



# Trayecto Técnico "Asesoría para la eficiencia energética en la edificación"

Módulo 1: Introducción a la interacción entre medio ambiente y ambiente construido

**Programa Energía Sustentable  
Componente Edificación PES-EDI**



**Material didáctico  
de la Carrera PT/PTB en Construcción para el Trayecto Técnico  
Asesoría para la eficiencia energética en la edificación (TT-EEE)**

**Módulo I,  
Febrero de 2015**

**Preparado por:  
Dra. Elvira Schwanse para GOPA – INTEGRATION**

**GOPA Consultants**  
Hindenburgring 18  
61348 Bad Homburg  
Teléfono:+49-6172-930 215  
Fax: +49-6172-930 200  
E-mail: gopa-en@gopa.de

**INTEGRATION**  
Bahnhofstraße 9  
91322 Gräfenberg  
Teléfono:+49-9192-9959-0  
Fax: +49-9192-9959-10  
E-mail: int-ee@integration.org

**Trayecto Técnico TT- EEE de la Carrera PT/PTB en Construcción**  
**Asesoría para la eficiencia energética en la edificación**

**Módulo I:**

**Introducción a la interacción  
entre medio ambiente y ambiente construido**

**UNIDAD A**

**Reconocimiento de factores climáticos y conceptualización  
del diseño bioclimático y la arquitectura vernácula**

**UNIDAD B**

**Caracterización de energías renovables y eficiencia energética**

**UNIDAD C**

**Identificación y análisis de la envolvente térmica,  
muros, cubiertas y fachadas**

*El nuevo Material Didáctico corresponde a los nuevo Programas de Estudio y Guías Pedagógicas de febrero de 2015.*

## Preámbulo

El aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, como una opción viable para diversificar la matriz energética —y con ello, reducir la dependencia hacia los combustibles fósiles—, cada día cobra mayor relevancia en la agenda política nacional, prueba de ello son la aprobación por parte del congreso, de la “*Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética*” en noviembre del 2008, y la publicación del “*Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía 2009-2012*”, en noviembre de 2009. Para el gobierno mexicano, el uso eficiente de la energía es de alta importancia, por lo tanto, la eficiencia energética en la edificación representa un área de oportunidad para el ahorro de recursos. De conformidad con el Artículo 6 de la *Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía*, la SENER publicó a finales de 2009 el ya citado “*Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de a Energía 2009-2012*”, que es el instrumento mediante el cual se establecen estrategias, objetivos, acciones y metas que permitirán alcanzar un uso óptimo de la energía. En este programa la estrategia cinco crea el marco para la implementación de medidas de eficiencia energética en la edificación.

Por lo anterior, es de suma importancia establecer una oferta de formación, capacitación y cooperación para profesionales técnicos en construcción. Dentro de las instituciones educativas se cuenta con el Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica CONALEP y su formación de supervisores en la obra que ofrece la Carrera PT/PT-B en construcción, como una buena plataforma y multiplicador para la implementación de nuevos temas de uso eficiente de la energía.

## Antecedentes

En septiembre de 2009, la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH y GOPA-INTEGRATION iniciaron trabajos conjuntos con el objetivo de asesorar en el *Componente de Edificación (EDI)*, que forma parte del Programa “Energía Sustentable en México” (PES) y se encarga de apoyar al CONALEP en la implementación de temas específicos sobre Eficiencia Energética (EE) para las carreras de Profesional Técnico (PT) y Profesional Técnico Bachillerato (PT-B) en Construcción. Hasta el año 2014, el proyecto GIZ PES-EDI ha apoyado la realización de cinco diferentes fases para elaborar e implementar la formación profesional en la carrera de PT y PT-B en Construcción, dando como resultado la actualización de los documentos curriculares y los materiales didácticos así como el acomodo del Plan de Estudios de la carrera de PT y PT-B en Construcción, en temas de Eficiencia Energética en la Edificación (EEE).

En total, se elaboró entre 2012 y 2013 material complementario en forma de 7 Materiales Didácticos (MD) para diferentes materias de la carrera de Construcción PT/PT-B. Con cada presentación de nuevos Materiales Didácticos, se ofrecieron capacitaciones a los docentes de la carrera de PT y PT-B

en Construcción de CONALEP. La primera se llevó a cabo en el plantel de Xochimilco en marzo de 2012, y la segunda en las oficinas nacionales CONALEP en Metepec, Estado de México, en abril de 2013.

La fase de la elaboración de MD para la carrera de Construcción se consideró como terminada con la segunda capacitación en marzo de 2013; no obstante, se acordó una segunda fase de colaboración entre GIZ PES-EDI y CONALEP con la tarea: *Asesoría a CONALEP para el diseño de un Trayecto Técnico: “Eficiencia Energética en Edificación” en la carrera PT/PT-B en Construcción y carreras semejantes.*

Paralelamente se trabaja con el Programa NAMA Facility de la GIZ para implementar la certificación del Estándar de Competencia Laboral EC 0431 *“Promoción al ahorro en el desempeño integral de los sistemas energéticos de la vivienda”* de CONOCER.

La nueva figura del Asesor Energético para la Vivienda será objeto de una progresiva demanda en el sector de construcción y vivienda en México, por lo que se ofrecerá una opción formación a partir de febrero de 2015 con el nuevo Trayecto Técnico *“Asesoría para la eficiencia energética en la edificación (TT-EEE)”*.



El objetivo de la Asesoría Energética es desarrollar medidas y estrategias de mejora para la vivienda, su sistema constructivo y de aislamiento, sus equipos de ventilación, refrigeración y calefacción. El Estándar EC 0431 comprende muchos temas referentes al uso de energía y de agua en la vivienda, así como la supervisión de instalaciones eléctricas hidráulicas y de gas. Este nuevo campo de trabajo engloba conocimientos de diseño bioclimático, nuevas tecnologías, dispositivos y posibilidades de ahorro de energía y recursos, así como el diagnóstico, monitoreo y certificación. A la par del estándar de competencia se crearon —con base en varias normas— nuevos instrumentos y herramientas de evaluación del consumo de energía y agua en la vivienda que deben ser manejados en la práctica.

## **Trayecto Técnico: Asesoría para la eficiencia energética en la edificación (TT-EEE)**

En el nuevo TT- EEE se incluyen temas ya implementados en las materias básicas de la carrera Construcción, y se presentan informaciones específicas requeridas para la parte teórica del EC 0431. Para cada semestre (4, 5 y 6) se desarrolla material didáctico. Los tres módulos que se impartirán sucesivamente —acompañados de Prácticas Profesionales y Servicios Sociales en el mismo campo— abarcan los siguientes temas:

- **Módulo I: Introducción a la interacción entre medio ambiente y ambiente construido**  
(Semestre 4 / 90 h)
- **Módulo II: Supervisión de instalaciones eléctricas, hidrosanitarias, de gas e iluminación eficiente** (Semestre 5 / 90 h)
- **Módulo III: Asesoría energética en la vivienda sustentable**  
(Semestre 6 / 90 h)

Mientras que en el Módulo I se introduce el tema de EE, unidades y los primeros cálculos, los Módulos II y III comprenden el conocimiento necesario para el diagnóstico y la consulta energética y financiera para el EC 0431. La parte teórica de los módulos es complementada con ejercicios prácticos, como vistas técnicas, discusiones, videos, material adicional en la Biblioteca Digital de Conalep, y otras actividades individuales o grupales.

Esperamos que tengan una lectura provechosa y nueva perspectiva en la enseñanza con el material proporcionado y les pedimos reportar cualquier errata, comentario o idea respecto a los nuevos contenidos para poder mejorar el material didáctico.

Dra. Elvira Schwanse con Arq. Tania Ramírez en cargo de GOPA/ GIZ para CONALEP

Enero de 2015

## Unidad A - Reconocimiento de factores climáticos y conceptualización del diseño bioclimático y la arquitectura vernácula

---

<b>1</b>	<b>Clasificación del clima .....</b>	<b>21</b>
1.1	Definición del clima.....	21
1.2	Elementos del clima .....	22
1.2.1	Temperatura .....	22
1.2.2	Precipitaciones .....	23
1.2.3	Humedad .....	24
1.2.4	Viento .....	25
1.2.5	Presión atmosférica.....	26
1.2.6	Nubosidad.....	27
1.2.7	Insolación.....	27
1.3	Factores del clima .....	29
1.3.1	Latitud.....	29
1.3.2	Longitud.....	29
1.3.3	Altitud.....	30
1.3.4	Continentalidad.....	30
1.3.5	Relieve .....	30
1.4	Clasificaciones climáticas .....	31
1.4.1	Clasificación de Köppen-García .....	31
1.5	Bioclima .....	36
1.5.1	Agrupación bioclimática de ciudades .....	36
<b>2</b>	<b>Cambio climático.....</b>	<b>40</b>
2.1.1	Sistema climático global.....	41
2.1.2	Medio ambiente.....	42
2.1.3	Atmósfera .....	43
2.1.4	Efecto invernadero y calentamiento global .....	44
2.1.5	Efectos del cambio climático.....	46
<b>3</b>	<b>Deterioro e impacto ambiental.....</b>	<b>48</b>
3.1	Deterioro ambiental .....	48
3.2	Impacto ambiental.....	48
3.3	Factores naturales y antrópicos en el deterioro del planeta Tierra.....	50
3.3.1	Historia de las actividades humanas y sus efectos en el medio ambiente.....	50
3.3.2	Fenómenos y desastres naturales .....	53
3.3.3	Desastres ambientales.....	55
3.4	Índices e indicadores ambientales .....	58
3.4.1	El Índice del Planeta Viviente (IPV).....	59

