrás resultan rentables y competitivas, como son las bombas de calor y colectores solares para agua caliente (el tinaco negro); que sin embargo se unen a tecnologías innovadoras, cuya amortización se vislumbra a largo plazo, ejemplo de ello son las celdas fotovoltaicas, también llamadas células o placas, que una vez colocadas forman paneles; y los molinos eólicos.

El uso de la energía solar como fuente de energía renovable, se desarrolla en 1954 con las primeras células fotovoltaicas utilizadas por la NASA para los satélites artificiales, por lo que el aprovechamiento de la energía solar se ha presentado como un coste de oportunidad para hacerlo competitivo en la mayoría de las aplicaciones.

Las células fotovoltaicas “transforman la energía solar en electricidad, gracias a semiconductores fabricados con compuestos de silicio.”<sup>40</sup> El silicio se obtiene a partir de arena, que es muy abundante en la naturaleza; la arena se reduce a silicio, convirtiéndose a silicio metalúrgico, para realizar posteriormente su purificación, llegando a un silicio ultra puro de grado electrónico<sup>41</sup>.

---

<sup>39</sup> La búsqueda de una alternativa ecológica en la construcción forma parte de un conjunto de reflexiones realizadas a escala internacional. El Consejo de Arquitectos Europeos (CAE) ha participado en la redacción de una obra titulada *The Green Vitruvius*. La Unión Internacional de Arquitectos (UIA) ha preparado una *Declaración de interdependencia para un futuro sostenible*. La Asociación Green Building Challenge, implantada en 14 países, que entre los cuales se hallan Canadá, Estados Unidos, Holanda y Reino Unido, desarrolla una red de intercambios basados en líneas de investigación comunes, conferencias y publicaciones. En Francia, el Gepa sensibiliza a los diseñadores sobre los riesgos que representan el agotamiento de los recursos naturales, el recalentamiento del planeta y la exclusión social. En Alemania, hace 30 años, la ecología y las realizaciones arquitectónicas eran juzgadas con la condescendencia reservada a los arquitectos *hippies*. Hoy en día **el desarrollo sostenible** ha superado el estadio de ideología para convertirse en un factor económico, y la idoneidad medioambiental, constituye para numerosas empresas un elemento que otorga una imagen moderna e innovadora.

<sup>40</sup> Gauzin-Müller, Dominique. *op. cit.*, p.101.

<sup>41</sup> Este proceso tiende a ser muy costoso debido al grado de pureza que requieren los componentes electrónicos.

La fotocelda, como se muestra en la imagen 1, es el producto más conocido para el uso de la energía solar alternativa, ya que su ventaja principal es la producción de energía constante, su larga vida y su mínimo mantenimiento. Dichas fotoceldas se pueden encontrar en diferentes tamaños y están catalogadas por la producción de watts/hora de sol efectiva; como ejemplo, se pueden encontrar en el mercado fotoceldas de 50 watts que en un día se pueden recargar con 5 horas de sol, lo cual puede llegar a producir hasta 250 watt/hora al día.

**Imagen 1.**



**Celdas fotovoltaicas**

Este tipo de placas pueden producir electricidad en lugares alejados a las de distribución, es decir; a territorios donde se genera electricidad a partir del petróleo, como son las zonas rurales. También se han utilizado en parquímetros, parques nacionales, zoológicos, estaciones telefónicas aisladas, casas-habitación, edificios, entre otros.

En el caso específico de los edificios y las casas habitación, las celdas fotovoltaicas se colocan en las fachadas o en el tejado de la construcción, para que los paneles (fotovoltaicos), produzcan electricidad para el consumo interno o para la redistribución a la red. Dichos paneles pueden formar parte de la composición arquitectónica o la estética misma, como creador de sombra, lo cual impedirá el sobrecalentamiento de la construcción y provocar un confort térmico dentro de la misma.

**Imagen 2.**



*Este es un ejemplo de la forma en que se pueden instalar las celdas fotovoltaicas en el techo de una casa*

Así como existen celdas fotovoltaicas para la obtención de energía por medio del sol, también hay colectores solares para el calentamiento del agua, llamados termotanques, que aprovechan al máximo la energía de los rayos solares.<sup>42</sup>

El termotanque es un depósito hermético que contiene una válvula de alivio o un jarro de aire. Con esto el agua se calienta cada vez que hay sol y circula por el colector. Mientras más veces circule el agua más alta será la temperatura. Para lograr esto debe existir una velocidad determinada de circulación del agua y una distribución uniforme en el colector.<sup>43</sup>

En México, se ha utilizado el termotanque en casas-habitación, logrando reducir el uso de calentadores convencionales o de gas; convirtiendo el termotanque en un instrumento económico, confiable y silencioso, mientras se utilice a la par con la instalación de regaderas ahorradoras de agua, y cuidando el uso en el lavado de la ropa y trastos.

En relación a la energía eólica, es una variante de la energía solar debido a que se deriva del calentamiento diferencial de la atmósfera y de las irregularidades del relieve de la superficie terrestre.<sup>44</sup> Esta energía del viento se convierte en electricidad por medio de aerogeneradores (imagen 3) de tamaños que pueden abarcar desde algunos vatios hasta los 2mw.

---

<sup>42</sup> Es menester resaltar, que en lugares con un clima donde existan heladas o nevadas resulta inconveniente colocar los colectores solares, empezando porque la energía solar es extremadamente mínima y el agua tiende a congelarse en las tuberías, provocando el entallamiento de las mismas. Sin embargo, si son colocados deben drenarse para evitar que se congele. Asimismo, en lugares donde se producen huracanes y ciclones, constantes, este tipo de tecnología se tiende a desprender, por lo que se deberán tomar medidas preventivas en la colocación y protección. *Cfr.* Rodríguez Viqueira, Manuel. *Introducción a la arquitectura bioclimática*, México, Limusa, 2001.

<sup>43</sup> A nivel mundial, existen países como Israel, Japón y Grecia, que ante la falta de petróleo han llegado a implementar este tipo de tecnología, funcionándoles o de manera eficiente.

<sup>44</sup> *Cfr.*, “Las energías renovables. Factor de desarrollo en Extremadura”, en [www.teorema.com.mx](http://www.teorema.com.mx), consultada en abril del 2007.

**Imagen 3.**

***Debido a que los generadores eólicos pueden producir directamente 12,24 o 48 volts de corriente directa, estos equipos pueden ser usados directamente en las aplicaciones de bombeo de agua o pueden almacenar la electricidad en un banco de baterías para su uso posterior. ENALMEX***

En 1999 Europa empezó a gozar de los beneficios de la energía eólica, representando el 77% de la capacidad mundial de producción de la energía eléctrica. Para este tipo de energía se pueden utilizar instalaciones individuales con un solo molino eólico que puede abastecer, por citar un ejemplo, a una granja; y con una instalación masiva de molinos (eólicos) se logra abastecer a un barrio o colonia, e incluso a una zona industrial.<sup>45</sup> Gracias a los molinos eólicos, la energía que se genera de ellos, transformada en

---

<sup>45</sup>Gauzin-Müller, Dominique. *op. cit.*, p.28.

energía mecánica se logra utilizar en una bomba de agua, que transforma a la energía eólica en electricidad, reenviándola a la red.

Los avances tecnológicos permiten captar el agua de lluvia de manera más eficiente, ya que el agua es un recurso cada vez más escaso ypreciado, que se ha malgastado en países primer mundistas, y que por consecuencia, en los subdesarrollados se padece por ella. Para lograr una tecnología responsable, respecto al agua, se puede empezar con la recuperación de las aguas pluviales por medio de una instalación técnica y la correcta utilización de la misma; que incluya lo siguiente:<sup>46</sup>

- a) recuperación o captación del agua de lluvia;
- b) filtración previa a su almacenamiento hacia una cisterna, a través de sistemas autolimpiables;
- c) establecer dos etapas de depuración que no necesiten mantenimiento en el interior del depósito;
- d) una vez captada y limpia, se debe conservar el agua en un lugar fresco y oscuro;
- e) usar bombas de bajo consumo (ya sea utilizando molinos eólicos o energía hidráulica), para distribuir el agua reciclada;
- f) finalmente, señalar que la recuperación de aguas pluviales no es potable.

Las aguas pluviales se pueden emplear en la limpieza y riego de áreas verdes, en el abastecimiento de los sanitarios públicos, y también en escuelas, deportivos, sitios culturales y administrativos.

Asimismo, la industria se beneficia con la captación pluvial, dependiendo del giro, ya que el agua se puede manipular en los diversos procesos de fabricación, ya sea por motivos ecológicos o de rentabilidad económica, claro ejemplo es Volkswagen, ubicada en Wolfsburg, Europa, donde el agua pluvial reemplaza al agua desmineralizada empleada normalmente para el proceso de fabricación automotriz; en los hangares de Lufthansa, en Hamburgo, el agua recuperada que se encuentra en los hangares se usa para la limpieza de los aviones como para el abastecimiento de la cisterna de los baños, permitiendo así un ahorro sustancial del vital líquido.<sup>47</sup>

### 1.3.1 Costes.

---

<sup>46</sup> *Idem.* P.105.

<sup>47</sup> *Ibid.*

La tecnología responsable que existe actualmente en el mercado internacional es la producida en países como Canadá, Israel, Alemania, Inglaterra y México. La tecnología de calderas y paneles solares que se produce en Alemania es de las más eficientes; sin embargo la calidad de aislamiento deja mucho que desear, dado que permite salir muy rápido la energía captada. La canadiense se considera una tecnología fina ya que ha aprovechado las desventajas de la tecnología alemana, y ha introducido una nueva tecnología de aislamiento en lo que a calderas solares refiere, por medio de tubos evacuados.

En el caso de México, la calidad de las celdas fotovoltaicas esta considerada en un nivel intermedio, ya que el tiempo de fabricación es largo y en comparación con otros costos de celdas, este es bajo. Asimismo, las celdas fotovoltaicas mexicanas son de tipo casero y son producidas por la Universidad Nacional Autónoma de México en alianza con Grupo Carso, mediante la empresa CONDUMEX, y con la marca alemana SIEMENS. La tecnología Inglesa sólo la utilizan los barcos para el aprovechamiento del movimiento marítimo.

Los costos del mercado de las calderas solares oscilan entre 1200 y 1500 Euros. Los tubos evacuados canadienses fluctúan entre 1500 dólares, aproximadamente. La tecnología israelita llamada Heliocold posee costos límites de 1000 dólares. Las celdas fotovoltaicas producidas en México, por SIEMENS, tienen precios de alrededor de 100 000 a 130 000 pesos.<sup>48</sup> Un claro ejemplo de este tipo de tecnología responsable, se verá en el apartado del diseño bioclimático y el costo real de instalación y funcionamiento.

En virtud de lo señalado, se puede establecer que a partir del uso adecuado de las energías renovables, mediante la implementación de tecnología responsable se logra impacta en menor grado al ambiente. Con el mismo fin, y como a continuación se verá, en el ámbito de la construcción existen edificaciones sustentables.

#### **1.4. La edificación sustentable.**

La cultura contemporánea se ha olvidado de lo que para los antepasados era importante; conservar la armonía con el ambiente. No obstante, la innovación científica y tecnológica se ha preocupado por rescatar esta relación, mediante el diseño y la construcción de edificios, analizando las cuestiones arquitectónicas en

---

<sup>48</sup> Información proporcionada por el Despacho de Consultoría y Construcción BIOMAH, dirigido por el Arquitecto Raúl Huitron.

donde los elementos de la eficiencia energética, agua, iluminación y confort, minimicen los daños sobre el ambiente y maximicen el potencial económico.<sup>49</sup>

De esta forma, una edificación sustentable, “es aquélla que integra una guía de diseño, edificación y operación de edificios con parámetros de salud, ahorro de energía y cuidado al ambiente; con el propósito de crear espacios saludables, confortables y apoyando el modelo de desarrollo sustentable durante la fase operativa del ciclo de vida de los edificios.”<sup>50</sup>

#### Imagen 4.



*En la torre Swiss Re, proyecto de Norman Foster, localizada en Londres, Inglaterra, su fachada está diseñada con conceptos bioclimáticos que además integran jardines interiores que ayudan a regular la temperatura interior, regulan la velocidad del viento y permiten la ventilación natural por medio de ranuras en su envoltente; este diseño es tan efectivo que no se*

Hoy día, existen mitos que afirman los elevados costos operativos que implica una construcción sustentable, sin embargo, la sustentabilidad permite el diseño y la planeación, que desarrollados de forma correcta, permite que los costos de construcción no aumenten, y traigan consigo beneficios económicos. Porque conserva el uso del agua, requiere menos energía, (e incluso produce su propia energía), utiliza materiales con el menor impacto ambiental posible y mantiene una excelente calidad del aire interior.<sup>51</sup> Así, los edificios y casas que integran una ciudad deben tomar en cuenta aspectos como la orientación de las puertas y ventanas, porque esto se puede convertir en factor que determine el confort del clima que se respire en el interior del edificio. Asimismo, se puede prescindir de los aparatos de climatización artificial.

En el caso de México, ha sido un reto hacer viables los proyectos de construcción o edificación sustentable, debido a la falta de financiamiento. No obstante, grandes corporativos como la cadena de supermercados Wal-Mart, están invirtiendo para obtener beneficios ambientales a la vez que ahorro, principalmente, en el gasto de energía. Por su parte, empresas como Telefónica Movistart, HSBC y BANORTE, Edificios Cenit Plaza Arquímedes, en la colonia Polanco; el World Trade Center, entre otras, se han unido a la construcción

<sup>49</sup> “Edificación ecológica”, en [www.cmes.org.mx](http://www.cmes.org.mx), consultada en mayo del 2007.

<sup>50</sup> “¿Por qué construir ecológicamente?”, en [www.mexicogbc.org](http://www.mexicogbc.org), consultada en junio del 2007.

<sup>51</sup> *Ibid.*

de edificios inteligentes, en el ámbito de construcciones sustentables, donde se puede apreciar la viabilidad de los proyectos en el país.

Un edificio inteligente (imagen 5) es aquél que gira entorno a los principios de diseño interdisciplinario, flexibilidad, integración de servicios, administración eficiente, minimización de costos para la obtención de un beneficio y mantenimiento preventivo. A partir de esto, la edificación se conceptualiza que desde su diseño hasta la ocupación por el usuario final, centra su objetivo en el ahorro de energía y recursos. Asimismo, existen cuatro tipos de objetivos que debe cubrir el diseño y la construcción de un edificio inteligente:

#### 1. Objetivos Arquitectónicos.

- Satisfacer las necesidades presentes y futuras de los ocupantes, propietarios y operadores del edificio.
- La flexibilidad, tanto en la estructura del edificio como en los sistemas y servicios.
- El diseño arquitectónico adecuado y correcto.
- La funcionalidad del edificio.
- La modularidad de la estructura e instalaciones del edificio.
- Mayor confort para el usuario.
- La no interrupción del trabajo de terceros en los cambios o modificaciones.
- El incremento de la seguridad.
- Incremento de la estimulación en el trabajo.
- La humanización de la oficina.

2. Objetivos tecnológicos.

- La disponibilidad de medios técnicos avanzados en telecomunicaciones.
- La automatización de las instalaciones.
- La integración de servicios.
- 

3. Objetivos Ambientales.

- La creación de un edificio saludable, en donde la naturaleza esta inmersa.
- El ahorro energético.
- El cuidado del medioambiente.

4. Objetivos Económicos.

- La reducción de altos costos de operación y mantenimiento.
- Beneficios económicos para la cartera del cliente.
- Incremento de la vida útil del edificio.
- La posibilidad de cobrar precios más altos por la renta o venta de los espacios.
- La relación costo-beneficio.
- El incremento del prestigio de la compañía.