3.4.2	La Huella Ecológica (HE).....	60
3.4.3	El Índice de Sustentabilidad Ambiental (ESI).....	61
<b>3.5</b>	<b>Análisis de Ciclo de Vida .....</b>	<b>62</b>
<b>4</b>	<b>Arquitectura vernácula.....</b>	<b>66</b>
<b>4.1</b>	<b>Definición de la arquitectura vernácula.....</b>	<b>66</b>
<b>4.2</b>	<b>Ejemplos internacionales de arquitectura vernácula.....</b>	<b>67</b>
4.2.1	Tundra .....	67
4.2.2	Estepa .....	68
4.2.3	Desierto y mediterráneo.....	71
4.2.4	Arquitectura sobre el agua .....	72
<b>4.3</b>	<b>Arquitectura vernácula en las diferentes zonas climáticas de México.....</b>	<b>74</b>
4.3.1	Ejemplo 1: Clima templado subhúmedo.....	74
4.3.2	Ejemplo 2: Clima muy seco .....	75
4.3.3	Ejemplo 3: Clima cálido húmedo.....	76
4.3.4	Ejemplo 4: Clima templado subhúmedo.....	78
<b>5</b>	<b>Arquitectura bioclimática .....</b>	<b>80</b>
<b>5.1</b>	<b>Confort .....</b>	<b>81</b>
5.1.1	Confort térmico.....	82
5.1.2	Soluciones activas y pasivas.....	83
5.1.3	Recomendaciones bioclimáticas para el diseño de una vivienda.....	84
5.1.4	Trayectoria solar.....	86
<b>5.2</b>	<b>Estudio bioclimático .....</b>	<b>89</b>
5.2.1	Análisis climático. ....	90
5.2.2	Evaluación biológica .....	91
5.2.3	Soluciones tecnológicas.....	94
5.2.4	Expresión arquitectónica .....	95
<b>5.3</b>	<b>Ejemplos internacionales de arquitectura bioclimática.....</b>	<b>95</b>
5.3.1	Clima muy seco .....	96
5.3.2	Clima cálido-húmedo.....	97
5.3.3	Clima frío (o de hielos perpetuos) .....	98

## Unidad B - Caracterización de energías renovables y eficiencia energética

---

<b>6</b>	<b>Definiciones para el tema de energía .....</b>	<b>103</b>
<b>6.1</b>	<b>Transformación de la energía.....</b>	<b>103</b>
<b>6.2</b>	<b>Unidades de medida de energía .....</b>	<b>104</b>
<b>6.3</b>	<b>Conceptos de eficiencia energética .....</b>	<b>104</b>

6.3.1	Eficiencia Energética en la Edificación .....	106
<b>7</b>	<b>Producción y consumo de energía en México .....</b>	<b>109</b>
<b>7.1</b>	<b>Energía primaria, secundaria y final .....</b>	<b>112</b>
7.1.1	Producción de energía eléctrica .....	113
<b>7.2</b>	<b>Energías renovables, no renovables y limpias .....</b>	<b>114</b>
7.2.1	Definiciones según fuente, tipo y generación de energía .....	115
7.2.2	Consumo energético por sector .....	117
7.2.3	Consumo energético del sector residencial .....	117
7.2.4	Comparación del consumo energético en climas fríos y calientes .....	119
<b>7.3</b>	<b>Tecnologías para energías de fuentes renovables en México .....</b>	<b>120</b>
7.3.1	Hidráulica y mareomotriz .....	121
7.3.2	Eólica .....	123
7.3.3	Geotérmica .....	125
7.3.4	Biomasa .....	126
7.3.5	Solar .....	128
<b>7.4</b>	<b>Cambio climático y el compromiso de México .....</b>	<b>131</b>
7.4.1	Cambio Climático y Gases de Efecto Invernadero .....	131
<b>7.5</b>	<b>Efecto Invernadero .....</b>	<b>133</b>
7.5.1	Protocolo de Kioto y posteriores convenciones de cambio climático .....	134
<b>7.6</b>	<b>Convenios y programas en México para la reducción de emisiones .....</b>	<b>135</b>
7.6.1	Certificados de Emisiones Reducidas CER o Bono de Carbono .....	135
7.6.2	Ley General de Cambio Climático (LGCC) .....	136
7.6.3	Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC) .....	138
7.6.4	Guía Municipal de Acciones frente al Cambio Climático .....	140
7.6.5	La Reforma Energética .....	141
7.6.6	Estrategia Nacional de Energía 2013-2027 (ENE) .....	143

## Unidad C - Identificación y análisis de la envolvente térmica, muros, cubiertas y fachadas

---

<b>8</b>	<b>Aspectos físicos y funciones energéticas de la fachada .....</b>	<b>149</b>
<b>8.1</b>	<b>La envolvente arquitectónica .....</b>	<b>149</b>
8.1.1	Sistema físico de la envolvente .....	150
<b>8.2</b>	<b>La fachada .....</b>	<b>151</b>
8.2.1	Fachada pesada .....	151
8.2.2	Recubrimientos y revoques .....	155
8.2.3	Sombreamiento .....	157

<b>9</b>	<b>Azoteas verdes .....</b>	<b>161</b>
9.1.1	Azotea verde extensiva.....	163
9.1.2	Azotea verde intensiva .....	163
9.1.3	Azotea verde semi-intensiva.....	163
<b>10</b>	<b>Aislamiento térmico y materiales aislantes .....</b>	<b>165</b>
<b>10.1</b>	<b>Introducción al aislamiento.....</b>	<b>165</b>
<b>10.2</b>	<b>Balance energético de un edificio.....</b>	<b>166</b>
10.2.1	Aislamiento térmico: Protección contra el frío o el calor .....	167
10.2.2	¿Cómo pasa el calor? - Conceptos de conducción convección y radiación .....	167
10.2.3	Sistema térmico: Ganancias y pérdidas de calor.....	169
10.2.4	Pérdidas y ganancias de calor en una vivienda .....	169
10.2.5	Puentes térmicos .....	170
<b>10.3</b>	<b>Materiales aislantes .....</b>	<b>172</b>
10.3.1	Definición y certificaciones para materiales y edificios ecológicos.....	173
10.3.2	Tipos de aislantes.....	174
10.3.3	Marco normativo para materiales aislantes.....	182
<b>10.4</b>	<b>Cálculo de la ganancia de calor en un edificio y del coeficiente global de transferencia de calor.....</b>	<b>185</b>
10.4.1	Explicaciones de las características físicas de aislamientos .....	185
10.4.2	Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor (k) .....	187
10.4.3	Cálculo de la ganancia de calor en un edificio .....	190
<b>11</b>	<b>Anexo .....</b>	<b>195</b>
<b>11.1</b>	<b>Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor (K) .....</b>	<b>195</b>
11.1.1	Cálculo del aislamiento térmico total de las porciones de la envolvente de un edificio para uso habitacional formado por capas homogéneas. ....	195
11.1.2	Cálculo del aislamiento térmico total de porciones formadas por capas homogéneas y capas no homogéneas.....	195
11.1.3	Ejemplo de cálculo.....	195
11.2	Estándar de competencia EC0431. Promoción del ahorro en el desempeño integral de los sistemas energéticos de la vivienda. ....	199
11.3	Índice de actividades.....	210
11.4	Índice de figuras.....	210
11.5	Índice de imágenes .....	212
11.6	Índice de tablas.....	214
<b>12</b>	<b>Glosario .....</b>	<b>215</b>



## Abreviaturas y unidades

<b>° C</b>	Grado Celsius	<b>ENE</b>	Estrategia Nacional de Energía 2013-2027
<b>a. C.</b>	Antes de Cristo	<b>EPA</b>	Environmental Protection Agency [Agencia de protección ambiental]
<b>ACV</b>	Análisis del Ciclo de Vida	<b>EPS</b>	Poliestireno expandido
<b>Alt.</b>	Altitud	<b>ER</b>	Energía Renovable
<b>AP</b>	Acidification Potential [Potencial de acidificación]	<b>FIDE</b>	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
<b>atm</b>	atmósfera	<b>FOMECAAR</b>	Fondo Mexicano del Carbono
<b>BTU</b>	British Thermal Unit	<b>FV</b>	Fotovoltaico
<b>cal</b>	caloría	<b>GEI</b>	Gases de Efecto Invernadero
<b>CEMDA</b>	Centro Mexicano de Derecho Ambiental	<b>GWP</b>	Global Warming Potential [Potencial de calentamiento global]
<b>CER</b>	Certificados de Emisiones Reducidas	<b>INE</b>	Instituto Nacional de Ecología
<b>CEV</b>	Código de Edificación de Vivienda	<b>INECC</b>	Instituto Nacional de Energía y Cambio Climático
<b>CFE</b>	Comisión Federal de Electricidad	<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
<b>CH<sub>4</sub></b>	Metano	<b>IPCC</b>	Panel Intergubernamental para el Cambio Climático
<b>CICC</b>	Comisión Intersectorial de Cambio Climático	<b>J</b>	joule o julio
<b>cm</b>	Centímetro	<b>K</b>	Kelvin
<b>CMNUCC</b>	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático	<b>kWh/m<sup>2</sup></b>	kilowatt hora por metro cuadrado
<b>CO<sub>2</sub></b>	Dióxido de carbono	<b>Lat.</b>	Latitud
<b>CONAE</b>	Comisión Nacional para el Ahorro de Energía	<b>LGCC</b>	Ley General de Cambio Climático
<b>CONAFOVI</b>	Comisión Nacional para el Fomento de la Vivienda	<b>LGEEPA</b>	Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente
<b>CONAGUA</b>	Comisión Nacional del Agua	<b>Long.</b>	Longitud
<b>CONALEP</b>	Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica	<b>m</b>	Metro
<b>CONAVI</b>	Colegio Nacional de Educación Profesional Técnica	<b>MDL</b>	Mecanismos de Desarrollo Limpio
<b>CONUEE</b>	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía	<b>MIA</b>	Manifestación de Impacto Ambiental
<b>COP</b>	Conferencia de Partes	<b>MJ</b>	Megajoule
<b>CRE</b>	Comisión Reguladora de Energía	<b>mm</b>	Milímetro
<b>dB</b>	Decibel	<b>mm/año</b>	Milímetros anuales
<b>DOF</b>	Diario Oficial de la Federación	<b>mm/h</b>	Milímetros por hora
<b>EE</b>	Eficiencia Energética	<b>msnm</b>	metros sobre el nivel del mar
<b>EEE</b>	Eficiencia energética en la edificación	<b>N</b>	Norte
<b>EIA</b>	Evaluación de Impacto Ambiental	<b>N<sub>2</sub>O</b>	Óxido nitroso
		<b>O</b>	Oeste
		<b>O<sub>3</sub></b>	Ozono

<b>OCDE</b>	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
<b>OMM</b>	Organización Meteorológica Mundial
<b>ONG</b>	Organización No Gubernamental
<b>p. e.</b>	por ejemplo
<b>Pa</b>	pascal
<b>PECC</b>	Programa Especial de Cambio Climático
<b>PIB</b>	Producto interno bruto
<b>pJ</b>	Petajoules
<b>PNUMA</b>	Programa de las Naciones para el Medio Ambiente
<b>PRONASE</b>	Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía
<b>PVC</b>	policloruro de vinilo
<b>SEMARNA</b>	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales
<b>T</b>	Recursos Naturales
<b>SI</b>	Sistema Internacional de Unidades
<b>SMN</b>	Servicio Meteorológico Nacional
<b>Tec</b>	Tonelada equivalente de carbono
<b>Tep</b>	Tonelada equivalente de petróleo
<b>UNESCO</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura
<b>UV</b>	Ultravioleta
<b>W</b>	Watt
<b>XPS</b>	Poliestireno extruido



## Unidad A - Reconocimiento de factores climáticos y conceptualización del diseño bioclimático y la arquitectura vernácula

---



*En esta unidad se presentan los conceptos básicos para comprender qué es el clima, de qué factores y elementos se compone, cómo se le clasifica, cómo se relaciona con los seres vivos y cómo un cambio en el clima, puede poner en riesgo la vida en el planeta Tierra tal como la conocemos. Más adelante, se muestran las diferencias entre fenómeno y desastre natural, se presentan casos de desastres ambientales y sus consecuencias y las formas de medir y prever el impacto que una actividad humana planeada o accidental tiene sobre la naturaleza. Finalmente, se explica que son las arquitecturas vernácula y bioclimática, su relación con el medio ambiente y el confort. Al finalizar la unidad, se llegará al entendimiento de cómo es que el ser humano se relaciona con su entorno y los efectos que sus actividades tienen sobre el mismo.*



## 1 Clasificación del clima

En este capítulo presentaremos los conceptos básicos para comprender qué es el clima, los factores y elementos que lo componen, y cómo se clasifica; también hablaremos sobre la relación entre el clima y la arquitectura.

### 1.1 Definición del clima

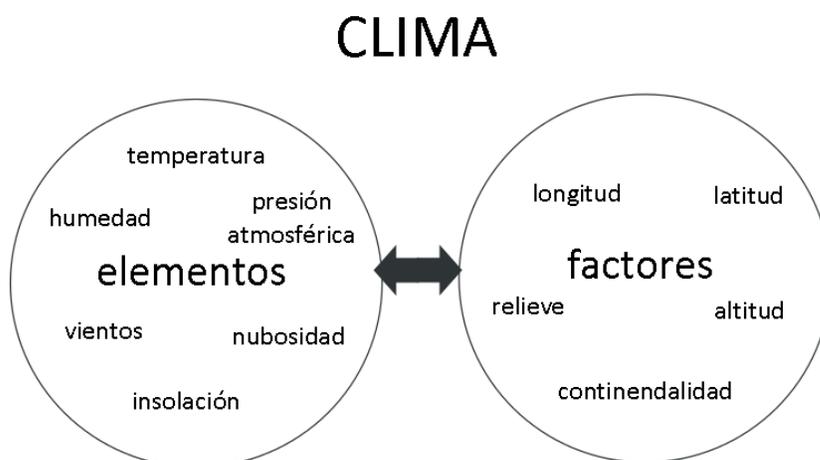
El **clima** es el conjunto de condiciones atmosféricas que caracterizan a una región por un período de tiempo prolongado. La caracterización de un clima, se realiza mediante la recopilación y organización metódica de los datos atmosféricos de varias décadas.

La República Mexicana presenta un gran variedad de climas: secos en el norte; cálido húmedos y subhúmedos en el sur y sureste; así como climas fríos, semifríos y templados en las regiones altas.<sup>1</sup> Para su estudio, se le ha agrupado en grupos y subgrupos de climas, que abarcan grandes regiones.

El clima de una región es definido por una serie de elementos y factores. Los principales **elementos del clima**, son, entre otros: temperatura; precipitación y humedad; dirección y fuerza del viento, presión atmosférica, nubosidad e insolación. Las características geográficas o factores del clima, son: latitud, longitud, altitud, relieve, distribución de tierras y aguas, continentalidad.

El **tiempo** es el objeto de estudio de la meteorología y puede ser considerado como el "estado específico de los diversos elementos atmosféricos en un momento determinado<sup>2</sup>".

Figura 1: Factores y elementos del clima



<sup>1</sup>INEGI. *Climatología* [Sitio del INEGI en Internet] INEGI, México, <<http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/reccnat/clima/default.aspx>>. [Consulta: 2012].

<sup>2</sup> INEGI, *Guía para la interpretación de cartografía climatológica* [documento en línea], Aguascalientes, 2005, <[www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)>. [Consulta: 2012].



### Actividad 1: Cuestionario - Clima y tiempo

1. ¿Conoces cuál es la temperatura promedio de tu ciudad?
2. ¿Sabías cuál es la diferencia entre clima y tiempo?
3. Recuerda algún pronóstico meteorológico que hayas escuchado en la radio ¿de qué elementos del clima hablaba?

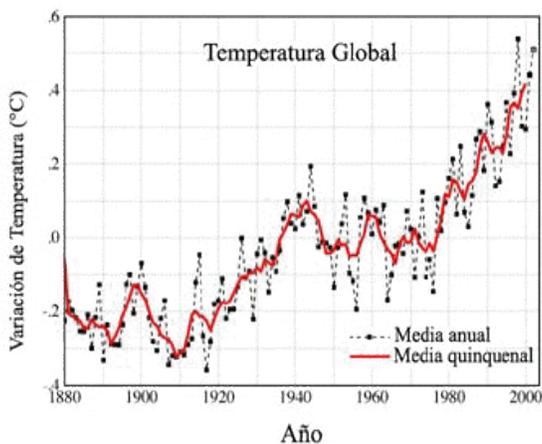
## 1.2 Elementos del clima

El clima es resultado de la combinación de los efectos de factores geográficos y elementos ambientales que actúan conjuntamente.

Para identificar las características de un clima podemos considerar como esenciales un reducido grupo de elementos: la temperatura, la humedad y la presión del aire. Los datos obtenidos de las mediciones de estos elementos, ayudan a identificar tanto el tiempo meteorológico de un momento concreto como a delimitar el clima de una zona de la Tierra.

### 1.2.1 Temperatura

**Figura 2: Aumento de la temperatura global**



Fuente: <<http://cambioclimaticoglobal.com>>

Las variaciones en la temperatura se deben a los intercambios de calor entre la energía radiante procedente del sol y la energía que irradia la tierra, la proximidad al mar o a cuerpos de agua, la latitud y la altitud; también están relacionadas con la presión

La temperatura, es la medida de la energía térmica (calor) de una sustancia determinada. El concepto se deriva de la necesidad de medir el grado de calor o frío relativo en un cuerpo o sistema.

En meteorología, al hablar temperatura o temperatura ambiente, nos referimos a la cantidad de calor que se encuentra en las partículas de agua suspendidas en el aire.

Centígrados a Kelvin	$K = ^\circ C + 273.15$
Kelvin a Centígrados	$^\circ C = K - 273.15$
Centígrados a Fahrenheit	$^\circ C = (^\circ F - 32) / 1.8$
Fahrenheit a Centígrados	$^\circ F = 32 + (1.8 \times ^\circ C)$

atmosférica, las zonas más cálidas tienden a tener menor presión y las frías una mayor.

El instrumento que se utiliza para medir la temperatura se llama termómetro y las escalas más comunes para dimensionarla son la Kelvin (K), la Centígrada (°C) y la Fahrenheit (°F).

La escala Kelvin es la más utilizada a nivel internacional, y se refiere a magnitudes de temperatura absolutas, por lo que no se usa la denominación de *grados*; es decir, 23 K no son *veintitrés grados Kelvin*, sino *veintitrés Kelvin*. La escala de uso común para México es la Centígrada, correspondiente al Sistema Internacional de Medidas, en esta escala se presentan las temperaturas en los datos meteorológicos. La escala Fahrenheit, pertenece al Sistema Inglés de Unidades de medida y se utiliza en Estados Unidos de América.

La conversión de grados Centígrados (o Celsius) a grados Fahrenheit se obtiene multiplicando la temperatura en Celsius por 1.8 y sumándole 32. Para convertir los grados Fahrenheit a Celsius, se restan 32, y se dividen entre 1.8.

### 1.2.2 Precipitaciones

Las precipitaciones, son las caídas de agua procedentes de las nubes hacia la tierra. Cuando el agua cae en estado líquido se le conoce como lluvia, en estado sólido y suave, se le conoce como nieve; en estado sólido y compacto se le conoce como granizo. Las precipitaciones se relacionan estrechamente con otros elementos atmosféricos, como la presión, la temperatura y la humedad.