**Imagen 5.**



*Banorte es un corporativo de vanguardia dedicado a ofrecer el concepto más avanzado a nivel mundial en espacios corporativos, integrando: máxima eficiencia, funcionalidad, seguridad, conciencia ecológica y tecnología de punta integrados con materiales de alta calidad. El diseño del edificio integra terrazas arboladas semi-abiertas a doble altura, las cuales contribuyen al personal de trabajo, permitiendo el contacto con el medio ambiente exterior, recrearse en momentos de descanso y en algunos casos. El edificio se ubica en el área comercial de Santa Fe, en la ciudad de México D.F.*

En el sector turístico, “sólo unos cuantos proyectos, como Loreto Bay, en Baja California Sur, orientada a clientes de Estados Unidos y Canadá, están siendo desarrollados con una visión hacia la sustentabilidad.”<sup>52</sup> Frente a la zona arqueológica de Tulum, Quintana Roo, se ha desarrollado un fraccionamiento de villas habitacionales donde se utilizó tecnología responsable. En la misma área, en el km. 7 de la carretera Tulum-BocaPaila se construyó un hotel llamado Tita Tulum, conformado por 4 cabañas integradas a la naturaleza. Este conjunto se abastece con energía solar, es decir, utiliza los paneles fotovoltaicos que generan un decremento en gastos del mismo hotel. La orientación del hotel está diseñada para aprovechar los vientos dominantes y tener una ventilación natural por medio de pasillos interconectados, y así, eliminar el uso de aire acondicionado.<sup>53</sup>

En el poblado de Comala, en la Ciudad de Colima, se construyó la Ecogranja Oikos con el objetivo primordial de conservar la ecología del bosque, mediante la captación y almacenamiento de aguas pluviales para el uso de sanitarios y otras actividades. Las aguas residuales generadas en la granja se reutilizan por medio de la construcción de canales de aguas grises y un sistema de aprovechamiento de las mismas. El sol forma parte fundamental de la granja, y su energía se manipula por medio de los colectores solares y celdas fotovoltaicas, que se utiliza para secar granos, calentar agua y producir electricidad. Asimismo, la granja está diseñada para tener una climatización natural, mediante corrientes de aire fresco y el uso de materiales

<sup>52</sup> “Quieren edificios sustentables en México” [www.teorema.com.mx](http://www.teorema.com.mx), consultada el 25 de mayo del 2007.

<sup>53</sup> Lacomba, Ruth. *Et.al. Las casas vivas: proyectos de arquitectura sustentable*, pp. 73-78.

aislantes en techos y muros.<sup>54</sup> En Mazatlán, Sinaloa, se rehabilitaron las oficinas de gobierno, readaptando la construcción para evitar el uso del aire acondicionado, y así, reducir el gasto de energía.<sup>55</sup>

En la Ciudad de México, en el Parque Nacional del Desierto de los Leones, en el km. 28, en Sta. Rosa Xochiac, delegación Cuajimalpa, con una extensión de 3000 m<sup>2</sup> se encuentra el Campo Solar Experimental, diseñado con los siguientes objetivos: “Mostrar los beneficios del ambiente al ser humano, además de los beneficios económicos que pueden obtenerse por diseñar viviendas que ahorran agua, y captan el agua de lluvia, que utiliza la energía solar, tanto para calentar el agua, como para producir electricidad. Demostrar a arquitectos, ingenieros, biólogos, ecologistas, estudiantes y representantes de comunidades rurales el uso práctico de tecnologías aplicadas (ecotécnicas) para el ahorro de agua, electricidad y combustibles. Asimismo, se enseñan los beneficios de contar con un huerto orgánico, hacer composta y reciclar la basura.”<sup>56</sup>

En la zona de Sta. Fe, en calle volcanes #190, se construyó un Centro de Investigación de Arquitectura Ambiental dedicado a investigar y demostrar conceptos (de arquitectura ambiental) para el uso de las ecotécnicas. En este Centro existe un Programa de Arquitectura y Ecología para regular las construcciones y preservar el ambiente, donde el desarrollo sustentable sea el que regule el desarrollo urbano.<sup>57</sup> Este Centro aplica y demuestra la viabilidad diversos sistemas y formas de diseño arquitectónico para el ahorro de energía con colectores de agua caliente, sistema pasivo para climatización ambiental y captación de agua pluvial.

En lo que respecta a edificaciones gubernamentales, un claro ejemplo de una edificación inteligente es el Hospital Regional No. 1 “Gabriel Mancera”, en donde se introdujeron nuevas tecnologías para la iluminación, el uso eficiente del agua (la demanda de agua caliente representaba gastos excesivos), para lo cual colocaron reguladores de temperatura, que redujo un 40% el consumo de agua. También se instaló una planta para el tratamiento de aguas negras, para evitar el impacto en el entorno. Y por último, este hospital dispone de un equipo denominado “grado médico”, que se constituye como un sistema generador de vacío y de aire comprimido, que resulta vital por la generación de gases medicinales de un hospital.

En lo que se refiere a la construcción de casas-habitación, estas han tenido mayor auge en Europa. Sin embargo, en México existen varias casas que ya utilizan las ecotécnicas. Una de ellas ubicada en la

<sup>54</sup> Cárdenas Murguía, Francisco J. “Granja ecológica Oikos” en Lacomba, Ruth. *Et. al., Las casas...* p.87.

<sup>55</sup> *Segundo Congreso Internacional de Arquitectura con Alta Tecnología Bioclimática y Diseño Sustentable*, realizado en la Facultad de Arquitectura de UNAM, en Marzo del 2007.

<sup>56</sup> Lacomba, Ruth. *op.cit.*, p.33.

<sup>57</sup> Girón de la Peña, Héctor. “Centro de Investigación de Arquitectura Ambiental”, en Lacomba, Ruth, p.65.

Delegación Magdalena Contreras, al suroeste de la Ciudad de México, en una zona muy boscosa. En ésta se ahorra en el consumo de gas y electricidad, gracias al uso de celdas fotovoltaicas. El diseño de la casa se orientó para que la caída del agua pluvial se recolectara en una cisterna y se utilizara para sanitarios y áreas verdes.<sup>58</sup> Otro ejemplo, es la casa ubicada en la colonia de las águilas construida con tecnología responsable (ecotécnicas) para el ahorro sustancial en el consumo de la electricidad y gas, por medio de la implementación de celdas fotovoltaicas y colectores solares para el calentamiento del agua.

Actualmente, dichas casas-habitación son habitadas y los usuarios gozan de los beneficios y el confort que brinda el diseño y la edificación sustentable. Estas son sólo una muestra de que día a día se torna indispensable pensar seriamente en el daño que las construcciones generan en el ambiente. Ante esto, son necesarios proyectos arquitectónicos donde los criterios bioclimáticos formen parte de la edificación para hacerla autosuficiente energéticamente.

Asimismo, han existido programas de vivienda en el país, en donde emerge la preocupación de que las familias mexicanas sean partícipes de esta tecnología, en donde primeramente se beneficia el usuario final, al utilizar tecnología o energías renovables, teniendo su impacto en su bolsillo.

Si bien, no se ha manifestado de una forma elocuente el financiamiento, por lo menos, ya existe inversión para acrecentar los proyectos de vivienda. En donde, con el paso del tiempo serán más accesibles los costos de las casas – habitación.

Uno de los ejemplos de los proyectos de vivienda, los podemos ver: Programa La Vivienda Sustentable (CONAVI); Arquitectura Bioclimática en Desarrollos Habitacionales de Interés Social (SE-CMIC-UNAM); Proyectos Estatales: BC, Guanajuato, Distrito Federal, Tamaulipas, Nuevo León, etc.; Hipoteca Verde (INE-INFONAVIT); Programa Transversal de Vivienda Sustentable (CONAVI-SENER-SEMARNA; Tlaxcala, colonia semirural; prototipos de INFONAVIT (SLP, La Paz, Chih); fraccionamiento residencial ecológico Los Guayabos en Guadalajara; Fraccionamiento Hacienda de Las Torres en Cd. Juárez; fraccionamiento en el DF y Cuernavaca; Colonia en Hermosillo CEMEX; dos fraccionamientos en Colima; Vivienda bioclimática ICA; Vivienda bioclimática URBI; Vivienda térmica CCCh.

---

<sup>58</sup>*Ibid.* P.41.

## CAPÍTULO II. DOS DISEÑOS ARQUITECTÓNICOS.

Motivado por la necesidad de protegerse de las inclemencias del tiempo, el ser humano se dio a la tarea de construir espacios que le permitieran resguardarse y subsistir. Así, surgieron las casas-habitación, en donde los factores climáticos, más allá de representar un problema, pasaron a formar parte fundamental en su diseño y construcción para hacer de estas unas edificaciones sustentables.

La arquitectura se encarga de diseñar espacios habitables. Por ello durante el siglo XX desempeñó un papel preponderante en el crecimiento desmedido de las grandes urbes, que guiada por construir respondiendo a una moda estética, ignoraba elementos energéticos y ecológicos, es decir no consideraba los aspectos lógicos y simples del espacio vital, enmarcándose única y exclusivamente en cuestiones funcionales para el hombre. Sin embargo, con el paso del tiempo e influenciada por los planteamientos del desarrollo sustentable, ante el deterioro ambiental se ha dado a la tarea de retomar los elementos naturales al momento de diseñar y construir. Por lo que la funcionalidad y la estética, cedieron el espacio a la economía de costos, debido a que, a principios del siglo XXI, la crisis energética y ecológica generó complicaciones en los modos de producir, consumir, transitar, convivir y habitar.

Por lo tanto, se puede afirmar que mientras que la arquitectura se basa en el diseño y construcción de un inmueble, la economía permite formar un proyecto de inversión sobre dicho inmueble para que a partir de esto se pueda administrar adecuadamente el capital que se tiene como inversión, teniendo una maximización de beneficios al lograr el objetivo de la reducción de costos.

En la actualidad, dentro de la arquitectura existe una concepción bioclimática (**AB**)<sup>101</sup> que busca diseñar construcciones adaptadas a su propio clima, utilizando las transferencias naturales de calor y los recursos que la naturaleza ofrece como el sol, el viento, la vegetación, el suelo y la temperatura ambiental; con el objetivo de crear condiciones de confort físico y psicológico, y

---

<sup>101</sup> Por cuestiones prácticas, en este trabajo utilizaremos las siglas **AB** para referirnos a la Arquitectura Bioclimática.

limitando o incluso eliminando los sistemas mecánicos de calefacción o climatización, lo que representa un ahorro sustancial en la utilización de energía artificial.<sup>102</sup>

De esta forma, la bioclimatización o el llamado bioclimatismo “que es la respuesta del hombre frente al clima por lo que se tienen en consideración algunos aspectos y criterios, como la ubicación, las orientaciones, los vientos, los soleamientos, las vegetaciones y las refrigeraciones naturales.”<sup>103</sup>

Para Roger Camous y Donald Watson, la pérdida o ganancia del calor en una construcción, tanto al interior como al exterior, se basa en ciertos principios bioclimáticos.<sup>104</sup> El primero es la conducción térmica que “se refiere a la transferencia de energía calorífica a través de un cuerpo, sin que exista desplazamiento de materia.”<sup>105</sup> La entrada de los rayos solares hacia la construcción de AB influirá en el confort térmico de la construcción, ya sea para ganar calor u oponerse a esta ganancia.

La convección térmica alude a la “transición de energía calorífica entre un cuerpo y un fluido (gas o líquido) por desplazamiento de éste último,”<sup>106</sup> y está relacionada con los movimientos del aire dentro de la construcción. La radiación “es la transición de energía calorífica entre dos cuerpos que están a diferente temperatura, sin que haya desplazamiento de materia, pero sí cambio de ondas electromagnéticas.”<sup>107</sup> Se gana, limita o enfría por medio de los rayos solares. La evaporación “es el paso del estado líquido al gaseoso por intercambio térmico con el aire ambiental.”<sup>108</sup> Este principio se utiliza para favorecer el enfriamiento en los días calurosos

---

<sup>102</sup> En 1963 los hermanos Olgyay propusieron utilizar dentro de la arquitectura el concepto de diseño bioclimático, para resaltar los vínculos y las múltiples interrelaciones entre la vida humana y los factores naturales, en relación con el diseño de construcción, exponiendo un método de diseño arquitectónico que respondiera a los requerimientos climáticos específicos.

<sup>103</sup> “¿Qué es biovivienda?”, en [www.arquired.es](http://www.arquired.es), consultada el 16 de junio del 2007.

<sup>104</sup> Camous Roger y Wattson Donald. *El hábitat bioclimático. De la concepción a la construcción*, Barcelona, España, edit. G. Gilli, 1986, p.12.

<sup>105</sup> *Ibid.*

<sup>106</sup> *Ibid.*, p .26.

<sup>107</sup> *Ibid.*

<sup>108</sup> *Ibid.*, p. 30.

Ahora bien, para la AB el ser humano es el pilar central sobre el cual los arquitectos deben diseñar, con el afán de que el hombre logre llevar a cabo sus actividades diarias, y se desarrolle de una manera integral, respetando los factores naturales que le rodean.

## **2.1 Aspectos básicos de la arquitectura bioclimática. (AB)**

Los aspectos que toma en cuenta la AB al momento del diseño y la construcción son:

I) El clima. Es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracteriza a una zona geográfica.<sup>109</sup> De dichas condiciones dependerá que la AB sea de muros pesados o ligeros, de cubiertas inclinadas o planas, de color oscuro o claro, con grandes vanos o pequeñas ventanas, entre otros. Donde éstos sean la protección y el regulador que transforme la acción de los elementos ambientales naturales de un lugar.

Dentro de la AB existe el análisis sobre las condiciones climáticas y se pueden realizar en dos niveles básicos; análisis macro climatológico o regional y análisis micro climatológico o local. El primero se caracteriza por estudiar y analizar el clima de una región. El segundo se encarga de analizar el clima de un lugar específico, que puede estar a una escala pequeña de una gran región. Este microclima puede ser modificado por la arquitectura y el diseño de exteriores mediante la construcción, los movimientos de tierra, la vegetación y los cuerpos de agua, ya sean ríos, lagos, lagunas, el mar o arroyos que se encuentren en el lugar.

Asimismo, dentro del clima existen factores climáticos que son “las condiciones físicas que identifican a una región o a un lugar en particular, y determinan su clima.”<sup>110</sup> Los principales son; la latitud; altitud; relieve; distribución de tierra y agua; corrientes marinas; y modificaciones al entorno.

La latitud “es la distancia angular de un punto sobre la superficie terrestre al ecuador; se mide en grados, minutos y segundos. La importancia de este factor del clima es que determina la

---

<sup>109</sup> *Diccionario Enciclopédico Espasa*, en Rodríguez Viqueira, Manuel. *op.cit.* p. 12.

<sup>110</sup> *Idem.* p. 14.

incidencia de los rayos solares sobre la tierra en un punto determinado.”<sup>111</sup> Con ello la temperatura se establece por el impacto de los rayos solares, y dependiendo de las condiciones del cielo se verá el nivel de radiación que recibe un lugar en particular.

La relación que existe entre la latitud y la trayectoria solar influye como elemento principal dentro de la AB, ya que de ello dependerá el asoleamiento de muros, ventanas y cubiertas. Por tanto, dicha correlación intervendrá en la decisión de colocar las celdas o paneles fotovoltaicos, termotanques, colectores de agua e incluso, invernaderos.