Clase	(mm anuales)
Escasas	200-500
Normales	500-1,000
Abundantes	1,000-2,000
Muy abundantes	2,000 <

**Figura 3: El ciclo hidrológico**



Las precipitaciones son parte del ciclo del agua y varían según las estaciones del año y la región del planeta en donde se observen.

Fuente: USGS, Ciclo del agua

Las causas que influyen en la distribución de precipitaciones en el planeta son la proximidad al mar (que aumenta la humedad del aire) y las corrientes ascendentes de aire (en cordilleras) sobre las cuales las precipitaciones son más numerosas.

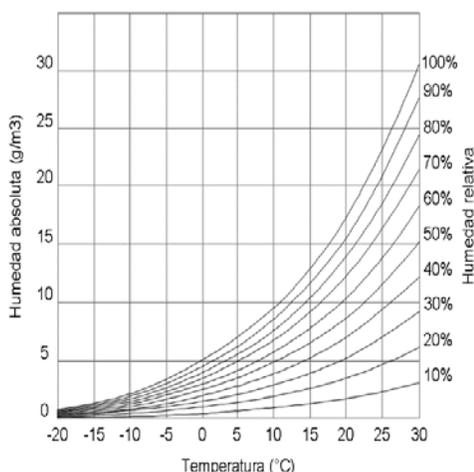
De las llluvias se mide el total anual, la frecuencia, la intensidad y duración de las mismas. El total anual se mide en “milímetros al año” y los instrumentos para su medición son el pluviómetro y el pluviógrafo.

La precipitación pluvial se mide en milímetros de agua, o litros caídos por unidad de superficie ( $m^2$ ), es decir, la altura de la lámina de agua recogida en una superficie plana es medida en mm o  $l/m^2$ . Nótese que 1 milímetro de agua de lluvia equivale a  $1 L/m^2$ . O sea, el agua que se acumularía en una superficie horizontal e impermeable durante el tiempo que dure la precipitación o sólo en una parte del periodo de la misma.

Clase	(mm/h)
Débil	<2
Moderada	2 - 15
Fuerte	15 - 30
Muy fuerte	30 - 60
Torrencial	> 60

### 1.2.3 Humedad

Figura 4: Humedad del aire



La humedad absoluta y la específica aumentan paralelamente a la temperatura, mientras que la variación de la humedad relativa es inversamente proporcional a la temperatura, al menos en las capas bajas de la atmósfera, donde su valor mínimo corresponde a las horas de mayor calor, y el máximo a las madrugadas

Fuente: Elaborado para Conalep

Es el contenido de vapor de agua del aire<sup>3</sup>. Este vapor proviene de la evaporación de los grandes cuerpos de agua (mares y océanos), de masas de agua menores (ríos, lagos, arroyos); de la evapotranspiración del suelo, de las plantas y de las exhalaciones de los seres vivos.

Para su estudio, se distinguen tres tipos de humedad<sup>4</sup>:

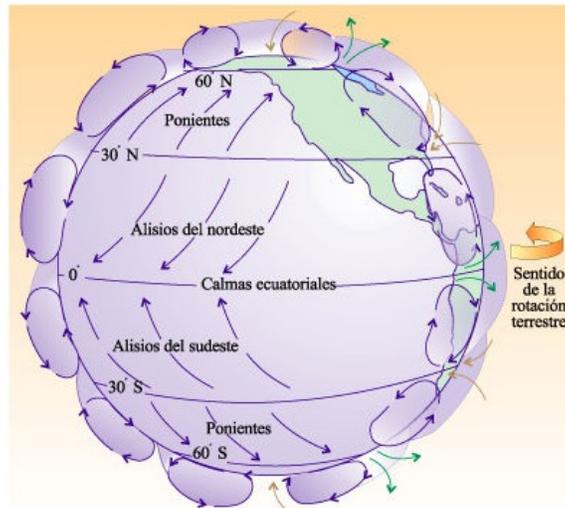
- **Absoluta.** Es la masa total de agua existente en el aire por unidades de volumen; se expresa en gramos por metro cúbico de aire ( $g/m^3$ ).
- **Específica.** Se refiere a la masa de vapor de agua en un kilogramo de aire húmedo; se expresa en gramos de agua por kilogramo de aire ( $g/kg$ ).
- **Relativa.** Es el porcentaje de vapor de agua real existente en la atmósfera y la máxima cantidad de agua que potencialmente pudiera contener la atmósfera a la misma temperatura; se expresa en porcentajes (%).

<sup>3</sup> SMN, «Glosario de términos», en *Sitio web de CONAGUA* [en línea], México, s. a., <<http://www.conagua.gob.mx>> [Consulta: 2012].

<sup>4</sup> ASTRO MÍA, op. cit. [Consulta: 2012].

Las medidas de humedad, se toman típicamente con un higrómetro, aunque esto también puede hacerse con un higrómetro o con un psicrómetro; este último considera tanto la humedad como la temperatura.

**Figura 5: Circulación global de vientos**



Fuente: Revista micro relatos;  
<<http://3.bp.blogspot.com/>>

#### 1.2.4 Viento

El viento es el aire en movimiento horizontal, con respecto a la superficie de la tierra<sup>5</sup>. En la tierra, los vientos se generan, principalmente, por las diferencias de presión y temperatura del aire que provoca efecto del sol en la superficie terrestre y las grandes masas de agua. Cuando las temperaturas de regiones adyacentes difieren, el aire más caliente tiende a ascender y a soplar sobre el aire más frío y, por tanto, más pesado<sup>6</sup>.

Los cinturones de corrientes de aire que recorren la superficie de la Tierra, determinan los patrones principales de distribución de vientos y precipitaciones<sup>7</sup>.

En la construcción, lo que nos interesa del viento es su dirección y velocidad; para medirlas se emplean veletas y anemómetros, respectivamente. La dirección se asigna conforme la rosa de los vientos y la velocidad se mide en metros sobre segundo (m/s).

Los vientos pueden clasificarse en cuatro clases principales: dominantes, estacionales, locales y, por último, ciclónicos y anticiclónicos. De estos, los que más interesan a la arquitectura son los dominantes y los locales.

<sup>5</sup> SMN, op. cit., s. a.

<sup>6</sup> ASTRO MÍA, op. cit., s. a.

<sup>7</sup> CURTIS, Helena, Sue Barnes, *Biología*, Editorial Médica Panamericana, Argentina, 2012

**Figura 6: Presión atmosférica**



Fuente: Ecured, <[www.ecured.cu](http://www.ecured.cu)>

### 1.2.5 Presión atmosférica

Se refiere a la presión que ejerce la atmósfera en un punto específico como consecuencia de la acción de la fuerza de gravedad sobre la columna de aire que se encuentra encima de este punto<sup>8</sup>.

La presión atmosférica varía constantemente, y en conjunto con otros elementos meteorológicos como la temperatura o la densidad del aire; además de ser afectada por la altitud. Cuando el aire está caliente, tiende a subir y la presión disminuye, sucede lo contrario cuando el aire se enfría, se hace más denso y aumenta la presión.

La presión suele medirse en atmósferas (atm); en el Sistema Internacional de unidades (SI), la presión se expresa en Newton por metro cuadrado;  $N/m^2$  cuadrado equivale a un pascal (Pa). La atmósfera se define como 101.325 Pa, y equivale a 760 mm de mercurio en un barómetro convencional. El instrumento con el que se mide la presión atmosférica, es el barómetro.

<sup>8</sup> SMN, op. cit., s. a.

### 1.2.6 Nubosidad

Es la proporción del cielo cubierta por nubes, suele expresarse en octas, que son “octavos de cielo cubierto”. En general, el número de días despejados aumenta de sur a norte, y de este a oeste<sup>9</sup>; también hay más días despejados en invierno y suelen ser menos en el verano.

La nubosidad puede registrarse con un heliógrafo y con cámaras u observación directa.

Durante la observación, el cielo se fracciona en octas (u octavos) y se divide entre la parte cubierta y la libre de nubes. Con el heliógrafo podemos saber los períodos de tiempo en los que el cielo ha estado cubierto, con las cámaras y la observación conocemos el tipo de nubes y la porción del cielo que está descubierta.



*Fuente: Educaplus, <www.educaplus.org>*

Las nubes son el resultado de la condensación del agua que flota en la atmósfera, se distinguen cuatro grupos principales de ellas: altas, medias, bajas y de desarrollo vertical.

Conocer la nubosidad –junto con la insolación–, nos sirve para saber si podemos aprovechar estrategias de calentamiento directo o algunas ecotecnologías que dependen directamente de la luz solar, también para identificar el potencial de iluminación natural de la región.

### 1.2.7 Insolación

La insolación, es la cantidad total de radiación solar (directa y reflejada) que se recibe en un punto determinado del planeta sobre una superficie de 1 m<sup>2</sup>, para un determinado ángulo de inclinación entre la superficie colector y la horizontal del lugar<sup>10</sup>.

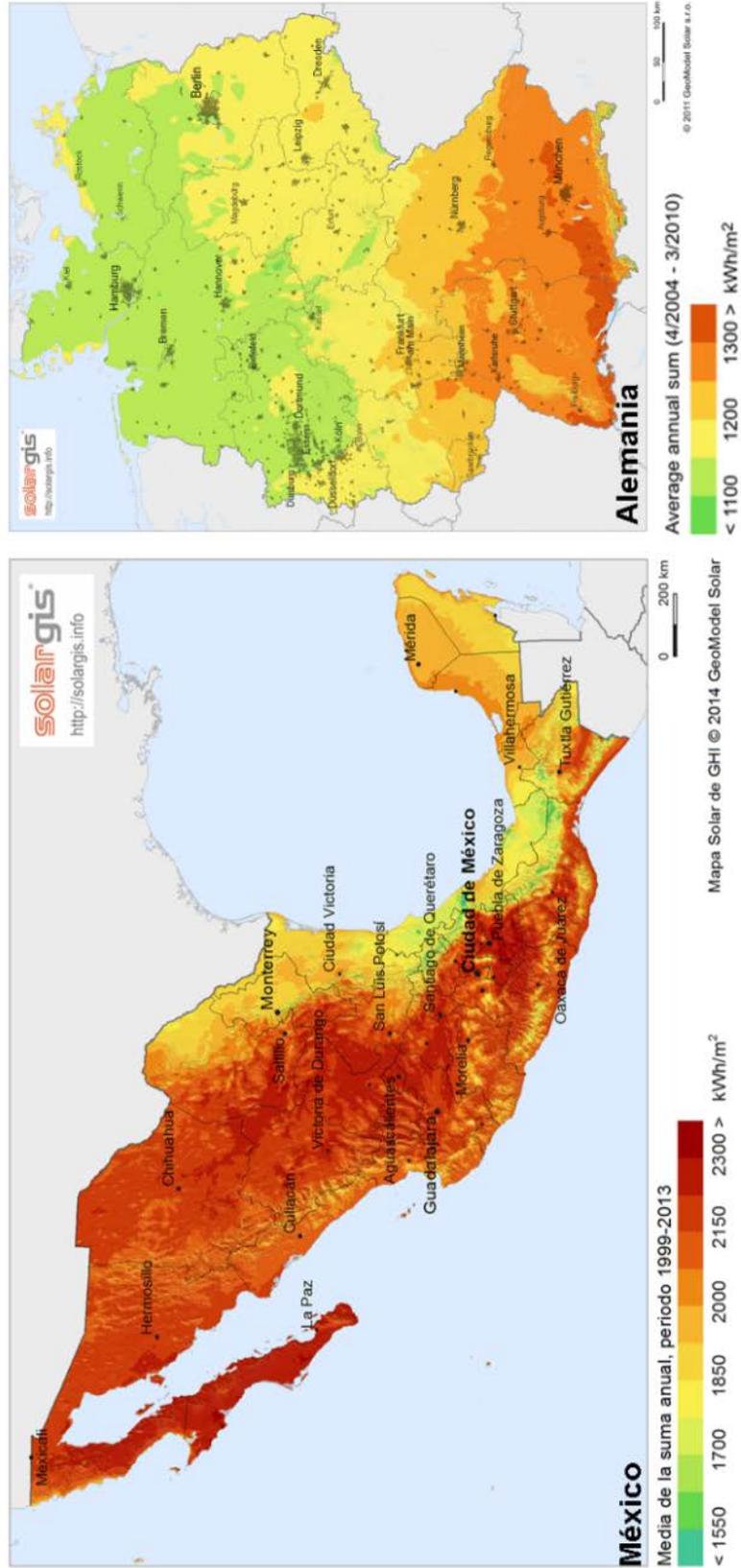
El ángulo con el que inciden los rayos del sol sobre una superficie, determina la cantidad de energía que esta recibe. Si los rayos no llegan de forma perpendicular a la superficie, la cantidad de energía que ese cuerpo reciba, será menor<sup>11</sup>. Es por ello que en una edificación, las azoteas planas reciben mayor cantidad de energía que los muros, por ejemplo.

<sup>9</sup> EDUCAPLUS, «Nubosidad», en *Climatic*, [en línea] España, 2009, <www.educaplus.org>. [Consulta:2012]

<sup>10</sup> GASQUET, Héctor, *Conversión de la Luz Solar en Energía Eléctrica*, [en línea], México, ENALMEX, 2012, <www.enalmex.com>. [Consulta:2012]

<sup>11</sup> MAZRIA, Edward, *El libro de la energía solar pasiva*, México, Gili, 1989.

Figura 8: Irradiación Global Horizontal en México y Alemania

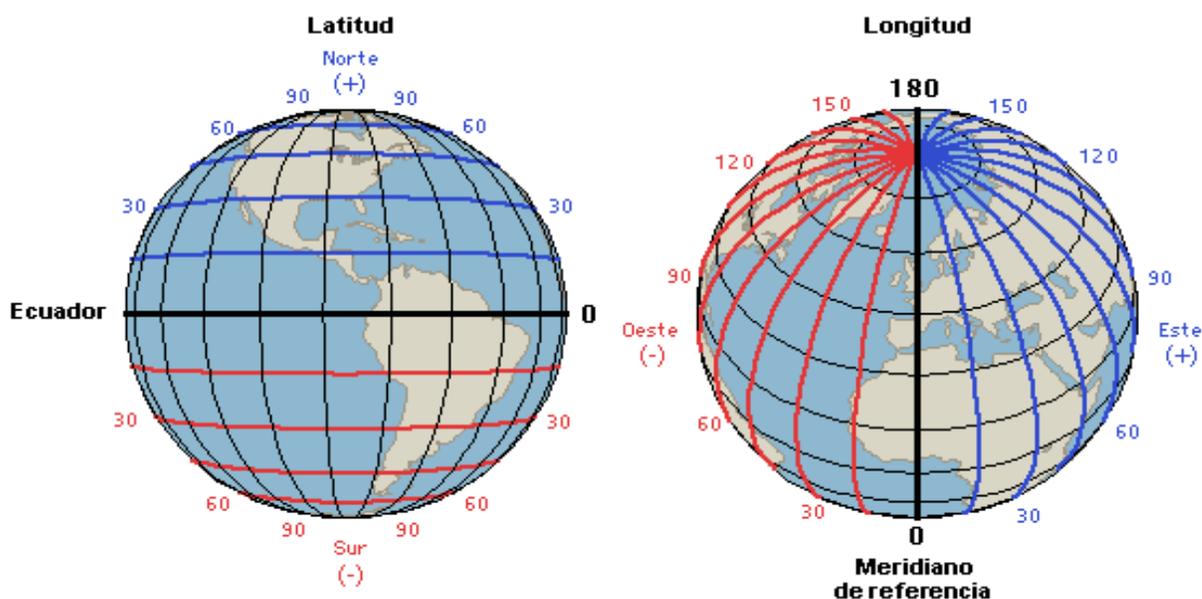


Fuente: Elaborado para Conalep con mapas de Solar GIS <<http://www.solargis.info/>>

### 1.3 Factores del clima

En la distribución de las zonas climáticas de la Tierra intervienen lo que se ha denominado factores climáticos: latitud, altitud y localización de un lugar (longitud); también influyen el relieve y la continentalidad. La conjugación de todos estos factores, tendrá una influencia contundente en el comportamiento de los elementos del clima<sup>12</sup>.

Figura 9: Latitud y longitud



Fuente: IEP Bachillerato, <<http://iepbachillerato.files.wordpress.com>>

#### 1.3.1 Latitud

Corresponde a la distancia —expresada en grados, minutos o segundos— entre cualquier punto de la tierra y el ecuador. Ella puede ser norte (N) o sur (S), dependiendo de su posición con respecto al ecuador. A menor latitud las temperaturas medias son más altas, a medida que nos alejamos del ecuador las temperaturas y precipitaciones promedio disminuyen.

#### 1.3.2 Longitud

La longitud mide el ángulo a lo largo del ecuador desde cualquier punto de la Tierra. Las líneas de longitud son círculos máximos que pasan por los polos y se llaman meridianos. Todos los puntos ubicados sobre el mismo meridiano tienen la misma longitud. Aquellos que se encuentran al este del Meridiano Cero reciben la

<sup>12</sup> Estas definiciones se elaboraron con base en la información obtenida de los glosarios [en línea] de INE, INEGI, SEMARNAT, Educaplus y Astro Mía. [Consulta:2012]



## 1.4 Clasificaciones climáticas

Se conoce como **clasificación climática**<sup>14</sup> a la forma metodológica de clasificar los climas, con base en las diferencias y similitudes de los **elementos meteorológicos** y los **factores geográficos**. El uso de una u otra clasificación, depende en gran medida del tema que interese estudiar. Una de las más ampliamente reconocidas es la clasificación internacional de Köppen, que describe las grandes áreas climáticas del mundo.

### 1.4.1 Clasificación de Köppen-García

La clasificación de Köppen, fue adaptada por la Dra. Enriqueta García para ser utilizada en México, y suma a la clasificación tradicional variables como la altitud y condiciones de transición geográfica. Esta clasificación, organiza los climas según la temperatura, los niveles de aridez y el tipo de vegetación. Considera la aridez como una relación entre la precipitación y la temperatura.

La vegetación es importante para esta caracterización, porque las condiciones de vida vegetal se mantienen entre ciertos límites de temperatura y humedad; la presencia de determinadas especies, habla de rangos de precipitación y temperatura estables.

Nuestro país presenta una gran variedad de climas, al estar dividido por el trópico de Cáncer (meridiano), distingue claramente dos zonas térmicas. Además de esto, debido a las distintas elevaciones de las cadenas montañosas y de las regiones cercanas a los litorales, existen zonas con temperaturas extremas.