La altitud “es la distancia vertical de un plano horizontal hasta el nivel del mar; se mide en metros sobre el nivel medio del mar. Este factor determina el clima de un lugar, porque al aumentar la altitud desciende la temperatura de la atmósfera.”<sup>112</sup>

La altura es un elemento indispensable en el diseño, dado que en los lugares mas elevados, las temperaturas disminuyen, lo que origina una arquitectura de vano pequeños y muros masivos. Al aumentar la altura, la arquitectura se ve obligada a proponer cubiertas inclinadas para evitar la acumulación de nieve y hielo.

El relieve “es la configuración superficial de la tierra. Este es otro factor clave para el clima, ya que determina las corrientes de aire, la insolación de un lugar, su vegetación, el contenido de humedad del aire, entre otras cosas.”<sup>113</sup> Por ello una superficie plana poseerá mayor exposición a la radiación solar y a los vientos del lugar; mientras que una zona montañosa generara dos zonas de asoleamiento en razón de la orientación y la conformación de sus elevaciones, lo que ocasionará dos zonas con diferente temperatura, dos zonas de exposición a los vientos y diferencias en la presión del aire; al mismo tiempo, la vegetación se verá afectada por la luz, la humedad y el viento con la adaptación de especies para cada zona.

La distribución de agua y tierra “es la relación entre los cuerpos de agua y la tierra firme de un lugar”<sup>114</sup>. En vista de la gran capacidad de almacenamiento de energía, el agua es una pieza clave

---

<sup>111</sup> *Diccionario Enciclopédico Espasa*, en Rodríguez Viqueira, Manuel. *op.cit.*, p. 13

<sup>112</sup> *Ibid.* p.15.

<sup>113</sup> *Ibid.*, p.16.

<sup>114</sup> *Ibid.*, p.12.

en la regulación del clima. Por ello, los océanos, los golfos, los lagos y lagunas producen fenómenos climatológicos determinados, tales como la brisa y la disminución de la oscilación térmica.

El mar, los lagos, las lagunas y los ríos, por ser de agua naturales, requieren especificaciones de diseño exclusivo y más allá de su atractivo visual, se deberán tomar en cuenta las brisas y toda clase de movimiento de aire que se originan por la diferencia de temperaturas entre el agua y la tierra. Asimismo, es viable crear cuerpos de agua artificiales como estanques, espejos de agua, fuentes y surtidores capaces de modificar las condiciones microclimatológicas de una construcción.

Las corrientes marinas “son el movimiento de translación continuado y permanente de las aguas del mar en una dirección determinada. Los orígenes de estos son el movimiento de rotación de la tierra y la insolación sobre la superficie de la tierra.”<sup>115</sup> Debido a esto, existen corrientes cálidas y frías, que dependen de su origen, ya sea del ecuador o de los polos.

Las modificaciones al entorno son de dos tipos: “las que genera el hombre, por su actividad y las que tienen origen natural.”<sup>116</sup> De estas, la más impactante a corto plazo, es la primera, porque la construcción de una ciudad, una presa, una planta nuclear, una mina a cielo abierto, una aeropuerto, una autopista, entre muchas otras, pueden ocasionar modificaciones importantes sobre el clima y las especies de un lugar. No obstante, los procesos dinámicos por los que pasa la tierra provocan constantes alteraciones o cambios en la hidrología, topografía, morfología. El surgimiento de un volcán, el deslizamiento de las capas superficiales a lo largo de las fallas geológicas, la erosión eólica e hídrica de agua natural, son algunos de los elementos más notorios.

Existen también elementos específicos del clima que son importantes en el proceso del diseño arquitectónico bioclimático, de los cuales los más representativos son; la temperatura, la humedad, la precipitación, el viento, la presión atmosférica, la nubosidad, la radicación, la

---

<sup>115</sup> *Diccionario Enciclopédico Espasa*, en Rodríguez Viqueira, Manuel. *op.cit.*, p.16.

<sup>116</sup> *Ibid.*

visibilidad y los fenómenos especiales. Estos elementos “Son las propiedades físicas de la atmósfera, las cuales están en continuo cambio debido a que se inscriben en ciclos dinámicos, donde la modificación de una variable afecta a las demás.”<sup>117</sup>

La temperatura “es un parámetro que determina la transición de calor de un cuerpo a otro en forma comparativa por medio de una escala. Se utilizan en general tres tipos de escalas termométricas; los grados Centígrados, Kelvin y Fahrenheit.”<sup>118</sup>

Dentro de la temperatura existen parámetros climatológicos que definen los tipos de temperatura, estos son; temperatura media; máxima; máxima extrema; mínima; y temperatura mínima extrema. De estos se realizan lecturas mensuales y anuales, y deben ser *normalizados*<sup>119</sup>, esto es, debe existir un registro de veinte años como mínimo, para determinar el tipo de clima que posee la región.

**Figura 7. Parámetros climatológicos**

<b>Temperatura Media</b>	<b>Temperaturas Máxima y Mínima.</b>	<b>Temperaturas Máxima y Mínima Extrema.</b>
Es el promedio de las temperaturas en un determinado tiempo (diario, mensual o anual)	Es el promedio de temperaturas más altas y bajas de una región.	Son los registros máximos y mínimos absolutos, que se registran.
Evalúa comodidad o confort térmico de los usuarios	Con estos parámetros se obtiene la oscilación térmica de un día, mes, estación o año.	Van asociados a la fecha de registro.
Determina el límite de los efectos de la masa en los muros.	Esta temperatura prevee el efecto que la masa térmica y la ventilación pueden tener en el diseño de los espacios.	Para el diseño, estas temperaturas NO permiten conocer los límites a los que se enfrentan los habitantes de una región.

<sup>117</sup> *Diccionario Enciclopédico Espasa*, en Rodríguez Viqueira, Manuel. *op.cit.*, p. 17.

<sup>118</sup> *Ibid.*, p.18.

<sup>119</sup> Para que tengan validez se requiere que sean datos promedios en un mínimo de veinte años de registro, debido a que de un año a otro pueden existir grandes diferencias, dependiendo de los fenómenos especiales que se presenten.

Con este tipo de temperatura, los muros de la construcción deben ser confortables.		En este tipo de temperatura se debe de prever el uso de sistemas de climatización, ya sea natural o artificial para conservar el confort al interior de la construcción, ya que la temperatura interior deberá estar en índices tolerables
--	--	--

FUENTE: Camous y Watson, Donald. El hábitat bioclimático. De la concepción a la construcción.

La humedad “es el contenido de agua en el aire. Existen diversas escalas para medirla, pudiéndose expresar como humedad relativa o humedad absoluta.”<sup>120</sup>

**Figura 8.**

<b>Humedad relativa o absoluta.</b>
Es la relación (expresada en %) de humedad que contiene el aire y la cantidad de agua necesaria para saturar a éste a una misma temperatura.
Tiene la característica de poder retener mayor contenido de humedad a mayor temperatura
Manifestación de energía del aire (calor latente), relacionada de manera directa con la temperatura.
Puede afectar la percepción del confort.
En el diseño de construcción es una herramienta básica de la climatización pasiva por su bajo costo y enorme efecto en los espacios.

FUENTE: Camous y Watson, Donald. El hábitat bioclimático. De la concepción a la construcción.

La precipitación “es el agua procedente de la atmósfera que, en forma sólida o líquida, se deposita sobre la superficie de la tierra. La precipitación puede ser sensible o insensible, ya sea, que tenga forma de lluvia, granizo, llovizna, nieve o rocío, bruma o niebla.”<sup>121</sup>

<sup>120</sup> *Diccionario Enciclopédico Espasa*, en Rodríguez Viqueira, Manuel. *op.cit.*, p.19.

<sup>121</sup> *Ibid.*, p. 20.

**Figura 9.**

<b>Características de la precipitación</b>
La más común es la pluvial, aquella que llega a la superficie en gotas.
Se mide en milímetros en un periodo determinado, donde un milímetro es un litro por m <sup>2</sup> .
En el diseño, incide en la forma y extensión de las cubiertas, su grado de inclinación y materiales.
Puede proveer de un suministro de agua no potable, para ser reutilizada en diferentes usos, en especial para riego y limpieza.

FUENTE: Camous y Watson, Donald. El hábitat bioclimático. De la concepción a la construcción.

El viento “se forma por corrientes de aire producidas en la atmósfera por causas naturales. Se mide en la horizontal. El viento tiene diversos atributos que lo caracterizan, como son dirección, frecuencia y velocidad.”<sup>122</sup>

**Figura 10. Atributos del viento**

<b>Dirección</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Velocidad</b>
Orientación de la que proviene el viento.	% en que se presentó el viento de cada una de las orientaciones.	Distancia recorrida por el flujo de viento en una unidad de tiempo.
Las corrientes sufren cambios constantes de dirección y periodos de calma o nula actividad.	Se suman las frecuencias de todas las direcciones más los % de calma para obtener el 100%.	Km / h ó m / seg, son las unidades de medida del viento
La dirección dominante es aquella de donde viene el viento con mayor frecuencia		
Estos datos casi siempre se representan en forma de una rosa de los vientos, que es un círculo que tiene marcados alrededor los rumbos en que divide la vuelta de horizonte. Los rumbos se denominan de acuerdo con su orientación, como norte, norte-noreste, noreste, este-noreste, este. (N, NNE, NE, ENE, E).		
En el diseño, el viento es otro parámetro de vital importancia. Su uso adecuado puede hacer habitables espacios que de otra forma serían inhabitables.		

FUENTE: Camous y Watson, Donald. El hábitat bioclimático. De la concepción a la construcción.

<sup>122</sup> *Diccionario Enciclopédico Espasa*, en Rodríguez Viqueira, Manuel. *op.cit.*, p. 22.

La presión atmosférica “se define como el peso del aire por unidad de superficie, expresada en unidades de presión llamadas milibares, en donde un milibar es equivalente a 1000 din/cm<sup>2</sup>.”<sup>123</sup> Sus diferencias dependen de la temperatura del aire y de la altitud del lugar.

La radiación “es la cantidad total de energía solar que alcanza una fracción de superficie terrestre en un plano horizontal. La ración global se forma por dos componentes, uno es la radiación directa ( I ) y la otra la radiación celeste ( D).”<sup>124</sup>

**Figura 11.**

<b>Características de la radiación solar</b>	
La cantidad de radiación depende de la constante solar, de la latitud de la localidad, del periodo estacional, de las partículas en suspensión en la atmósfera, del albedo de la superficie terrestre y del clima.	
Energía disponible en forma abundante.	
Se puede usar para el calentamiento del aire o del agua en formas sencillas y eficientes.	
La energía de la radiación solar, también puede ser aprovechada de manera sustancial para eliminar la energía artificial.	

FUENTE: Camous y Watson, Donald. El hábitat bioclimático. De la concepción a la construcción.

La nubosidad “está formada por un conjunto de partículas minúsculas de agua líquida o hielo suspendidas en la atmósfera en forma de masa, cuyo color varía según la luz solar.”<sup>125</sup>

**Figura 12.**

<b>Origen e importancia de la nubosidad</b>	
La condensación del vapor de agua contenido en el aire, hasta alcanzar su saturación, descendiendo la temperatura hasta el punto de rocío.	La presencia de núcleos de condensación que son corpúsculos de origen mineral y orgánico alrededor de los cuales se realiza el paso de vapor de agua líquida en forma de gotas.

<sup>123</sup> *Diccionario Enciclopédico Espasa*, en Rodríguez Viqueira, Manuel. *op.cit.*, p. 20.

<sup>124</sup> *Ibid.* p. 21.

<sup>125</sup> *Ibid.*, p. 22.

	Los corpúsculos son provocados por el polvo, originado por la erosión geográfica; los humos, resultado de la combustión natural o derivada de procesos industriales; el polen y los cristales de la sal del agua del mar.
La nubosidad es importante al momento de diseñar, dado que incide en la superficie de una construcción y en los sistemas que emplean radiación directa, tales como colectores y fotoceldas.	

FUENTE: Camous y Watson, Donald. El hábitat bioclimático. De la concepción a la construcción.

Para darle mayor soporte a todos los estudios que se tienen que hacer en una AB se debe tomar en cuenta el análisis y la interpretación del clima por medio de los días grado, y las clasificaciones climatológicas.<sup>126</sup>

El primero servirá para fines arquitectónicos y de diseño, ya que los valores que se obtienen determinarán lo que se requiere para el calentamiento o enfriamiento de una localidad forma mensual y anual, es decir se tomara como parámetro el confort del ser humano en relación con la temperatura media de un sitio y el aclimatamiento por un período de cinco años, aproximadamente, en el sitio de estudio.

Para ello se utilizan los rangos de temperatura de ámbito universal: “la temperatura de confort universal, propuesta por los hermanos olgyal, se encuentra desde los 18C° en el nivel inferior, hasta los 26C°.”<sup>127</sup> Con este rango de confort térmico es analizada la temperatura media mensual, y si esta llegara a estar dentro del rango, entonces no existe la necesidad de utilizar calefacción o aire acondicionado

Asimismo, la clasificación climatológica “es la agrupación de climas de acuerdo con características atmosféricas similares.”<sup>128</sup> Esta clasificación propuesta por Köppen en 1936, fue retomada por Enriqueta García en 1964, y adaptada de manera oficial a la República Mexicana

<sup>126</sup> Velez González, Roberto. *La ecología en el diseño arquitectónico*, México, Trillas, 1992, p. 65.

<sup>127</sup> *Diccionario Enciclopédico Espasa*, en Rodríguez Viqueira, Manuel. *op.cit.*, p.23.

<sup>128</sup> Soto Mora, Consuelo, *Cartografía de elementos bioclimáticos en la República Mexicana*, México, UNAM, Instituto de Geografía, 1998, p. 66-99.

como clasificación bioclimática. Fue propuesta por el Grupo de Arquitectura Bioclimática de la Universidad Autónoma Metropolitana de Azcapotzalco, y aún es vigente.

**Figura 13. Clasificación climatológica**

TROPICAL LLUVIOSO	A	TROPICAL LLUVIOSO	Af = con lluvias todo el año Am = húmedo con lluvias en verano Aw = subhúmedo con lluvias en verano
SECO	B	SECO	Bw = desértico Bs = estepario
TEMPLADO LLUVIOSO	C	TEMPLADO LLUVIOSO	Cf = húmedo con lluvias todo el año Cm = húmedo con lluvias en verano Cw = subhúmedo con lluvias en verano
TRANSICIÓN	AC	TRANSICIÓN	A(C) = semicálido del grupo A (A) C = semicálido del grupo C
BOREAL	D	BOREAL	
FRIO POLAR	E	FRIO POLAR	

FUENTE: Camous y Watson, Donald. El hábitat bioclimático. De la concepción a la construcción.

II) La evaluación biológica se refiere al diagnóstico del impacto del clima al lo largo del año en términos fisiológicos, es decir toda aquella sensación humana que provoca o produce el clima, que determinara las condiciones de confort necesarias para el hombre dentro de la construcción.

III) Opciones tecnológicas. Al realizar todos los requerimientos bioclimáticos de confort, también es necesario analizar los componentes de los climas adversos, utilizando los impactos favorables en cantidades adecuadas, es decir la construcción de AB debe encontrar un equilibrio en términos climáticos, por lo que se deberá considerar:

- a) los períodos fríos y calurosos del sitio a estudiar;
- b) el sol formará parte de una relación estrecha con la construcción, y se tendrá que estudiar la orientación para ganar o evitar la energía solar, dependiendo del período estacional;
- c) así como el sol es importante se deberá analizar la sombra que cae en la construcción;

- d) el diseño arquitectónico de las viviendas será imprescindible para relacionar las características del sitio con la energía solar;
- e) las ventanas forman parte de un buen diseño bioclimático ya que se verá su localización, distribución, tamaño y apertura de las mismas, puesto que los vientos, brisas, y el movimiento del aire determinarán la ventilación natural en la construcción;
- f) los materiales de construcción deberán de ser estudiados para saber que propiedades térmicas tienen, y a partir de ello se sabrá si son adaptables al clima o no.

IV) El diseño arquitectónico. Al llegar a este punto se habrá tenido resuelto el análisis de los tres aspectos anteriores, ya que por medio de ellos se obtendrá el balance climático, y se podrá desarrollar un diseño arquitectónico con los elementos adecuados.

**Figura 14. CONSIDERACIONES BIOCLIMÁTICAS PARA EL DISEÑO**



## **2.2. El diseño bioclimático de una casa-habitación.**

La casa construida con un diseño bioclimático en el 2003, y habitada al inicio del año 2005, se encuentra ubicada en la colonia lomas de las águilas, delegación Alvaro Obregón, al surponiente del Distrito Federal. El subsuelo del terreno es de tepetate compuesto, por lo que se utilizó como base para la creación de la plataforma de la construcción. El proyecto se diseño en forma diagonal y escalonada para utilizar dichas plataformas. Con 10m<sup>2</sup> de frente y 23m<sup>2</sup> de fondo.

La plataforma inicial, forma parte de la fachada y se utiliza como cochera con capacidad para 4 autos compactos. A una altura de 3.65 m, de la plataforma inicial se encuentra el primer nivel compuesto por un vestíbulo principal, dividido en sala comedor y un bar. En el segundo nivel, que se encuentra a una altura de 1.65m, en relación con el último escalón de las escaleras, se ubica un área semiprivada, integrada por una sala familiar y un estudio cuyo núcleo de escaleras conducen

al tercer nivel. Con una altura aprox. de 3 m entre el segundo y tercer nivel. Este último, integrado por dos recamaras principales con terraza y un baño completo con cambiador; una recámara de huéspedes con baño completo y cambiador. Es este mismo nivel se encuentran otras escaleras que desembocan al cuarto nivel de la casa, don de se encuentra el cuarto de servicio, el cuarto de lavado, un baño completo y una terraza.

**Imagen 6.**



**Fachada Norte de la casa de Las Aguilas**

La manera en que se introdujo la vegetación al diseño bioclimático fue por medio de 3 jardines aéreos. El primero ubicado en el vestíbulo principal, con plantas para sol y sombra y piedra de río. En el área semiprivada, al fondo de la misma está el segundo jardín aéreo, con el mismo tipo de vegetación y un espejo de agua. El tercero se ubica en el cuarto nivel, con el mismo tipo de vegetación del primer jardín (imagen 7).

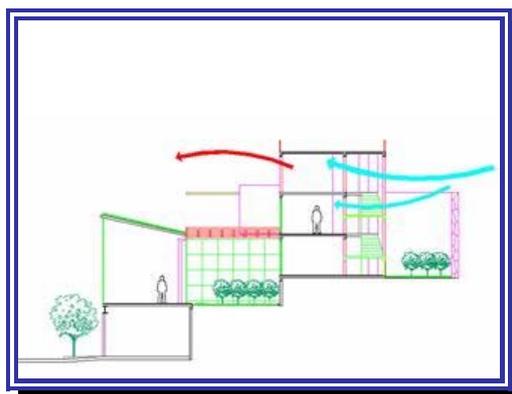
**Imagen 7.**



**Jardín aéreo de la casa de Las Águilas**

El techo de los tres primeros niveles está en talud con pendientes, esto con la finalidad de climatizar y, principalmente, de eliminar por completo el aire acondicionado, es decir la entrada y salida del viento de un nivel a otro provoca una ventilación cruzada, completamente natural y constante en tiempo de calor (imagen 8). Sin embargo, si se requiere mantener una temperatura cálida, en tiempo de frío, esto se logra únicamente con el cierre de ventanas. Asimismo, los techos se encuentran impermeabilizados de color terracota y, un impermeabilizante prefabricado con aislamiento, esto con el objetivo de evitar el sobrecalentamiento interior de la casa, además permite mantener el confort. Toda la casa cuenta con iluminación (vía domos), y ventilación natural.<sup>129</sup>

**Imagen 8.**



**Corte Arquitectónica de la casa de Las Águilas**

<sup>129</sup> Cabe recordar que esta información fue proporcionada por el Despacho de Consultoría y Construcción BIOMAH.,

Los materiales que se utilizaron para la construcción de esta casa con diseño bioclimático fueron 100% convencionales, es decir los muros son de tabique y block con aplanado de cemento y arena sin aislamiento térmico; las ventanas tienen vidrio claro flotado de 6mm de espesor con mungetería de aluminio. El costo de construcción por m<sup>2</sup>, con acabado, fue de \$600 dls. ( con un tipo de cambio en el año de 2004 de \$10.82, en el mes de enero). Con un total de construcción de 300 m<sup>2</sup>.

**Imagen 9.**



**Fachada principal donde se ve el tipo de material utilizado en la construcción**

Para su construcción se realizó un estudio topográfico de 230m<sup>2</sup>, con lo que se encontró que el subsuelo estaba formado por tepetate compuesto, lo que sugirió tres alternativas:

- 1) que el terreno de la construcción se dinamitara para que se tuviese la profundidad necesaria para los cimientos, ante esto, la junta de vecinos se opuso debido al posible daño de las casas aledañas;
- 2) que se trabajara el terreno con pico y mazo para lograr la profundidad necesaria para los cimientos, lo que resultaría demasiado tardado y requeriría de un incremento en la mano de obra;
- 3) que se utilizara el subsuelo de tepetate compuesto como plataforma y cimiento de la casa, lo que resulto ser lo más viable por implicar menor costo y riesgo.

Para el análisis del diseño bioclimático se hizo un examen del clima de la región por medio de la consultoría del despacho BIOMAH. El dueño de la casa solicitó que se realizaran los cálculos térmicos, pertinentes, para determinar con mayor exactitud la eficiencia bioclimática en el proyecto arquitectónico, con un costo de \$2000 dls.

Analizando la montea solar durante los equinoccios y solsticios, se dio sentido a la dirección de los muros perimetrales pensando en el control de la radiación solar, principalmente la orientación suroeste y oeste, distribuyendo en los interiores la iluminación natural por la incidencia sur y oriente.

La dirección de los vientos dominantes y el flujo de ventilación en el interior, dieron por resultado la ubicación de las aberturas y ventanas en función de ventilaciones cruzadas, así como del empuje del aire caliente hacia el lado opuesto de la entrada. Esto es, mediante la orientación de 3 jardines que generan microclimas por la tipología del material vegetal, además de aprovechar el enfriamiento evaporativo como sistema pasivo de climatización de enfriamiento.

Cabe destacar que el análisis climatológico lo realizó el despacho, utilizando los servicios meteorológicos de la Ciudad de México que son completamente gratuitos, ya que la información se encuentra disponible para todo aquel interesado. Sin embargo, los cálculos térmicos que se requirieron sí tuvieron un costo, debido a que estos contribuyen con exactitud en el diseño bioclimático. Estos cálculos térmicos son opcionales, dependiendo de la zona o región, pero sobre todo, del lugar específico en donde se desee realizar la construcción con arquitectura bioclimática.<sup>130</sup>

Resulta imprescindible señalar que cuando se construyó la casa, ésta fue provista de una instalación de agua, eléctrica y de gas convencional. Y casi al año de uso, es decir, a finales del 2005 fue sustituida por tecnología sustentable basada en celdas solares y una red de captación de aguas pluviales con un costo de \$43, 483.69 dll, con garantía de 50 años, incluyendo dos mantenimientos preventivos o correctivos (Figura 14).

---

<sup>130</sup> Información obtenida por medio de una entrevista (abierta) realizada al Arquitecto Raúl Huitron, Director del Despacho de Consultoría y Construcción BIOMAH, quién fue el encargado del diseño bioclimático de la casa-habitación objeto de estudio de esta tesis.

Figura 14.

**Tecnología instalada en la casa de diseño bioclimático.**

Descripción	Cantidad	Precio unitario	Precio total
Fotocelda Kyocera Mod.- KC-175 24 vdc y 175 watts	20	980.00	19, 600.00
Kit de rieles Unirac Mod.- 300207 2 rieles de 120" sobre techo	5	213.40	1, 067.00
Caja de combinacion de fotoceldas Connect Energy Mod.- PCB10 Dimensiones: Ancho:8", Altura:10" y Prof: 4" (NEMA3R)	2	250.00	500.00
Controlador Xantrex Mod.- C40. 40 amp, 12, 24 o 48 volts	2	159.00	318.00
Medidor digital Xantrex de la serie C	2	99.00	198.00
Bateria Trojan Mod.- L-16P 6 volts y 360 AH	16	270.00	4, 320.00
Cable para baterias 2/0 x 7" con terminales	14	13.00	182.00
Cable para baterias 2/0 x 12" con terminales 2	2	15.00	30.00
Cable para Inversor 4/0 x 60" con terminale	4	60.00	240.00
Cortador de circuito DC Xantrex Mod.- DC250 250 A	1	361.90	361.90
Invertidor Xantrex SW 5548 Plus 48 vdc de entrada, 120 vac de salida con 5.5 Kw	2	3, 850.00	7, 700.00
Cable de Interconexion para SW	1	45.00	45.00
Instalacion	1	2, 500.00	2, 500.00
Flete a Mexico, DF ( A domicilio con seguro )	1	750.00	750.00
	PRECIO EN DOLARES	Total con 15% IVA	\$43, 483.69

FUENTE:Información proporcionada por el despacho de BIOMAH y ENALMEX

La captación de agua pluvial se realiza por medio de canales desde las orilla del filo de la azotea, con caída a un tanque, tipo cisterna, en donde se almacena y se dirige a el desagüe del baño y el

riego de las áreas verdes. Actualmente, ésta casa es habitada por 6 personas, de los cuales 3 son adultos y 2 adolescentes, así como por una persona de servicio domestico de planta.

### **2.3 El diseño arquitectónico convencional de una casa-habitación.**

Por diseño convencional se entiende aquél que se ha utilizado dentro de la arquitectura como una forma utilitaria de llenar las ciudades, sin contener elementos históricos ni pretensiones artísticas, y sólo contempla la adecuación a las necesidades funcionales físicas y psicológicas del ser humano sin tomar en cuenta los elementos naturales de la zona y generando acciones lesivas al ambiente.<sup>131</sup>

En el diseño arquitectónico convencional la forma de construir depende del nivel tecnológico de la sociedad que construye y de las necesidades que esa sociedad manifiesta. De esta forma el diseño convencional, al momento de edificar, realiza estudios Geotécnicos que permiten conocer el tipo de suelo en que se va a plantar la construcción, y que puede ser blando, rudo, rígido o fangoso, entre otros. Mediante análisis topográficos se puede saber las poligonales del terreno, es decir las colindancias de la superficie y; finalmente, los estudios arquitectónicos para saber el tipo de construcción, los materiales a utilizar y como se va a construir.<sup>132</sup>

En este marco se inserta la construcción de la casa de diseño convencional objeto de este trabajo que, fue construida a inicios del año 2003 y habitada a finales del 2004, se ubica al norte de la ciudad de México, en la delegación azcapotzalco, a un costado del circuito interior, a la altura del Hospital de La Raza. La superficie total del terreno es de 144.70 m<sup>2</sup>, de configuración regular y topografía plana. La construcción es de 300 m<sup>2</sup> distribuida en 3 niveles.

#### **Imagen 10. Fachada principal de l casa de diseño convencional.**

---

<sup>131</sup> No se pretende realizar una tipología arquitectónica si el lector esta interesado en esto puede consultar el artículo “teorías temáticas de la arquitectura” en [www.2uiah.com](http://www.2uiah.com), consultada el 26 de mayo del 2007.

<sup>132</sup> Moliné Escalona Miguel. “Las claves de la arquitectura” en [www.almendron.com](http://www.almendron.com), consultada el 10 de julio del 2007.



En el primer nivel se encuentra la sala comedor, cocina, medio baño y el primer cubo de escaleras. Así como un estacionamiento descubierto, con capacidad para dos autos. En la planta alta se ubica el área privada compuesta por 3 recamaras y 1 baño completo. En el patio principal de la casa se encuentra una escalera de caracol que lleva a la tercera planta de la casa donde se encuentra el área de servicio de lavado.

**Imagen 11.**



*Escaleras que se dirigen a la tercera planta de la casa*

La cimentación de esta construcción fue hecha con mampostería de piedra brasa con refuerzos de concreto armado; los muros son de tabique rojo recocado con refuerzos de concreto claro tanto horizontales como verticales.

La casa cuenta con 5 ventanas de vidrio transparente tipo sencillo de 3mm asentado con mastique. La ventilación es mínima ya que la distribución de las ventanas no es adecuada para una ventilación natural, por lo que en tiempo de clima caluroso se tiende a utilizar ventilación artificial, ya sea mediante ventiladores de pedestal o de agua. Y en tiempo de frío es necesario el uso de aparatos de calefacción ya que los materiales de construcción utilizados no permiten la captación del calor, por lo que no existe confort térmico interior.



**Interior de la casa**

La casa tiene una instalación eléctrica tradicional, esto es la alimentación eléctrica se encuentra oculta en poliducto con salidas normales y de centro en plafones, contactos y apagadores. La red hidráulica y sanitaria se forma a partir de una tubería de fierro galvanizado, un tinaco con red exterior del mismo material y cuenta con filtros para mantener limpia la calidad del agua, una cisterna para el abastecimiento gradual del agua, que una vez utilizada es desechada a la red de salida del drenaje público. Asimismo, cuenta con un tanque estacionario de gas LP cuya instalación alimenta a la estufa, una lavadora y secadora de ropa y a un calentador de agua (boiler). Esta casa es habitada por una familia integrada por 6 personas, de los cuales 3 son adultos y 2 adolescentes y 1 menor.<sup>133</sup>

**Imagen 13 Tinaco y tanque de gas LP.**



**Imagen 14. Cisterna**



<sup>133</sup> Información proporcionada por los dueños de la casa.

### **CAPÍTULO III. ANÁLISIS COMPARATIVO.**

En páginas anteriores, por una parte, se esbozaron los lineamientos principales del desarrollo sustentable, cuya premisa, en términos generales, plantea la satisfacción de las necesidades del ser humano evitando dañar en la medida de lo posible el ambiente en beneficio de la presente y futuras generaciones. Por otro lado, y en estrecha relación con lo anterior, se estableció que en el ámbito de la construcción existen alternativas de diseños arquitectónicos con los que se pretende maximizar los beneficios que ciertos recursos naturales ofrecen. Al mismo tiempo, se presentaron la características generales de dos casas habitación, una de diseño bioclimático y la otra de diseño convencional.

Por tanto, en este capítulo se realiza un análisis comparativo en relación a los beneficios que en el gasto familiar puede generar la construcción de una casa de diseño bioclimático en correspondencia con una de diseño convencional, tomando como base tres servicios elementales de uso doméstico como son la electricidad, el gas LP y el agua.

#### **3.1. La energía eléctrica.**

Dependiendo de la fuente primaria de energía que se utilice, las centrales generadoras pueden ser térmicas, hidroeléctricas, nucleares, eólicas, solares termoelectricas, solares fotovoltaicas y mareomotrices. La mayor parte de la energía eléctrica generada proviene de los tres primeros tipos de centrales. Su almacenamiento se realiza en aparatos llamados acumuladores y se lleva a cabo mediante técnicas muy diferentes. Las que suministran las mayores cantidades y potencias de electricidad aprovechan un movimiento rotatorio para generar corriente continua en una dinamo o corriente alterna en un alternador. El movimiento rotatorio resulta a su vez, de una fuente de energía mecánica directa como puede ser la corriente de un salto de agua o la producida por el viento, o de un ciclo termodinámico. En este último caso, se calienta un fluido al que se hacen recorrer un circuito en el que mueve un motor o una turbina.