La clasificación original, contempla cinco grandes grupos de climas y los nombra con letras<sup>15</sup>:

- A: Climas cálidos;
- B: Climas secos;
- C: Templados húmedos;
- (D: Boreales)
- (E: Polares)

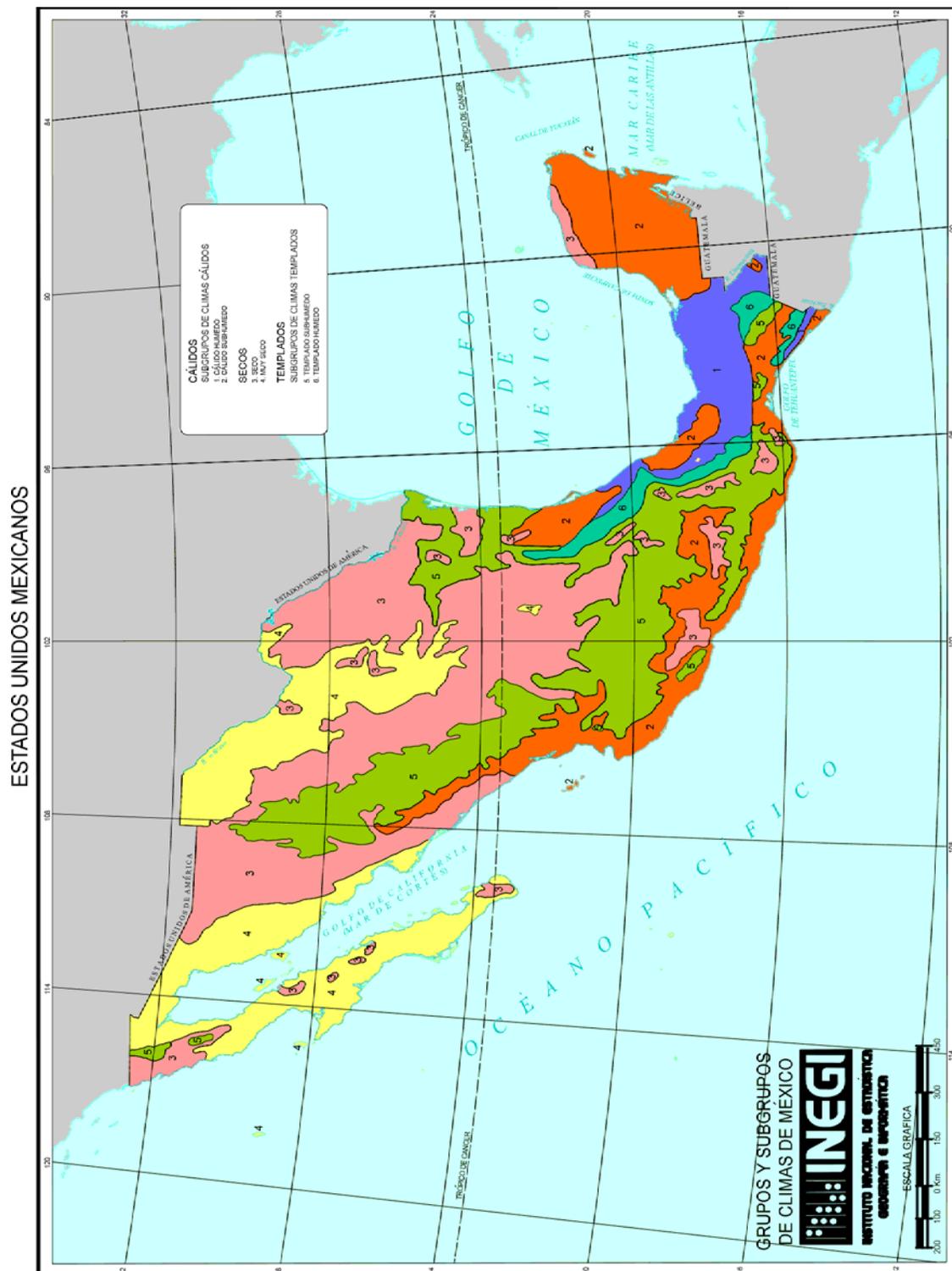
A pesar de que García hizo adaptaciones para los climas A, B, C y E, en la clasificación de INEGI, sólo se consideran los tres primeros, ya que la presencia de climas E corresponde a extensiones sumamente pequeñas, en partes altas de la sierra y zonas de hielos perpetuos, mientras que los climas D son inexistentes.

A continuación, revisaremos el mapa de INEGI, que considera las clasificaciones A, B y C de los sistemas de clasificación de Köppen y García.

<sup>14</sup> GARCÍA, Enriqueta, *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana*, México, UNAM: Instituto de Geografía, 1973.

<sup>15</sup> FUENTES FREIXANET, op. cit., 2004

Figura 11: Grupos y subgrupos climáticos, según INEGI, basado en Köppen-García



Fuente: INEGI, <<http://mapserver.inegi.gob.mx>>

**Grupo A: Cálidos**

Incluye los subgrupos cálido húmedo y cálido subhúmedo. En estos climas, la temperatura media del mes más frío es mayor a 18°C. La precipitación supera los 1,000 mm y las altitudes son inferiores a 1,000 msnm<sup>16</sup>; la vegetación en estas áreas es tropical.

Una característica importante de estos climas es que no presentan una época invernal definida. Podemos encontrarlos ampliamente distribuidos en el sur y sureste del país<sup>17</sup>.

**Grupo B: Secos**

Incluye los subgrupos Seco y Muy seco. Debido al calor, la evaporación es mayor a la precipitación promedio anual. Las lluvias son escasas, y la vegetación es xerófila, esteparia o desértica.

**Imagen 1: Monstruo de Gila, desierto de Sonora.  
Clima seco**



Fuente: Obson, <<http://obson.wordpress.com>>

**Imagen 2: Manglares de la costa oeste mexicana.  
Clima cálido**



Fuente: SEMARNAT, <<http://www.biodiversidad.gob.mx>>

Las lluvias se presentan en tres regímenes: repartidas uniformemente a lo largo del año, lluvias en verano y lluvias en invierno<sup>18</sup>, aunque –como ya se dijo antes– no son abundantes. Debido a la escasa humedad en el aire, estos climas la oscilación térmica en estos climas es alta, es decir: hay un gran diferencial entre las temperaturas máximas y mínimas a lo largo del día.

Podemos encontrar este tipo de climas en el norte del país<sup>19</sup>, y como puede verse en el mapa, son los más extensos.

<sup>16</sup> *Ibíd.*

<sup>17</sup> INEGI, *op. cit.*, s. a.

<sup>18</sup> FUENTES FREIXANET, *op. cit.*, 2004

<sup>19</sup> INEGI, *op. cit.*, s. a.

### Grupo C: Templados

Incluye los subgrupos Templado subhúmedo y Templado húmedo. La temperatura media del mes más frío es inferior a los 18°C, pero superior a -3°C; al menos uno de los meses presenta una temperatura media mayor a 10°C. Es posible diferenciar el invierno y el verano; en ellos predominan las plantas mesotérmicas, o sea, que viven mejor entre los 12 y los 15°C.

Estos climas se encuentran repartidos en el altiplano central. En ellos se localiza la mayoría de las ciudades más densamente pobladas de México<sup>20</sup>.

**Imagen 3: Lago de Xochimilco, Ciudad de México.  
Clima templado**

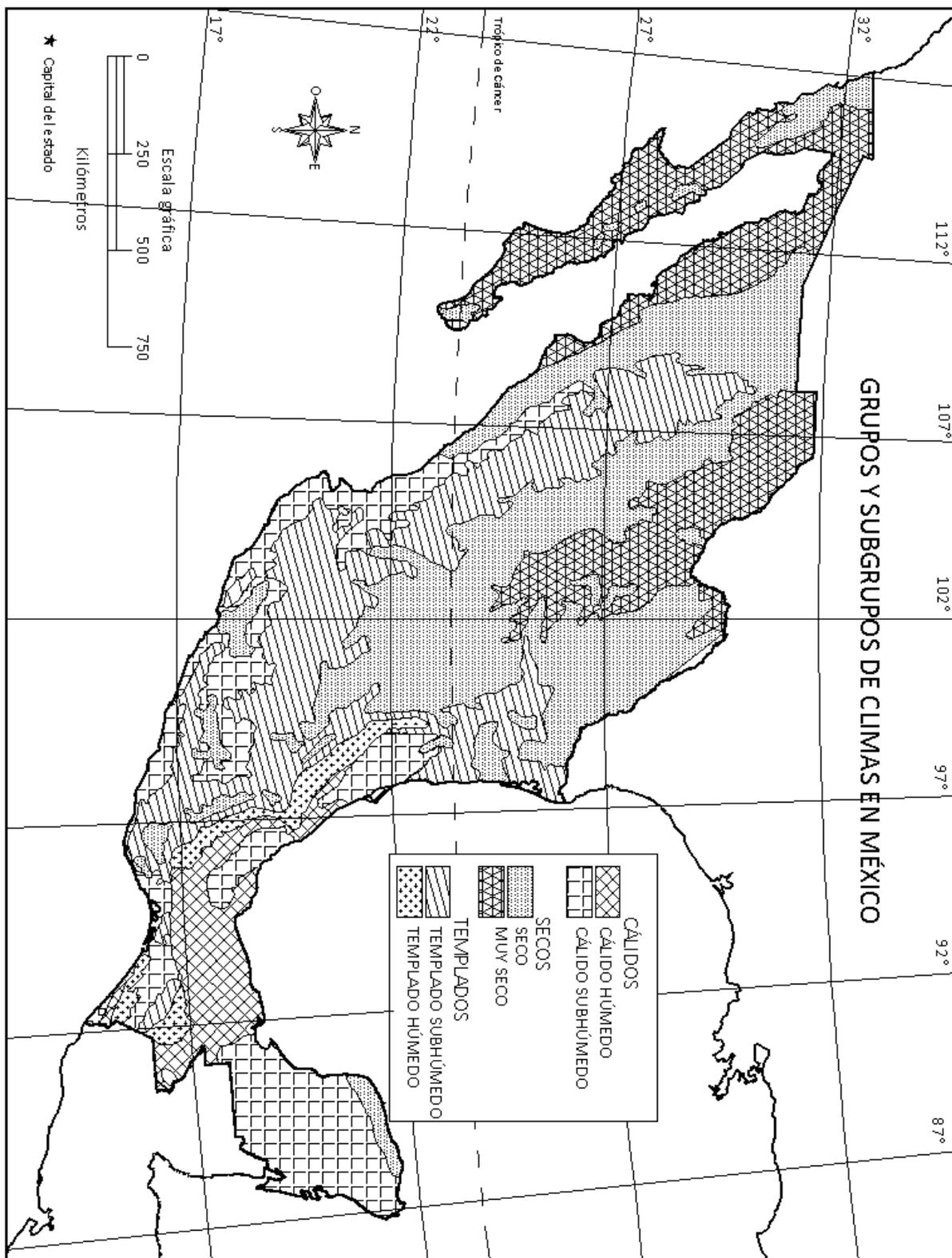


Fuente: *Hernán García@*,  
<<https://www.flickr.com/photos/subzonica/6698947115/>>

- En el sur del país predominan los climas cálido-húmedos y sub-húmedos, sobre todo en las regiones costeras.
- En la zona del bajío y norte, nos encontramos con los climas secos.
- De norte a sur, sobre todo en el área de las sierras y en la zona centro del país, nos encontramos con los climas templados.

<sup>20</sup> RAMÍREZ RIVERA, Tania. *Confort térmico en las envolventes de edificios habitacionales*, Tesis de Maestría, UAM, México, s. a.

Figura 12: Mapa de grupos y subgrupos climáticos.



Fuente: Elaborado para CONALEP con datos de INEGI, <<http://mapserver.inegi.gob.mx>>

## 1.5 Bioclima

La Bioclimatología es una ciencia ecológica que estudia la reciprocidad entre el clima y la distribución de los seres vivos en la Tierra.<sup>21</sup>

Bioclima, es cada uno de los tipos de clima que se distinguen, atendiendo al complejo de factores climáticos que afectan al desarrollo de los seres vivos. Es decir, la parte del clima que se relaciona directamente con la vida de plantas y animales.

### 1.5.1 Agrupación bioclimática de ciudades <sup>22</sup>

La información que se presenta a continuación te ayudará a identificar a qué bioclima corresponde cualquier ciudad del país de la que tengas datos de temperatura y precipitación pluvial (lluvias), aunque no esté en la lista de CONAFOVI (ahora CONAVI).

Figura 13: Matriz para la agrupación bioclimática de ciudades

+26°C	<b>Cálido seco</b>	<b>Cálido</b>	<b>Cálido húmedo</b>
	Se requiere enfriamiento y humidificación	Se requiere enfriamiento	Se requiere enfriamiento y deshumidificación
	<b>Templado seco</b>	<b>Templado</b>	<b>Templado húmedo</b>
	Se requiere humidificación	Se encuentran en confort térmico e hídrico	Se requiere deshumidificación
-21°C	<b>Semifrío seco</b>	<b>Semifrío</b>	<b>Semifrío húmedo</b>
	Se requiere calentamiento y humidificación	Se requiere calentamiento	Se requiere calentamiento y deshumidificación
	- 650mm		+1000 mm

Fuente: Elaborado para Conalep, con datos de Víctor Fuentes y Aníbal Figueroa (UAM)

<sup>21</sup> RIVAS-MARTÍNEZ, Salvador. *Clasificación Bioclimática de la Tierra*, UCM, Madrid, 2004.

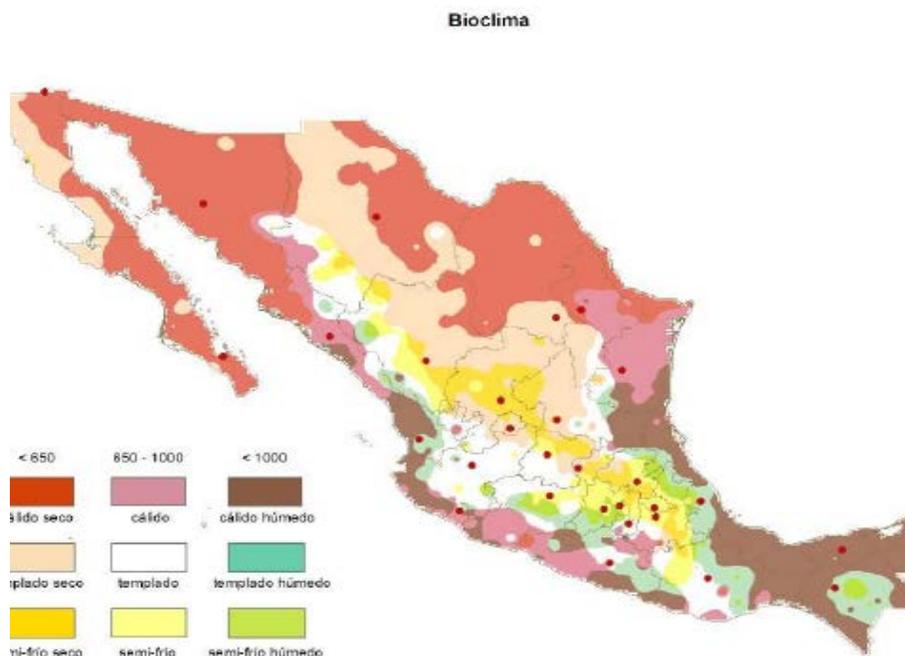
<sup>22</sup> FUENTES FREIXANET, Víctor Armando, *op. cit.*, 2004.

La agrupación bioclimática de las ciudades que ves en la Figura 13, fue realizada por Víctor Fuentes y Aníbal Figueroa (investigadores de la UAM Azcapotzalco) en 1990, con el objetivo de agrupar las localidades de acuerdo con sus requerimientos de confort; no sustituye a la clasificación climática de Köppen-García, sino que sirve como referencia rápida.

Para ubicar una ciudad en esta matriz se requiere: temperatura media del mes más caluroso del año y precipitación pluvial total anual de la localidad. Los criterios son los siguientes:

Tabla 4: Temperatura para agrupación bioclimática de ciudades	
T. media del mes más caluroso del año	Agrupación
Menor a 21°C	Requiere calentamiento
Entre 21 – 26°C	Está en confort
Mayor a 26°C	Requiere enfriamiento

**Figura 14: Mapa de agrupación bioclimática de Víctor Fuentes y Aníbal Figueroa**



Fuente: Víctor Fuentes y Aníbal Figueroa

Tabla 5: Precipitación pluvial para agrupación bioclimática de ciudades	
Total anual	Agrupación
Menor a 650 mm/año	Requiere humidificar
Entre 650 y 1,000 mm/año	Está en confort
Mayor a 1,000 mm/año	Requiere deshumidificar

Los bioclimas de esta matriz, son los mismos a los que se refiere la Guía de uso eficiente de la energía en la vivienda de CONAFOVI, por lo que las estrategias que propone te serán de total utilidad. Es importante que revises ese material para aprovechar al máximo este capítulo y que tengas mucho más claro cómo se consigue un diseño energéticamente eficiente, tomando en cuenta el clima como eje de diseño.



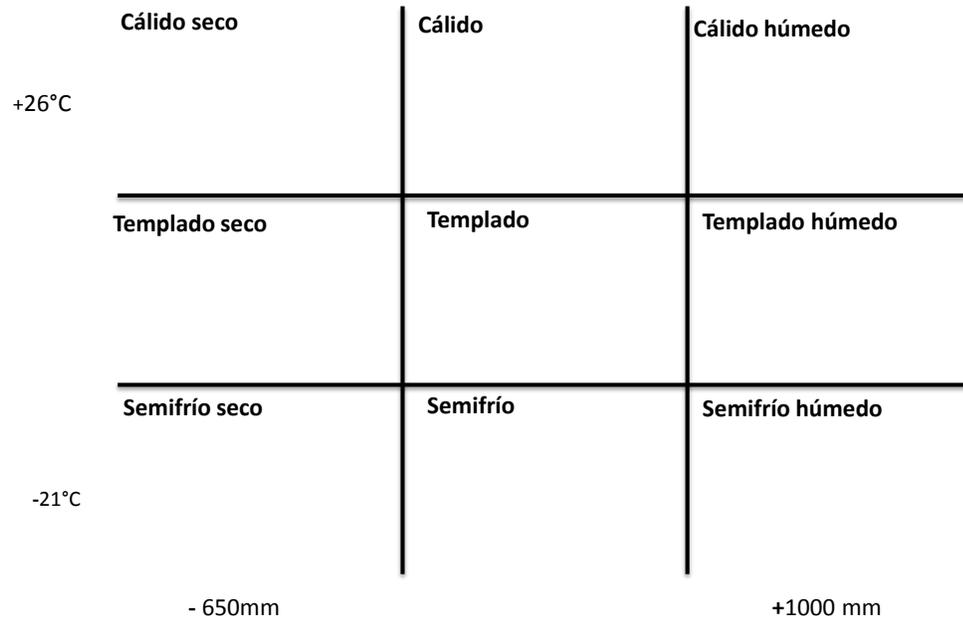
### Actividad 2: Matriz de agrupación bioclimática de ciudades mexicanas

Esta actividad, conviene realizarla en grupo y con ayuda del profesor. Con la matriz de la figura 13, los datos que se te presentan a continuación y con la *Guía de uso eficiente de la energía en la vivienda* (disponible en la Biblioteca Digital), identifica el bioclima al que pertenecen las siguientes ciudades y llena la matriz con sus nombres y estrategias básicas.