La generación de energía eléctrica consiste en transformar algún tipo de energía, ya sea química, mecánica, térmica o luminosa, en energía eléctrica. Para llevar a cabo esto se recurre a instalaciones denominadas centrales eléctricas en las que se ejecutan las transformaciones que se requieran y constituyen el primer paso del sistema de suministro eléctrico. Mas allá del proceso técnico que se requiera para la generación de electricidad, la realidad es que se realiza mediante la quema de combustibles fósiles y reacciones nucleares que, en menor o mayor medida, agreden al ambiente. Tal es el caso de las centrales térmicas en las que con el calor que se produce al quemar los combustibles fósiles, ya sea carbón, petróleo o gas natural, se obtiene vapor de agua, el que conducido a presión es capaz de poner en funcionamiento un generador eléctrico. El uso de combustibles fósiles es responsable del aumento de emisión del dióxido de carbono a la atmósfera, lo que contribuye al aumento de lo que se conoce como efecto invernadero y calentamiento global.

En el caso de México, la generación de electricidad la lleva a cabo la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y, en el Distrito Federal la suministra la compañía de Luz y Fuerza del Centro (LyFC). La electricidad se realiza en centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, nucleares y eólicas. Según datos de la CFE en 1980 se registraron 6,110 miles de contratos para uso doméstico mientras que para el 2006 se generaron 21, 223 miles de contratos del mismo rubro, lo que significa incremento de 15,113 miles de contratos en 26 años. Mientras que LyFC, en 1990 registro 3, 195 miles de contratos y 5,059 para el 2006.<sup>101</sup>

De acuerdo con la CFE existen 6 tarifas para el servicio doméstico de las cuales la tarifa 1 es aplicada a nivel nacional durante la época de invierno, y a las localidades con clima templado durante el verano. Las 5 tarifas restantes se emplean durante el verano y en aquellas localidades donde la temperatura media supera los 25 grados centígrados (tarifa 1a.), 28 grados C (tarifa 1b), 30 grados C (tarifa 1c), 31 grados C (tarifa 1d) y 32 grados C (tarifa 1e).<sup>102</sup>

Estas tarifas están divididas por bloques de consumo, el primero es básico en el que se cobran los primeros 75 kWh, en el segundo, intermedio se cobran los siguientes 125 kWh, y en adelante se

---

<sup>101</sup> [www.lyfc.gob.mx](http://www.lyfc.gob.mx), consultada el 25 de mayo del 2007.

<sup>102</sup> *Ibid.*

considera dentro del tercer bloque, excedente o consumo adicional, la tarifa que se aplica en este bloque funciona como parte fundamental para compensar el subsidio a los consumos básico e intermedio.<sup>103</sup>

El efecto climático cumple un papel importante en la aplicación de los precios ya que estos disminuyen conforme aumenta la temperatura promedio, es decir, se cobra menos durante la época de calor lo que resulta benéfico para el usuario.

En lo que respecta a las tarifas para consumo domestico en el Distrito Federal en el 2003, para un consumo mayor a 140 kWh mensuales, según LyFC estas se ubicaron entre \$ 0.939 y \$0.883, en el 2004 el precio kWh fue de \$0.8887 y 0.9931, en el 2005 el precio inicial fue de \$0.935 y finalizo el año en \$0.983, en el 2006 el precio medio de kWh fue de \$1.07. En el 2007 la tarifa inicial fue de \$ 1.022 y para el mes de septiembre se ubica en \$ 1.046. Hay que tomar en cuenta que existen tarifas aplicables al consumo adicional, por lo que el mes de septiembre el precio por consumo adicional de kwh es de \$2.220.<sup>104</sup>

Ahora bien, para dar una idea aproximada de los consumos que existen dentro de una casa habitación, es necesario tomar en cuenta los aparatos y electrodomésticos que se utilizan diariamente.

**Cuadro 1. Ejemplo de servicio con consumos de energía eléctrica de 800 kwh bimestrales.**

Lámparas y electrodomésticos	No. De Lámparas- aparatos	Capacidad en Watts	Horas uso diario	Consumo de W/h	Consumo de KWh al bimestre
Lámpara-cocina	2	200	4.0	800	48

<sup>103</sup> Rodríguez Padilla, Victor y Sheinbaum Pardo, Claudia. “El sistema de precios de la electricidad en México: problemas y soluciones”, en *Revista Latinoamericana de Economía*, vol. 33, núm. 128, México, IIEc-UNAM, Enero-Marzo, 2002, pp.212-231.

<sup>104</sup> En [www.gob.mx](http://www.gob.mx), consultada el 28 de abril del 2007.

Lámpara-comedor	3	300	4.0	1200	72
Lámpara-sala	4	400	1.0	400	24
Lámpara-baño	2	200	1.0	200	12
Lámpara-2 recámaras	4	480	2.0	960	57.6
Plancha	1	1000	0.05	500	30
Refrigerador	1	475	6.0	2800	171
Televisión	2	500	4.0	2000	120
Microondas	1	1450	0.5	725	43.5
Licuadaora	1	300	0.16	48	2.88
Computadora	1	200	3.0	600	36
DVD o Videocassetera	1	250	0.5	125	7.5
Tostador	1	1100	0.16	176	10.56
Lavadora	1	500	0.6	300	18
Cafetera	1	600	0.7	420	25.2
Unidad de audio	2	500	4.3	2150	129
Total					807.24

FUENTE: Comisión Nacional de Electricidad y LyFC.

Si tomamos de nuestro ejemplo el consumo bimestral de Kwh que fue de 807.24 la cantidad total a pagar sería de \$1,498.57 bimestral, sin considerar el subsidio que otorga el gobierno.

*3.1.1 El impacto del pago por consumo de electricidad en el gasto familiar de la casa de diseño convencional.*

Ahora veamos los gastos reales que en el rubro de luz ha tenido la familia que habita la casa habitación de diseño convencional presentada en el capítulo anterior. El período de egresos abarca desde el último bimestre del 2004 hasta el tercer bimestre del 2007.

**Cuadro 2.**

**CONSUMO DE LUZ DEL AÑO 2004 AL 2007 DE LA CASA DE DISEÑO CONVENCIONAL**

<i><b>BIM.</b></i>	<i><b>AÑO</b></i>	<i><b>SUBSIDIO AL CONSUMIDOR</b></i>	<i><b>TOTAL</b></i>	<i><b>PAGO ANUAL</b></i>	<i><b>COSTO REAL POR SUMINISTRO</b></i>	<i><b>SUB POR AÑO</b></i>
6	2004	\$125.00	\$30.00	30.00	\$155.00	\$125.00
1	2005	\$132.52	\$32.00		\$164.52	
2	2005	\$335.34	\$204.00		\$539.34	
3	2005	\$621.38	\$603.00		\$1,224.38	
4	2005	\$616.44	\$518.00		\$1,134.44	
5	2005	\$550.00	\$1,208.00		\$1,758.00	
6	2005	\$460.00	\$1,000.00	\$3,565.00	\$1,460.00	\$2,715.68
1	2006	\$922.34	\$977.00		\$1,899.34	
2	2006	\$456.00	\$991.00		\$1,447.00	
3	2006	\$234.62	\$983.00		\$1,217.62	
4	2006	\$231.72	\$970.00		\$1,201.72	
5	2006	\$540.00	\$1,330.00		\$1,870.00	
6	2006	\$442.87	\$252.00	\$5,503.00	\$694.87	\$2,827.55
1	2007	\$360.64	\$400.00		\$760.64	
2	2007	\$305.00	\$381.00		\$686.00	
3	2007	\$129.00	\$36.00	\$817.00	\$165.00	\$794.64
			<b>TOTAL CON SUBSIDIO</b>		<b>TOTAL SIN SUBSIDIO</b>	
		\$6,462.87	\$9,915.00	\$9,915.00	\$16,377.87	\$6,462.87

FUENTE: Datos tomados de los recibos de luz emitidos por LyFC correspondientes al sexto bimestre del 2004 al tercer bimestre del 2007.

Como se puede observar en esta tabla en el año 2004 sólo se pagaron \$30.00 debido a que se habito a finales del mismo año. En el 2005 el gasto fue de \$ 3,565.00 mientras que en el 2006 fue de \$ 5,503.00, lo que representa un incremento de 1.54 % en un año. Para el año 2007 la familia se percató de que los gastos en este rubro habían sido excesivos por lo que con el afán de reducir los mismos optaron por instalar focos ahorradores de luz que proporcionan el mismo

nivel de iluminación, duran 10 veces más y consumen 4 veces menos energía eléctrica, asimismo tomaron las medidas necesarias para evitar el uso inadecuado de los aparatos electrodomésticos, que fue lo que ocasiono un elevado pago de luz en años anteriores.

Los datos que se tienen en lo que va del año expresan que hasta el mes de junio se pagaron \$817.00, lo que muestra una disminución del % 0.28 en relación con los 3 primeros bimestres del año anterior. Es importante señalar que resulta de gran ayuda al gasto familiar el subsidio que otorga el gobierno, como se puede observar en la tabla anterior el costo real por suministro de energía, es decir el costo total sin subsidio de finales del 2004 hasta junio del 2007, hubiese sido de \$16,377.87, sin embargo con el subsidio de \$6,462.87 sólo se pago la cantidad de \$9,915.00, lo que significa que la familia ahorró en dicho período, (vía subsidio), 39.46% en el pago de energía eléctrica.

Los precios de la electricidad se determinan en función de escenarios macroeconómicos, así como de las políticas de subsidios que el gobierno federal pone en marcha. Además están sujetos a los precios de los combustibles, a las tasas de inflación y tipo de cambio. La industria eléctrica en México necesita de demasiado capital, y ante el discurso de que los recursos públicos están limitados, y si a esto le sumamos la preocupación por el cambio climático, es necesario implementar energías renovables que no emitan gases de efecto invernadero y que permitan abatir las concentraciones en la atmósfera de dichos gases, además de que dichas energías tengan costos accesibles al usuario de consumo doméstico.

### **3.2. El gas licuado de petróleo (LP).**

El gas es uno de los principales energéticos que se utiliza en el mundo, tanto para el funcionamiento de los hogares como para la industria, ya que su relevancia económica es determinante para cualquier país. Al igual que la luz, el gas es uno de los servicios básicos que requieren las familias en los hogares para sus actividades cotidianas, ya que por lo regular nunca nos preguntamos de donde viene, salvo en ocasiones que al abrir la llave del agua caliente, comprobamos que se ha terminado el gas.

El gas está disponible para una infinidad de usos en dos modalidades: gas natural y gas Licuado de Petróleo (LP). El gas natural o el gas metano es un combustible de origen fósil, producto de la descomposición de la materia orgánica. Está compuesta de diversos hidrocarburos gaseosos, en los que predomina el metano (casi un 90%). Es un combustible que se obtiene de la destilación del petróleo y del tratamiento de los líquidos del gas natural. Se compone principalmente de propano, butano, o una mezcla de ambos.<sup>105</sup>

Este tipo de gas es distribuido por ductos de polietileno que reducen los riesgos de explosión. El gas LP corresponde al nombre genérico para el gas butano y el propano de uso comercial, al igual que el gas natural este es incoloro e inodoro; sin embargo a estos dos se les agrega olor para ser detectados en caso de fugas y prevenir accidentes.<sup>106</sup> La diferencia entre gas natural y gas LP radica en que el primero es ligero y se dispersa con mayor facilidad en caso de fuga, y el gas LP supera al natural en cuanto al poder calorífico.<sup>107</sup>

El gas LP es uno de los principales energéticos para la población mexicana, ya que es un carburante que ha aumentado su consumo de manera considerable en los últimos años, y es un combustible que posee un gran impacto social. En año 2002 el sector terciario absorbió cerca del 15% de las ventas del gas LP; para el auto transporte fue el 12%; para el sector industrial fue el 9%, mientras que el sector agropecuario utilizó el 2% de ventas, con lo que el 62% restante correspondió al sector residencial.

Actualmente, en México el precio del gas LP se determina por: *precio de venta de primera mano+flete del centro embarcador a la planta de almacenamiento para distribución+margen de comercialización+ impuesto al valor agregado=al precio máximo de venta del gas LP al usuario final en la zona correspondiente.*<sup>108</sup> Con esta fórmula se definió para febrero del 2007 el cobro por litro en el Distrito Federal que fue de \$4.97.

### 3.2.1 El gasto por consumo de gas.

<sup>105</sup> Balance Nacional de Energía 2005 en [www.energia.gob.mx](http://www.energia.gob.mx), consultada el 18 de julio del 2007.

<sup>106</sup> Página del consumidor en [www.jornada.unam.mx](http://www.jornada.unam.mx), consultada el 10 de junio del 2007.

<sup>107</sup> “Que no te cobren más por tu gas LP”, en [www.eluniversal.com.mx](http://www.eluniversal.com.mx) del 08 agosto del 2007.

<sup>108</sup> Diario oficial de la federación. Primera sección, del jueves 1º. de febrero del 2007.

Los gastos que ha tenido la familia que habita la casa de diseño convencional desde diciembre del 2004 hasta mayo del 2007, en lo que respecta al gas, se pueden observar en el cuadro 3. Cabe resaltar que las cargas de gas no se realizaron mensualmente sino de acuerdo a necesidades específicas.

**Cuadro 3. CONSUMO DE GAS DEL AÑO 2004 AL 2007**  
**DE LA CASA DE DISEÑO CONVENCIONAL**

<i>FECHA</i>	<i>PRECIO X LITRO</i>	<i>INCR. X MES</i>	<i>INC EN %</i>	<i>CANT. LTS.</i>	<i>TOTAL</i>	<i>TOTAL POR AÑO</i>
30/12/2004	\$4.17			210	\$875.70	\$875.70
20/03/2005	\$4.27	\$0.10	1.02	90	\$384.30	
28/05/2005	\$4.32	\$0.05	1.01	210	\$907.20	
20/09/2005	\$4.47	\$0.15	1.03	360	\$1,609.20	\$2,900.70
07/01/2006	\$4.77	\$0.30	1.07	240	\$1,144.80	
01/04/2006	\$4.81	\$0.04	1.01	330	\$1,587.30	
24/06/2006	\$4.84	\$0.03	1.01	240	\$1,161.60	
19/08/2006	\$4.86	\$0.02	1.00	240	\$1,166.40	
09/12/2006	\$4.93	\$0.07	1.01	210	\$1,035.30	\$6,095.40
26/02/2007	\$4.97	\$0.04	1.01	480	\$2,385.60	
31/05/2007	\$5.02	\$0.05	1.01	210	\$1,054.20	\$3,439.80
	<b>TOTALES</b>		10.19	2820	\$13,311.60	\$13,311.60

FUENTE: Datos tomados de los recibos emitidos por la empresa distribuidora de gas Uribe.

De acuerdo con estos datos en el último mes del 2004 el gasto inicial fue de \$875.70 con un precio por litro de \$4.17. Para marzo del 2005 el total por consumo fue de \$384.30. En el mes de mayo del mismo año la cantidad que se pago fue de \$907.20, en septiembre de \$1,609.20. Esto muestra que en el 2005 el gasto anual por consumo de gas fue de \$2,900.70. Mientras que en el 2006 fue de \$6,095.40 y, hasta el mes de mayo del 2007, con un precio por litro de \$5.02, han sido \$3,439.80.

Desde el último mes del 2004 hasta mayo del 2007 el gas ha incrementado en un 10.19%, por lo que el gasto total durante este tiempo ha sido de \$13,311.60. De esto se desprende que la cantidad que se gasta del consumo de gas LP impacta significativamente en el gasto familiar. El incremento mensual de este insumo, aunque algunos dirían que sólo es en centavos, a largo plazo

puede poner en riesgo la estabilidad económica familiar. Ante este escenario es imprescindible tomar conciencia de lo que México tiene que invertir para que el combustible llegue a los hogares de millones de familias, y lo que esto representa.

### **3.3. El agua.**

Además de ser un recurso vital para la vida, el agua se ha convertido en el soporte del desarrollo económico y social de cualquier nación. Es un recurso básico para los ecosistemas y requerimiento para la sustentabilidad ambiental y su biodiversidad. La distribución natural del agua a nivel mundial y regional es inequitativa; ya que en algunas regiones es abundante y en otras escasa o inexistente. La disponibilidad del líquido depende de un proceso complejo en donde la dinámica del ciclo hidrológico y la evaporación, precipitación, transpiración y escurrimientos, están en estrecha relación con el clima, así como con las características del suelo, su vegetación y la ubicación geográfica. El hombre ha modificado el proceso natural de dicho ciclo para satisfacer diversas necesidades, principalmente para uso agrícola, industrial y doméstico.

En los últimos años, el agua se ha convertido en un recurso estratégico para el desarrollo económico y la supervivencia de las naciones debido a su escasez para consumo humano y a la pérdida de la calidad original. “Según el IV Foro Mundial del Agua (México, 2006) 1.1 mil millones de personas no tienen acceso seguro al agua potable, y 2.4 mil millones no cuentan con saneamiento. Aún en los países desarrollados, las descargas de aguas residuales no reciben tratamiento adecuado, especialmente en las grandes ciudades, amenazando la salud humana y de los ecosistemas.”<sup>109</sup>

En México, debido al desperdicio, la falta de pago por el servicio, la contaminación del recurso, la inadecuada utilización, así como la presión poblacional, entre otras causas, han propiciado que el país se encuentre entre las naciones con una disponibilidad de agua promedio baja, ubicándose en el lugar 81 a nivel mundial. El agua se ha convertido tan indispensable que ha sido catalogada,

---

<sup>109</sup> “Estadísticas a propósito del día mundial del agua” en [www.inegi.com.mx](http://www.inegi.com.mx), consultada el 21 de marzo del 2007.

por la ONU, como un recurso finito, cuyo acceso seguro hoy día es considerado como uno de los derechos humanos fundamentales, por ser este un elemento sustancial para mitigar la pobreza.<sup>110</sup>

La función principal de este recurso es satisfacer a la población en sus necesidades lo que permite el desarrollo de una nación mediante actividades agrícolas, pecuarias, pesqueras, industriales, de recreación y domésticas. El agua es un activo de primer orden dentro de los bienes que conforman el capital natural o ecológico de las ciudades.<sup>111</sup> Este capital está constituido por los recursos naturales y las funciones ambientales entre las que se encuentran la cuenca hidrológica que las abastece, la recarga de los mantos acuíferos, la cuenca atmosférica, la reserva ecológica, la recreación y conservación, así como las de naturaleza territorial que dan soporte a la localización.

El sistema hidrológico mexicano se ha modificado irreversiblemente, ya que actualmente se cuenta con un sistema artificial para desaguar los 5 lagos que existían en el valle de México (Chalco, Zumpango, San Cristóbal, Xochimilco y Texcoco); y las corrientes que aún subsisten han sido desviadas y sus cauces se han entubado para evitar inundaciones.

El almacenamiento de agua superficial que necesita el DF y los municipios conurbados, se localizan en una infraestructura hidráulica de un total de 16 presas, de las cuales 14 de ellas están dentro del Distrito Federal y las 2 restantes en los municipios de Cuatlitlán, Zumpango y Teoloyucan. Por otra parte, la extracción de agua subterránea se realiza a través de 333 pozos profundos, que se ubican en el DF y 26 pozos se extrae para 22 de los 34 municipios metropolitanos; es decir la Zona Metropolitana de la Ciudad de México se abastece de 359 pozos profundos con una capacidad de extracción de 2.2 millones de m<sup>3</sup> al día.<sup>112</sup>

Según la Comisión Nacional del Agua (CNA) existen varias zonas de disponibilidad que determinan el uso o aprovechamiento de bienes del dominio público, el agua. En donde se insertan 4 grandes rubros para dichas zonas:

---

<sup>110</sup> *Ibid.*

<sup>111</sup> *vid. supra.* Apartado 1.2

<sup>112</sup> “Agua\_2007 procedimiento de potabilización” en [www.cna.gob.mx](http://www.cna.gob.mx), consultada el 21 de agosto del 2007.

- I. Uso de agua potable asignada a entidades federativas y municipios.
- II. Generación de hidroeléctrica, por Kilowatt hora.
- III. Generación geotérmica, por Kilowatt hora.
- IV. Acuacultura, balnearios, baños públicos y centros recreativos.

Siendo que el agua es un recurso muy valioso para la sociedad, en el art. 115 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos se establece que a las autoridades municipales compete la prestación de los servicios y por lo tanto, es facultad de la legislación estatal en la materia, definir el procedimiento y criterio para la determinación y aprobación de las tarifas para el cobro de los mismos, así como los componentes, los sujetos a quienes debe aplicarse y a las acciones a ejercer para garantizar su cobro.

En el mismo sentido, en materia de consumo doméstico el comportamiento de las tarifas es distinto al del consumo comercial e industrial. Para la Comisión Nacional del Agua (CNA) para el cobro de uso doméstico toma como referencia un promedio de 30m<sup>3</sup> de consumo por familia al mes. Para el año 2003 el precio por m<sup>3</sup> se ubicaba en \$2.75. En el 2004 fue de \$2.86 y de \$3.01 para el 2005.<sup>113</sup>

En el caso del Distrito Federal el cobro por suministro y consumo de agua potable lo realiza el Sistema de Aguas de la Ciudad de México. En el año 2005 la tarifa por m<sup>3</sup> fue de \$1.33. En el 2006 aumento en 1.6% por lo que el precio por m<sup>3</sup> se ubico en \$2.13. Para el año 2007 la tarifa es de \$2.21. Cuando se rebasa el consumo base que es de 30m<sup>3</sup> la tarifa también se incrementa, por lo que se realiza un cobro por consumo adicional.

---

<sup>113</sup> Cabe señalar que las tarifas de la CNA y del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACD) son distintas, debido a que la primera le cobra al gobierno de la Cd. De México por el suministro del recurso, y el segundo designa las tarifas para el tipo de uso, exclusivamente en el DF. *Cfr. Ley federal de derechos 2007 (Disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales.* México, CNA-SEMARNAT, 2007.

### 3.3.1. El gasto por consumo de agua.

En lo que respecta al agua, los gastos que ha tenido la familia que habita la casa de diseño convencional desde finales del 2004 hasta junio del 2007 han sido los siguientes. (Cuadro 4)

**Cuadro 4. CONSUMO DE AGUA DEL AÑO 2004 AL 2007  
DE LA CASA DE DISEÑO CONVENCIONAL**

<i>BIM</i>	<i>AÑO</i>	<i>CONS. BIM M3</i>	<i>CONS. ADIC. BIM.M3</i>	<i>CONS. TOTAL</i>	<i>TOTAL BIM.</i>	<i>CONS. ANUAL</i>
6	2004	10	1.59	11.59	\$31.00	\$31.00
1	2005	10	8.59	18.59	\$55.00	
2	2005	20	2.57	22.57	\$71.00	
3	2005	20	2.58	22.58	\$35.32	
4	2005	20	1.39	21.39	\$66.00	
5	2005	0	0	0	\$71.00	
6	2005	20	3.79	23.79	\$75.00	\$373.32
1	2006	30	0.39	30.39	\$131.00	
2	2006	30	9.65	39.65	\$201.00	
3	2006	30	9.96	39.96	\$203.00	
4	2006	30	9.06	39.06	\$196.00	
5	2006	30	9.35	39.35	\$199.00	
6	2006	0	0	0	\$186.00	\$1,116.00
1	2007	30	7.47	37.47	\$191.00	
2	2007	30	9.04	39.04	\$203.00	
3	2007	30	8.13	38.13	\$196.00	\$590.00
	<b>TOTALES</b>	<b>340</b>	<b>83.56</b>	<b>423.56</b>	<b>\$2,110.32</b>	<b>\$2,110.32</b>

FUENTE: Datos obtenidos de los recibos de agua bimestrales emitidos por el gobierno del Distrito Federal.

Como se observa en la tabla en el último bimestre del 2004 el gasto fue de \$31.00. Mientras que para el 2005 se pagaron \$373.32. En el 2006 aumento sustancialmente el gasto anual por consumo de agua, ubicándose en \$1,116.00, lo que represento un incremento de 2.99%. Para el 2007, hasta el tercer bimestre, se han gastado \$590.00.

Desde finales del 2004 hasta junio del 2007 el pago por consumo de agua potable ha aumentado, aproximadamente, en 3.16%. Por lo que el total que se ha gastado durante este período ha sido de \$2,110.32. De lo anterior, se puede señalar que sin duda alguna el agua es uno de los recursos más preciados en el planeta, por lo que es imprescindible tomar las medidas necesarias a nivel individual y familiar para un uso adecuado del mismo, independientemente de las políticas gubernamentales, y lograr un enfoque integral que prevenga la contaminación y recupere la salud de los ecosistemas, y que a largo plazo redunde en beneficio del gasto familiar.

### 3.4 Comparativo

Una vez que en el apartado anterior se presentaron los egresos que la familia, que habita la casa de diseño convencional, (que en adelante denominaré casa C), genera en los servicios de luz, gas y agua; ahora se realiza un comparativo en relación a los costos paramétricos, es decir, los costos de construcción y la depreciación mensual y anual tanto de la casa de diseño convencional como la de diseño bioclimático (casa B). Cabe aclarar que la vida útil, esto es el tiempo promedio en que una construcción puede satisfacer las necesidades de quien la habita se ubica entre 30 y 50 años, dependiendo del tipo de suelo, la zona, el clima, los materiales empleados, entre otros factores.<sup>114</sup> Por tanto y para efectos del presente estudio a ambos inmuebles se les asigna una vida útil de 50 años.

De acuerdo con los datos presentados en el cuadro 5, los costos de construcción de ambas casas difieren en algunos aspectos. En la casa C el precio por m<sup>2</sup> fue de \$6,500.00 e incluía los estudios geotécnicos requeridos; mientras que en la B además de los estudios geotécnicos se realizaron los cálculos térmicos<sup>115</sup> de la zona para determinar la viabilidad del proyecto con respecto a su diseño y orientación, por lo que el m<sup>2</sup> tuvo un costo de \$600 dls., el costo de los cálculos térmicos fue de \$2000 dls, de acuerdo con el tipo de cambio del año 2004, el precio en moneda nacional fue de \$ 6,492.00 y \$21,640.00 respectivamente.

La dimensión total de construcción de la casa de C fue de 300m<sup>2</sup>, por lo que el costo total de construcción tuvo un precio de \$ 1,950.000.00. En lo que se refiere a la casa B la superficie total de construcción fue de 320m<sup>2</sup> con un costo de \$ 2, 077,440.00 mas \$21,640.00 de los cálculos térmicos dan el total de \$ 2, 099 080. 00. Como se puede observar la diferencia de los costos de construcción entre ambas casas es de \$149,080.00.Como ya se menciono, la vida útil de ambas casas es de 50 años por lo que el costo promedio

---

<sup>114</sup> González M. Raúl. *Costos paramétricos para proyectos y avalúos*, México, edit. Prisma, 2004.

<sup>115</sup> *Vid. supra.* apartado 2.1.

por año de la casa C es de \$ 39.000.00 y \$ 3,250.00 al mes; mientras que para la casa B es de \$ 41,548.80 anual y \$ 3,462. 40 al mes.

En lo que se refiere a la casa C, al no contar con tecnología sustentable los gastos de luz, gas y agua se irán incrementando significativamente cada año, debido a los niveles inflacionarios y al aumento a las tarifas de estos servicios.

Cuadro 5. **COSTOS Y EROGACIONES DE DOS CASAS DE DISEÑO DIFERENTE.**

<b>CASA DE DISEÑO CONVENCIONAL</b>		<b>CASA DE DISEÑO BIOCLIMATICO E INSTALACION DE TECNOLOGÍA SUSTENTABLE</b>	
		\$600.00	DOLARES X M2 (T.C. 10.82)
		\$10.82	T.C.
PRECIO X M2	\$6,500.00	\$6,492.00	M.N.
COSTO DE CONTRUCCION DE 300M2	\$1,950,000.00	\$2,077,440.00	COSTO DE CONSTRUCCIÓN DE 320M2
VIDA UTIL EN AÑOS	50	50	VIDA UTIL EN AÑOS
DEPRECIACIÓN POR AÑO	\$39,000.00	\$41,548.80	DEPRECIACION ANUAL
RECIACION POR MES	\$3,250.00	\$21,640.00	CALCULOS TERMICOS
EROGACIONES EN LUZ, AGUA, GAS 2004	\$936.70		<b>AL AÑO DE VIDA SE COLOCÓ LO SIGUIENTE:</b>
EROGACIONES EN LUZ, AGUA, GAS 2005	\$6,839.02	\$491,800.53	CELDAS FOTOVOLTAICAS
EROGACIONES EN LUZ, AGUA, GAS 2006	\$12,714.40	\$13,000.00	TERMOTANQUE
EROGACIONES EN LUZ, AGUA, GAS 2007	\$4,846.80		
DEPRECIACION ANUAL + GASTO DE LUZ, AGUA Y GAS 2004	\$42,250.00		<b>COSTO TOTAL DE</b>
DEPRECIACION ANUAL + GASTO DE LUZ, AGUA Y GAS 2005	\$45,839.02	<b>\$2,603,880.53</b>	<b>CONSTRUCCION, INCLUIDA</b>
DEPRECIACION ANUAL + GASTO DE LUZ, AGUA Y GAS 2006	\$51,714.40		<b>TECNOLOGÍA SUSTENTABLE</b>
DEPRECIACION ANUAL + GASTO DE LUZ, AGUA Y GAS 2007	\$43,846.80		
<b>GASTO MENSUAL CON DEPRECIACION MENSUAL 2004</b>	<b>\$3,520.83</b>	\$52,077.61	DEPRECIACION ANUAL CON TEC. SUSTENTABLE
<b>GASTO MENSUAL CON DEPRECIACION MENSUAL 2005</b>	<b>\$3,819.92</b>	<b>\$4,339.80</b>	<b>DEPRECIACION MENSUAL CON TECNOLOGIA SUSTENTABLE</b>
<b>GASTO MENSUAL CON DEPRECIACION MENSUAL 2006</b>	<b>\$4,309.53</b>		
<b>GASTO MENSUAL CON DEPRECIACION MENSUAL 2007</b>	<b>\$3,653.90</b>		
			<b>PRECIOS DE LA TECNOLOGÍA SUSTENTABLE:</b>
		*DLL \$43,483.69	CELDAS FOTOVOLCAICAS
		**T.C. \$11.31	T.C.
		***M.N. \$491,800.53	CELDAS FOTOVOLTAICAS <b>TECNOLOGÍA SUSTENTABLE</b>
		M.N. \$13,000.00	TERMOTANQUE
NOTA* DOLARES		DLL \$2,000.00	CALCULOS TERMICOS
NOTA** TIPO DE CAMBIO		T.C. \$10.82	T.C.
NOTA*** MONEDA NACIONAL		M.N. \$21,640.00	CALCULOS TERMICOS

FUENTE: Elaboración propia a partir de datos tomados de los cuadros 2, 3 y 4, y de la figura 1

El cuadro 6 muestra el comportamiento de las tarifas de electricidad para uso doméstico del año 2002 al 2007, lo que permite evidenciar que durante 6 años ha habido aumentos, que si bien es cierto han sido en centavos, el gasto por consumo aumenta considerablemente debido a las cuotas por consumo adicional y a los cargos respectivos que representan el cobro mayor por este servicio, lo que impacta de forma significativa el gasto familiar.

Si tomamos como ejemplo una familia que consume más de 850 kWh al mes durante agosto del 2007 habrá pagado \$2, 287.60, y como en los meses de octubre a diciembre del mismo año las tarifas se mantendrán fijas, continuará pagando la misma cantidad por el servicio. Sin embargo, con el aumento estimado para dichas tarifas en enero del 2008 tendrá que pagar \$2, 476.00. Sin tomar en cuenta el subsidio que el gobierno otorga en apoyo al ingreso familiar.

De esta forma, se vislumbra un impacto mayor en el gasto familiar para los próximos años por el servicio eléctrico debido a que el Banco de México ha estimado que el nivel inflacionario para el año 2008 será del 3%.

<b>Cuadro 6.</b>												
<b>TARIFAS DE LUZ DEL 2004 AL 2007</b>												
<b>AÑO</b>	<b>Enero</b>	<b>febrero</b>	<b>marzo</b>	<b>Abril</b>	<b>mayo</b>	<b>junio</b>	<b>Julio</b>	<b>agosto</b>	<b>septiembre</b>	<b>octubre</b>	<b>noviembre</b>	<b>Diciembre</b>
<b>2002</b>												
1 a 75 kwt	0.469	0.472	0.475	0.478	0.481	0.484	0.487	0.49	0.493	0.496	0.499	0.502
con. adic	0.556	0.56	0.564	0.568	0.572	0.576	0.58	0.584	0.588	0.592	0.596	0.6
de 76 - 125 kwt	0.556	0.654	0.669	0.684	0.7	0.716	0.732	0.749	0.766	0.784	0.802	0.82
con adic	1.623	1.634	1.645	1.656	1.667	1.678	1.689	1.701	1.713	1.725	1.737	1.749
<b>2003</b>												
1 a 75 kwt	0.505	0.507	0.509	0.511	0.513	0.515	0.517	0.519	0.521	0.523	0.525	0.527
con. adic	0.604	0.607	0.61	0.613	0.616	0.619	0.622	0.625	0.628	0.631	0.634	0.637
de 76 - 125 kwt	0.939	0.843	0.847	0.851	0.855	0.859	0.863	0.867	0.871	0.875	0.879	0.883
con adic	1.761	1.769	1.777	1.785	1.793	1.801	1.809	1.817	1.826	1.835	1.844	1.853
<b>2004</b>												
1 a 75 kwt	0.529	0.531	0.533	0.535	0.538	0.541	0.544	0.547	0.55	0.553	0.556	0.559
con. adic	0.64	0.643	0.646	0.649	0.652	0.655	0.658	0.661	0.664	0.667	0.67	0.673
de 76 - 125 kwt	0.887	0.891	0.895	0.899	0.903	0.907	0.911	0.915	0.919	0.923	0.927	0.931
con adic	1.862	1.871	1.88	1.889	1.898	1.907	1.916	1.925	1.934	1.943	1.952	1.961
<b>2005</b>												
1 a 75 kwt	0.562	0.565	0.568	0.571	0.574	0.577	0.58	0.583	0.586	0.589	0.592	0.595
con. adic	0.676	0.679	0.682	0.685	0.688	0.691	0.694	0.697	0.7	0.703	0.706	0.709
de 76 - 125 kwt	0.935	0.939	0.943	0.947	0.951	0.955	0.959	0.963	0.968	0.973	0.978	0.983
con adic	1.97	1.979	1.988	1.997	2.006	2.015	2.024	2.033	2.043	2.053	2.063	2.073
<b>2006</b>												
1 a 75 kwt	0.597	0.599	0.601	0.603	0.605	0.607	0.609	0.611	0.613	0.615	0.617	0.619
con. adic	0.711	0.7136	0.715	0.717	0.719	0.721	0.723	0.725	0.727	0.729	0.731	0.733
de 76 - 125 kwt	0.986	0.989	0.992	0.995	0.998	1.001	1.004	1.007	1.01	1.013	1.016	1.019
con adic	2.08	2.087	2.094	2.101	2.108	2.115	2.122	2.129	2.136	2.143	2.15	2.157
<b>2007</b>												
de 1 a 75 kwt	0.621	0.623	0.625	0.627	0.629	0.631	0.633	0.635	0.637	0.639	0.641	0.643
con. Adic	0.735	0.737	0.739	0.741	0.743	0.745	0.747	0.749	0.751	0.753	0.755	0.757
de 76 - 125 kwt	0.022	1.025	1.028	1.031	1.031	1.037	1.04	1.043	1.046	1.049	1.052	1.055
<b>INCREMENTO REAL PARA ENERO DEL 2008</b>	0.00066	0.03075	0.03084	0.03093	0.03093	0.0311	0.0312	0.03129	0.03138	0.03147	0.03156	<b>0.03165</b>
<b>PRECIO REAL ESPERADO PARA ENERO DEL 2008</b>	0.02266	1.05575	1.05884	1.06193	1.06193	1.0681	1.0712	1.07429	1.07738	1.08047	1.08356	<b>1.08665</b>
con adic	2.164	2.171	2.178	2.185	2.192	2.199	2.206	2.213	2.22	2.227	2.234	2.241
<b>INCREMENTO REAL PARA ENERO DEL 2008</b>	0.06492	0.06513	0.06534	0.06555	0.06576	0.066	0.06618	0.06639	0.0666	0.06681	0.06702	<b>0.06723</b>
<b>PRECIO REAL ESPERADO PARA ENERO DEL 2008</b>	2.22892	2.23613	2.24334	2.25055	2.25776	2.265	2.27218	2.27939	2.2866	2.29381	2.30102	<b>2.30823</b>
<b>CONSUMOS MAYORES DE 250kWh por mes</b>	<b>ENERO</b>	<b>FEBRERO</b>	<b>MARZO</b>	<b>ABRIL</b>	<b>MAYO</b>	<b>JUNIO</b>	<b>JULIO</b>	<b>AGOSTO</b>	<b>ENERO 2008</b>			
<b>CARGO FIJO</b>	58.61	56.95	56.63	56.68	57.24	57.99	59.35	60.60	181.8			
<b>CARGO POR ENERGIA CONSUMIDA</b>	2.535	2.463	2.449	2.451	2.475	2.507	2.566	2.620	2.6986			
	kWh/mes	Agosto 2007	ENERO 2008									
TARIFA 1	250	\$715	\$856.5									
TARIFA 1*	300	\$846.6	\$991.4									
TARIFA 1B	400	\$1108.6	\$1261									
TARIFA 1C	850	\$2287.6	\$2476									
TARIFA 1D	1000	\$2680.6	\$2880									
TARIFA 1E	2000	\$5300.6	\$5579									
<b>FUENTE: <a href="http://www.inegi.gob.mx">www.inegi.gob.mx</a></b>												

Respecto a los costos del servicio de gas LP, en el siguiente cuadro se aprecia el incremento que han tenido las tarifas desde finales del año 2004 hasta el 2007. Este combustible, al igual que otros, al estar en estrecha relación con los movimientos volátiles de los precios del petróleo a nivel nacional e internacional posee una vulnerabilidad económica al aplicar las tarifas al usuario final.

Las tarifas del gas LP se incrementan de manera gradual mensualmente por lo que se puede observar que de enero del 2005 a diciembre del 2007<sup>16</sup> se registro un aumento del 1.20% sobre el precio final; asimismo con el 3% de inflación estimado para el 2008 se prevé que este incremento sea de \$0.1515, con lo cual el precio por litro de gas LP en enero será del \$ 5.20.

**Cuadro 7. TARIFAS DEL GAS LP DE DICIEMBRE 2004 AL 2007**

	2004	2005	2006	2007	INC. DEL 3%	ENERO DEL 2008
<b>ENERO</b>	N / T*	\$ 4.19	\$ 4.77	\$ 4.95	<b>0.1515</b>	
<b>FEBRERO</b>	N / T	\$ 4.21	\$ 4.78	\$ 4.97	<b>PRECIO REAL</b>	<b>\$ 5.20</b>
<b>MARZO</b>	N / T	\$ 4.23	\$ 4.79	\$ 4.98		
<b>ABRIL</b>	N / T	\$ 4.27	\$ 4.81	\$ 5.00		
<b>MAYO</b>	N / T	\$ 4.32	\$ 4.83	\$ 5.02		
<b>JUNIO</b>	N / T	\$ 4.38	\$ 4.84	\$ 5.03		
<b>JULIO</b>	N / T	\$ 4.40	\$ 4.86	\$ 5.05		
<b>AGOSTO</b>	N / T	\$ 4.43	\$ 4.86	\$ 5.05		
<b>SEPTIEMBRE</b>	N / T	\$ 4.47	\$ 4.88	\$ 5.05		
<b>OCTUBRE</b>	N / T	\$ 4.49	\$ 4.90	\$ 5.05		
<b>NOVIEMBRE</b>	N / T	\$ 4.55	\$ 4.91	\$ 5.05		
<b>DICIEMBRE</b>	\$ 4.17	\$ 4.63	\$ 4.93	\$ 5.05		

FUENTE: TARIFAS OBTENIDAS DE LA PROCURADURIA FEDERAL DEL CONSUMIDOR

\* LAS TARIFAS DE ENERO DEL 2004 A NOVIEMBRE DEL 2004 NO SE TIENEN.

En lo tocante a los gastos que se generan por consumo de agua potable, las tarifas que determina la Comisión Nacional del Agua (CNA) para potabilizar al D.F y la zona conurbada, y como se puede apreciar en el siguiente cuadro, se han visto afectadas por un aumento del 12.74% por M3 durante los años 1993 al 2007. Además del cobro por consumo de agua que realiza la CNA, existe una tarifa por cada 1000m<sup>3</sup> que consumen las casas habitación dentro del DF y la Zona Metropolitana, que CNA le cobra al gobierno del D.F.

<sup>16</sup> Las tarifas se mantendrán sin aumento desde agosto hasta diciembre.

Asimismo, en el cuadro 8 se puede observar que en el año 1993 el cobro inicial fue de \$60.00 x 1000 m<sup>3</sup> en el año 2007 se ha incrementado hasta llegar a un precio de \$328.1859, con lo que se puede aseverar que el aumento durante estos años fue del 5.46%, con lo que se espera que para el año 2008 la tarifa por cada 1000 m<sup>3</sup> que consume una casa habitación sea de \$338.0315, y por m<sup>3</sup> sea de \$17.0635.

**Cuadro 8.**

<b>TARIFAS DE LA COMISION NACIONAL DE AGUA POTABLE DEL DF</b>			
<b>AÑO</b>	<b>PAGO X 1000 M3</b>	<b>PAGO X M3</b>	
1993	\$60.0000	\$1.3000	
1994	\$65.2491	\$1.4137	
1995	\$69.7034	\$1.5100	
1995	\$90.6400	\$1.9300	
1996	\$103.5300	\$6.0000	
1996	\$121.2900	\$7.0290	
1997	\$144.6200	\$7.9591	
1997	\$160.7400	\$7.9591	
1998	\$144.6200	\$8.5958	
1998	\$160.7400	\$9.3273	
1999	\$199.4600	\$10.0669	
1999	\$199.4600	\$10.0669	
1999	\$199.4600	\$10.0669	
2000	\$227.7700	\$11.4960	
2000	\$227.7700	\$11.4960	
2000	\$227.7700	\$11.4960	
2001	\$251.7100	\$12.7051	
2001	\$251.7100	\$12.7051	
2002	\$265.2400	\$13.3885	
2002	\$265.2400	\$13.3885	
2003	\$279.5000	14.1086*	
2004	\$290.6100	\$14.6697	
2005	\$290.6100	\$14.6697	
2006	\$290.6100	\$14.6697	
2007	\$328.1859	\$16.5665	
<b>INCREMENTO REAL PARA EL 2008**</b>	<b>\$9.8456</b>	<b>\$0.4970</b>	
<b>PRECIO REAL ESPERADO PARA EL 2008</b>	<b>\$338.0315</b>	<b>\$17.0635</b>	
<b>INCREMENTO EN %</b>	<b>1.0300</b>	<b>1.0300</b>	

FUENTE: COMISION NACIONAL DEL AGUA "LEY FEDERAL DE DERECHOS"

\*A partir de este año, la Comisión Nacional presupuestó que cada habitante consumirá 300 litros diarios

\*\*El Banco de México estimo que el nivel inflacionario para el año 2008 será del 3%.

Ahora bien, en contraste con la casa C, y como se recordara un año después de su construcción a la casa B se le instaló tecnología sustentable para anular los gastos generados por los servicios de electricidad y gas, y el gasto del agua se aminoró con la planta de reciclaje y la red de captación de agua de lluvia. Para la eliminación del gasto de electricidad se instalaron celdas fotovoltaicas con un costo de \$ 491,800.53. Para eliminar el gasto del gas se instaló un termotanque cuyo costo fue de \$13,000.00, siendo la inversión total en tecnología sustentable de \$ 504, 800.53.

A pesar de que la inversión para construir una casa de diseño bioclimático a primera vista resulta elevada esta se recuperará antes que una casa de diseño convencional, ya que se debe tomar en cuenta que la casa bioclimática posee un diseño integral, funcional y sustentable que aprovecha al máximo el potencial de la zona, que conserva el uso del agua, y requiere de menor energía e incluso produce su propia electricidad.

Las ventajas de la construcción bioclimática implican mejoras en la productividad, una reducción general importante en los costos operativos y en las erogaciones que genera dicha casa, por lo tanto trae como consecuencia beneficios económicos tanto para el medio ambiente, la comunidad que lo habita y la economía familiar.

La construcción sustentable y la búsqueda de una mayor eficiencia energética en la edificación ya son más que una tendencia del mercado, fruto de la creciente conciencia medioambiental. Así lo demuestra el incremento constante que está experimentando la edificación sustentable y la arquitectura bioclimática en México. Ambas actividades presentan cifras relevantes, tanto en obra terminada, como en ejecución y también con numerosos proyectos pendientes de realización.

La sustentabilidad medioambiental marca pues las líneas del futuro para el sector de la construcción y sus sectores asociados. Y lo hace desde dos vertientes distintas: como normativa y como negocio. Como herramienta de trabajo, puesto que moverse con criterios de sustentabilidad ha demostrado que procura a las empresas del sector mayor volumen de negocio y mayor rentabilidad, no sólo económica sino también en términos de imagen corporativa.

Por todo ello, la construcción bioclimática con tecnología sustentable representa hoy el gran reto para la innovación en el sector de la construcción y también para su renovación. La introducción de nuevas tecnologías y materiales, con diseños arquitectónicos avanzados y técnicas constructivas innovadoras, ahorradoras de recursos y respetuosas con el entorno, dotarán de instrumentos al sector para modernizar el urbanismo convirtiéndolo en sostenible desde el punto de vista medioambiental, pero también desde el punto de vista económico, ya que la factura energética de una edificación sustentable disminuye notablemente los costes a lo largo de su ciclo de vida.

En junio del 2007, arrancó la entrega de hipotecas verdes en todos los productos de crédito Infonavit, que incluyen un monto adicional de alrededor de 10,000 pesos para adquirir casas o departamentos, desde 180,000 hasta 1, 800, 000.00 que cuenten con dispositivos y tecnología de ahorro de agua y energía. Este monto extra alcanza para focos y llaves ahorradoras, así como calentador solar, y genera ahorros para los usuarios que van de 200 a 250 pesos mensuales, de los cuales entre 80 y 90 pesos se utilizan para cubrir la parte adicional del crédito, y queda un remanente de 150 pesos para el acreditado.

Se espera que toda la inversión realizada en tecnología sea recuperada en un plazo de 10 años. Es claro entonces que la inversión está pensada a futuro, con una lógica de sustentabilidad que va más allá de la simple (o compleja más bien dicho) utilización de tecnología de punta. La sustentabilidad arquitectónica es vista en proyectos de este tipo como una solución al problema energético global, que en la medida en que los precios de combustibles y recursos hídricos sean cada vez más importantes, ejemplos como estos van a cobrar cada vez más valor. Es de esperar que las buenas prácticas de estas tecnologías se masifiquen y que no sean una exclusividad de los países más desarrollados, ya que de ser así, países de más bajos recursos podrían acceder a este tipo de sistemas.

Una pregunta fundamental que nos debemos hacer es si la adopción de tecnologías limpias *resulta rentable*, desde el punto de vista privado (de la empresa), pues si no fuese así esta podría ser la más importante (y quizás única). Aunque esto depende de la tecnología que estemos considerando y, por lo tanto, es limitado dar una respuesta de tipo general, sí es posible afirmar que, aunque las inversiones iniciales necesarias en tecnologías limpias suelen ser muy altas,

suelen recuperarse a corto, medio o largo plazo (dependiendo del caso). El problema es que, a menudo, el coste de oportunidad de adoptar tecnologías limpias es elevado, siendo otras inversiones más rentables.

Pero no siempre, existen inversiones en tecnologías limpias que se recuperan a muy corto plazo (son las denominadas tecnologías de «doble beneficio», es decir, rentables para la empresa y beneficiosas para el medio ambiente). Estas tecnologías pueden tener periodos cortos de retorno de la inversión.

## CONCLUSIONES.

En el mundo globalizado en el que vivimos los que dirigen la economía creen poder combinar la ecología y el crecimiento, o los negocios y la conservación de la naturaleza. Los que gobiernan parten del supuesto de un presupuesto. Las dependencias públicas son vistas en función del presupuesto que manejan. Las dependencias pobres no cuentan, las ricas son las que deciden. Las obras y los programas sociales que realizan son vistos con el mismo criterio presupuestal. Si el gasto que representa construirlas o realizarlas es menor que las utilidades o negocios que generarían, entonces vale la pena el gasto. De ninguna otra manera se justifica una inversión o un gasto.

Aunado a lo anterior, hoy existe un fuerte nivel de competitividad y una gran dificultad de posicionamiento en el mercado lo que se convierte en requisitos indispensables para considerar viable o no realizar obras de infraestructura que vincule esa producción al mercado. Se le ha asignado a la noción de progreso una connotación muy precisa que lo liga a la rentabilidad, el monto de los dineros en juego, y la pertinencia financiera y monetaria de todo gasto o inversión. Si vivimos mejor, es porque producimos más y de mejor calidad. Pero nadie se plantea trabajar menos para vivir mejor. Si ganamos más es porque somos más productivos, pero nadie se plantea aprovechar la tecnología para ganar lo mismo. Si ganamos lo mismo es que no progresamos, porque la mejoría se identifica hoy con el aumento del ingreso.

Dicho lo anterior, el tipo de economía que se vive actualmente se mueve bajo el supuesto de que todo tiene que justificar su inversión. Y desde luego que tiene que justificarla con un retorno o recuperación. Cuando alguien dispone de una suma de capital se supone que antes que nada compara las opciones que tiene frente a sí para decidir por cual optar.

En el mismo orden de ideas, en el caso de México actualmente el Plan Nacional de Desarrollo se mueve bajo la premisa de la sustentabilidad y una economía sustentable, que determina la existencia de una corresponsabilidad entre gobierno y sociedad por mantener los recursos que la naturaleza brinda para lograr alcanzar una capacidad productiva y reproductiva guiada por una

estabilidad y una viabilidad económica. La clave consiste en extender el estudio de los procesos económicos más allá de la producción, circulación y consumo e incluir el estudio de la contribución energética y de información efectuada por la biosfera.

Este argumento se basa en que en la actualidad se vive una crisis ecológica que nos obliga a repensar nuestras nociones a cerca del poder y de quienes lo rigen. Con ello se plantea la interrogante de ¿cómo se puede constituir un proceso adecuado para adquirir los frutos que la naturaleza nos ofrece y posibilitar la vida humana? Cuestión que el desarrollo sustentable tiene como guía o base debido al problema del agotamiento de los recursos energéticos y los impactos destructivos sobre el planeta.

En el caso de México, algunos indicadores muestran que en los próximos años se consumirá más energía en sus diferentes usos finales: transporte, industria, sector agropecuario, consumo doméstico, etc. Se prevee que para el consumo eléctrico se utilizarán combustibles fósiles de manera preponderante a pesar de que la era del petróleo esta llegando a su recta final, lo que trae como consecuencia la intensificación del impacto ambiental, relacionados de manera particular con un incremento de las emisiones de gases de efecto invernadero.

El calentamiento global que trae como consecuencia el cambio climático que se vive hoy, es cada vez más evidente, prueba de ello son las recientes inundaciones que se han presentando en los últimos meses en diversas entidades del país, así como en otras partes del mundo. Como es bien sabido diversos factores se han conjugado para la afectación actual del planeta, una de ellas, aunque no la principal ha sido la construcción desordenada de las grandes urbes, y en específico, las casas habitación.

Ante estos fenómenos climáticos existen energías alternativas que contribuyen de manera significativa a reducir el impacto ambiental, y las siguientes generaciones deben de aprender a utilizar mejor la energía y a convivir en armonía con la naturaleza mediante nuevas formas de construcción de casas habitación, en donde las prácticas bioclimáticas tienen que confrontarse con métodos artificiales (aires acondicionados, calefacción, ventiladores, entre otros), para aprovechar al máximo la capacidad bioclimática de estas estructuras, que proveen de

habitabilidad, efectividad y viabilidad económica. Aunado a ello la tecnología sustentable se convierte en una opción real y una herramienta muy útil para lograr un ahorro significativo en el gasto familiar. Con esto se confirma la columna vertebral que guió esta investigación desde sus inicios: *una casa bioclimática y el uso de tecnología sustentable, puede reducir el gasto diario de una familia, debido a que se aprovechan de manera eficiente los recursos naturales, específicamente, la energía solar, el agua de lluvia y el viento.*

Lo anterior se ve reflejado de manera concreta en el comparativo de costos y erogaciones de dos casas de diseño diferente, en donde una casa con diseño convencional genera más gastos debido al consumo de electricidad, agua y gas LP que se ve afectado por el constante incremento de los precios y el uso irracional de los mismos. Mientras que la casa con diseño bioclimático y la implementación de tecnología sustentable, que aunque en un inicio representa una inversión considerable o excesiva, a largo plazo esta generará un beneficio sustancial en el ahorro del gasto familiar, ya que sólo se tendrá que invertir en mantenimientos preventivos y correctivos a muy bajo costo.

El egreso que genera la implementación de diseños bioclimáticos y tecnología sustentable es costoso, ya que no se tienen financiamientos acordes a la situación económica del país. Sin embargo, a pesar de esto en algunas partes de México, en específico, Tijuana, B.C., el gobierno y algunas empresas constructoras, como el caso de URBI, se dieron a la tarea de lanzar un proyecto de una ciudad sustentable donde se estima habitarán 1 millón de personas para el 2030, en un total de 10, 000 casas-habitación, contando con sistemas de tratamiento de uso de agua para proveer electricidad a través de celdas solares, las cuales bajaran considerablemente el costo de energía, así como sistemas para el reciclado y aprovechamiento de basura. Esto constituye en sí un proyecto que promueve el desarrollo seguro, integral y sustentable de la comunidad. Lo que traerá como consecuencia, la generación de nuevos empleos, desarrollo de infraestructura y la captación de inversión pública y privada.

Existen programas interesados en disminuir el impacto ambiental ocasionado por la inadecuada construcción y el uso irracional de las energías, ejemplo de ello es la Normatividad Oficial Mexicana para la vivienda de la Comisión Nacional de ahorro de Energía, Vivienda Sustentable

de CONAFOVI-SEMARNAT y el convenio FIDE-INFONAVIT para el ahorro de energía en la vivienda. Este programa tiene como objetivo principal limitar las ganancias de calor de las edificaciones a través de su envolvente; racionalizar el uso de energía en los sistemas de enfriamiento, obteniendo de ello un costo-beneficio en los altos requerimientos de energía contra los ahorros reales de energía por medio de los diseños bioclimáticos. Esto muestra, que sí es posible buscar nuevas formas de construcción en donde se puedan aprovechar los beneficios que la naturaleza brinda, pero sobre todo sin dejar un impacto negativo en el planeta por el uso irracional de nuestros recursos naturales. Aunque falta mucho por hacer, un gran avance es el interés del gobierno por invertir en este tipo de proyectos, lo que provocaría que ante el incremento de la demanda por las energías alternativas el acceso para los bolsillos de la mayor parte de los mexicanos sea real.

El cambio tecnológico permite compatibilizar, en muchos casos, los objetivos económicos y ambientales y constituye por ello una variable fundamental en la consecución de unos mayores niveles de bienestar social. Analizar cuáles son los factores para el cambio tecnológico ambiental (tanto factores impulsores como obstáculos) puede suministrar una información valiosa para la toma de decisiones políticas que permitan identificar posibles cuellos de botella para que ese cambio se produzca aplicando posteriormente las medidas necesarias para resolver la situación o para reforzar las tendencias positivas al cambio.

## BIBLIOGRAFÍA.

Azuela, Antonio. *Desarrollo sustentable: Hacia una política ambiental*, México, UNAM, Coordinación de Humanidades, 1993.

Bassols. B. Angel. *Recursos Naturales de México: teoría, conocimiento y uso*, México, Nuestro Tiempo, 1991.

Buchinger, María y Mozo M., Teobaldo. *Ecología y conservación de los recursos naturales renovables*, SantaFe de Bogotá, Ecoe, 1999.

Camous Roger y Wattson Donald. *El hábitat bioclimático. De la concepción a la construcción*, Barcelona, España, edit. G. Gilli, 1986.

Corona R. Alfonso, *Economía Ecológica*, México, FCE/UNAM, 2000.

----- et. al., *La ciudad sustentable: creación y rehabilitación de ciudades sustentables*, México, Trillas, 2004.

Emelianoff, Cyria. *Las ciudades sustentables. Emergencia de nuevas temporalidades en los viejos espacios urbanos*, en [www.ine.gob.mx](http://www.ine.gob.mx).

Escobedo Sagaz, José Luís. *Utilización de tarifas para el control de la demanda de agua potable en México*, México, CIDE, 1998.

Fernández, Roberto. *Territorio, sociedad y desarrollo sustentable: estudios de sustentabilidad urbana*, Buenos Aires, Centro de Investigaciones Ambientales, 1999.

Fuentes, F. Victor. “Nuevas tecnologías en la arquitectura bioclimática”, en [www.-azc.uam.mx/cyad/procesos](http://www.-azc.uam.mx/cyad/procesos).

García-Colin Scherer, Leopoldo. *Energía, ambiente y desarrollo sustentable: el caso de México*. México, UNAM, Programa Universitario de Energía, 1996.

Gauzin-Müller, Dominique. et.al. *Arquitectura ecológica*, Barcelona, España, G.Gilli, 2002.

Girón de la Peña, Héctor. “Centro de Investigación de Arquitectura Ambiental”, en Lacomba, Ruth. et. al., *Las casas vivas: proyectos de arquitectura sustentable*, México, Trillas, 2004.

González M. Raúl. *Costos paramétricos prisma, para proyectos y avalúos*, México, edit. Prisma, 2004.

Izard, Jean – Louis, *Arquitectura bioclimática*, Barcelona, Gili, 1980.

Jones, David LLOYD, *Arquitectura y entorno. Diseño de la construcción bioclimática*, Barcelona, Art Blume, 2002

Kamives, Kristin. *Agua, electricidad y pobreza ¿Quién se beneficia de los subsidios a los servicios públicos?* Word Bank, 2005.

*La construcción en México. Tecnología y servicios*, México, Construméxico, 1982.

Lacomba, Ruth. *et. al.*, (compiladora). *Las casas vivas: proyectos de arquitectura sustentable*, México, Trillas, 2004.

Leff, Enrique, *Cultura y manejo sustentable de los recursos naturales*. México, Porrúa, 1993.

*Ley federal de derechos 2007 (Disposiciones aplicables en materia de aguas nacionales)*. México, CNA-SEMARNAT, 2007.

Martínez Alier, Juan, *Economía Ecológica y Política Ambiental*, México, Fondo de Cultura Económica, 2001.

Masera Cerutti, Omar, *La Bioenergía en México: un catalizador del desarrollo sustentable*, México, MundiPrensa, 2006

Masera Cerrutti, Omar; Astier, Marta; López Ridaura, Santiago. *Sustentabilidad y manejo de recursos naturales: el marco de evaluación MESMIS*, México, MundiPrensa, 1999.

*Memoria: Energía, medio ambiente y desarrollo sustentable*, México, FES/ Acatlán, Estado de México del 6 al 8 de mayo de 1992, , 1992.

Moliné Escalona Miguel. “Las claves de la arquitectura” en [www.almendron.com](http://www.almendron.com)  
[www2.uiah.fi/projects/methody](http://www2.uiah.fi/projects/methody)

*Prospectiva del mercado de gas licuado de petróleo*, México, Secretaria de Energía, 2001.

Quintero Soto María Luisa. *Recursos naturales y desarrollo sustentable: reflexiones en torno a sus problemática*, México, Porrúa, UNAM- Plantel Aragón, 2004.

Ramírez, José Carlos y Rosellón Díaz, Juan. *La regulación de las tarifas de distribución del gas natural en México: un modelo estocástico*. México, CIDE, DTE.142, 2000.

*Revista Latinoamericana de Economía*, vol. 33, núm. 128, México, IIEc-UNAM, Enero-Marzo, 2002.

Rodríguez Viqueira, Manuel. *Introducción a la arquitectura bioclimática*, México, Limusa, 2001.

Rojo, vivot Alejandro. *Elaboración de proyectos: condiciones culturales para el desarrollo sustentable*, Provincia de Santa Cruz, El Calafete , 2004.

Saldívar, V, Américo. *De la economía ambiental al desarrollo sustentable*, México, UNAM, Fac. de Economía, 1998.

Sapag Chain Nassir y Sapag Chain Reinaldo. *Preparación y evaluación de proyectos*, Santiago (Chile), McGraw-Hill/Interamericana, 2000.

Scheer, Hermann. *Economía solar global. Estrategias para la modernidad ecológica*, Barcelona, FCE, 2000.

Solís M. Leopoldo, Ángeles Sevilla, Alejandro y Díaz de León, Arturo. *El problema económico del agua en México*. México, Instituto de Investigación Económica y Social Lucas Alemán, 2003.

Soto Mora, Consuelo, *Cartografía de elementos bioclimáticos en la República Mexicana*, México, UNAM, Instituto de Geografía, 1998.

*Tarifas óptimas en la extracción de agua*. México, Colección CIDE, DTE.39, 1994.

Velez González, Roberto. *La ecología en el diseño arquitectónico*, México, Trillas, 1992.