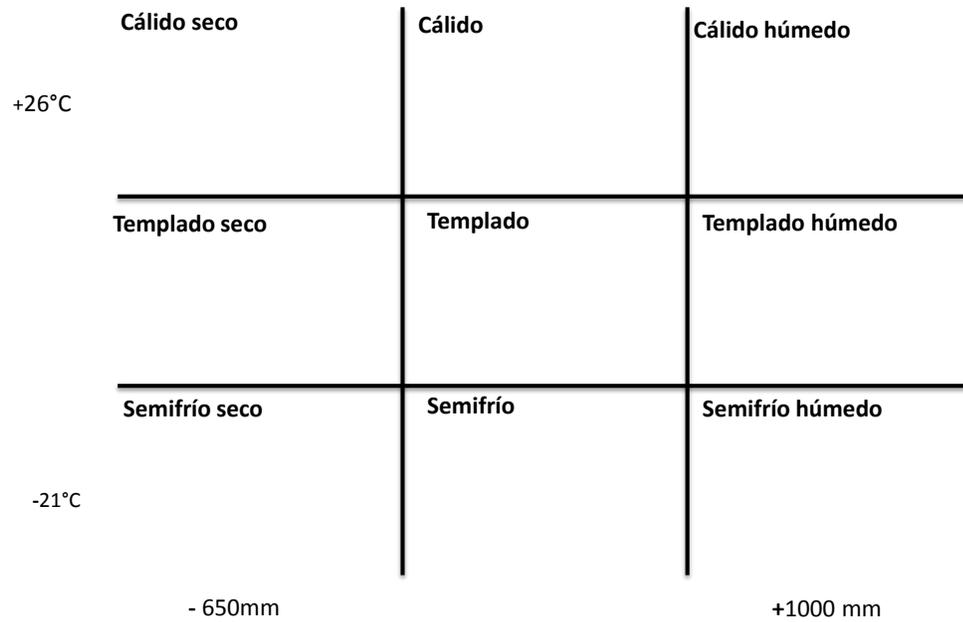
Ciudad	Nombre y temperatura media del mes más cálido (°C)	Precipitación total anual (mm)
Aguascalientes	22.5 junio	530.5
Puebla	19.8 mayo	969.1
Guadalajara	24.5 mayo	1002.4
Hermosillo	32.2 julio	305.3
Cancún	29.7 agosto	1,300.2
Ciudad de México	18.9 mayo	639.1
Monterrey	28.6 julio	590.8
Oaxaca	24.2 mayo	750.7
Tijuana	22.8 agosto	230.9
Xalapa	21.9 mayo	1,435.8
Chihuahua	26.8 junio	371.8
Ciudad Juárez	29 julio	142.9
Querétaro	22.8 mayo	525.7
San Luis Potosí	21.3 mayo	360.2
Toluca	16 mayo	747.5
León	23.2 mayo	662.5

**Agrupación bioclimática de ciudades (continuación)**

Anota aquí los nombres de las ciudades



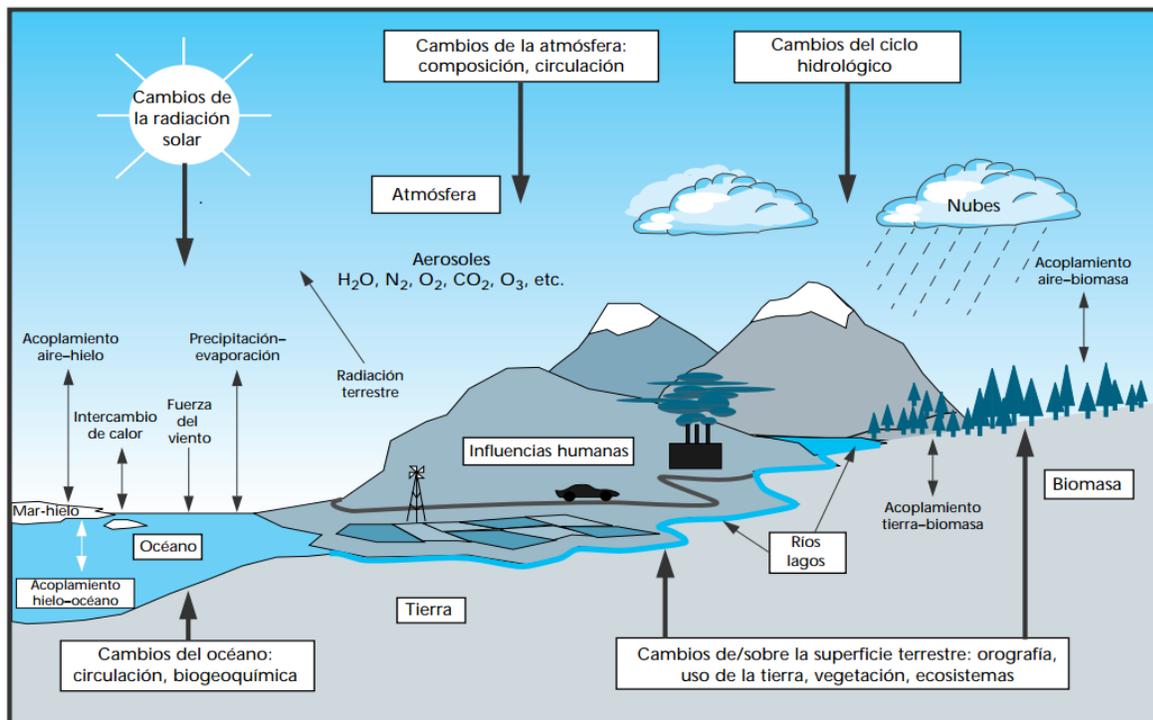
Anota aquí las estrategias para cada clima. Búscalas en la “Guía de uso eficiente de la energía en la vivienda” de CONAFOVI



## 2 Cambio climático

En este capítulo se presenta una breve definición de cambio climático, tema que se tratará con mayor profundidad más adelante. Como parte de esta introducción al tema, se explica lo que es el sistema climático global y el concepto de medio ambiente. Para comprender la relación de la actividad humana con el calentamiento global, se verá que es el efecto invernadero y los gases que están involucrados en este fenómeno.

**Figura 15: Sistema climático global**



**Figura 1.** Visión esquemática de los componentes del sistema climático mundial que revisten importancia para los cambios climáticos a escala temporal de siglo (negrita), sus procesos e interacciones (flecha fina) y algunos elementos que pueden cambiar (flecha negra). Copiada del SIE GTI (Figura 1.1).

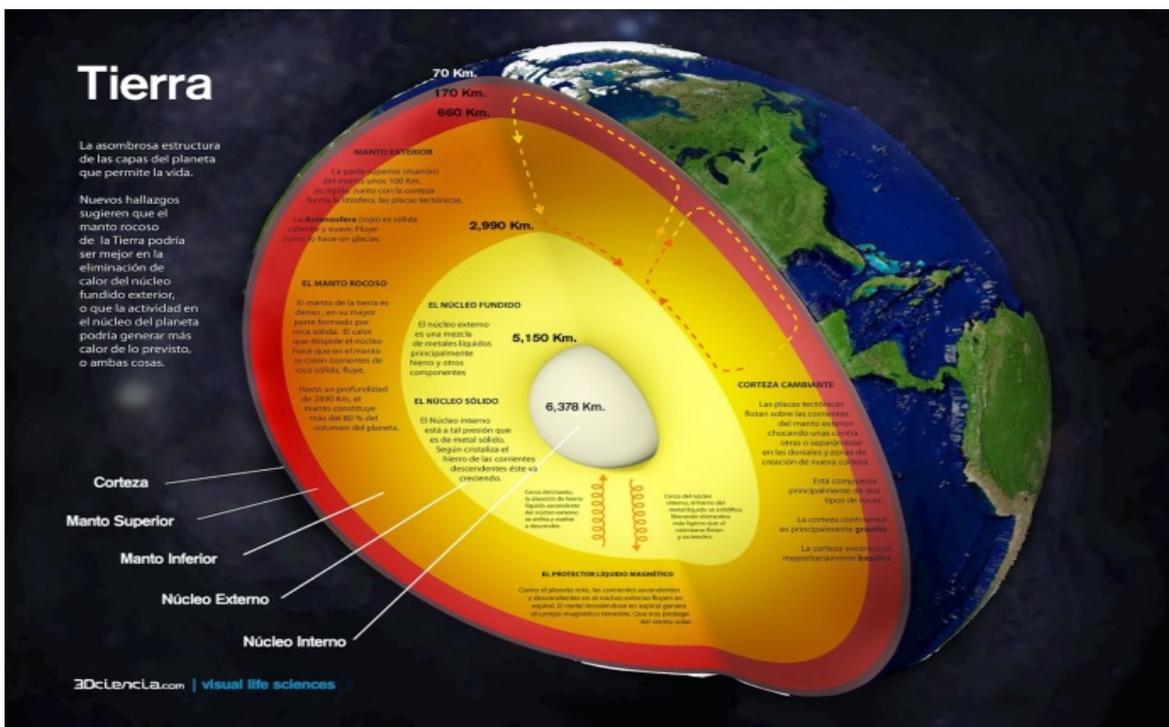
Fuente: IPCC (Panel Intergubernamental sobre Cambio Climático)

El término **cambio climático** se refiere al cambio significativo y duradero de los patrones climáticos globales. La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, lo define como: “un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima”.

Como aprendimos anteriormente, el clima es un promedio de los efectos de la combinación de elementos y factores que interactúan en un lugar y tiempo determinados. Los cambios propios de la dinámica del sistema se conocen como **variabilidad climática** y por si mismos no cambian la característica principal del clima. Se habla de **cambio climático** cuando estas variaciones son tan significativas que salen del promedio de manera considerable y persistente.

2.1.1 Sistema climático global<sup>23</sup>

Figura 16: Capas de la Tierra



Fuente: Experiencia Discovery – Viaje al centro de la tierra, <www.3Dciencia.com>

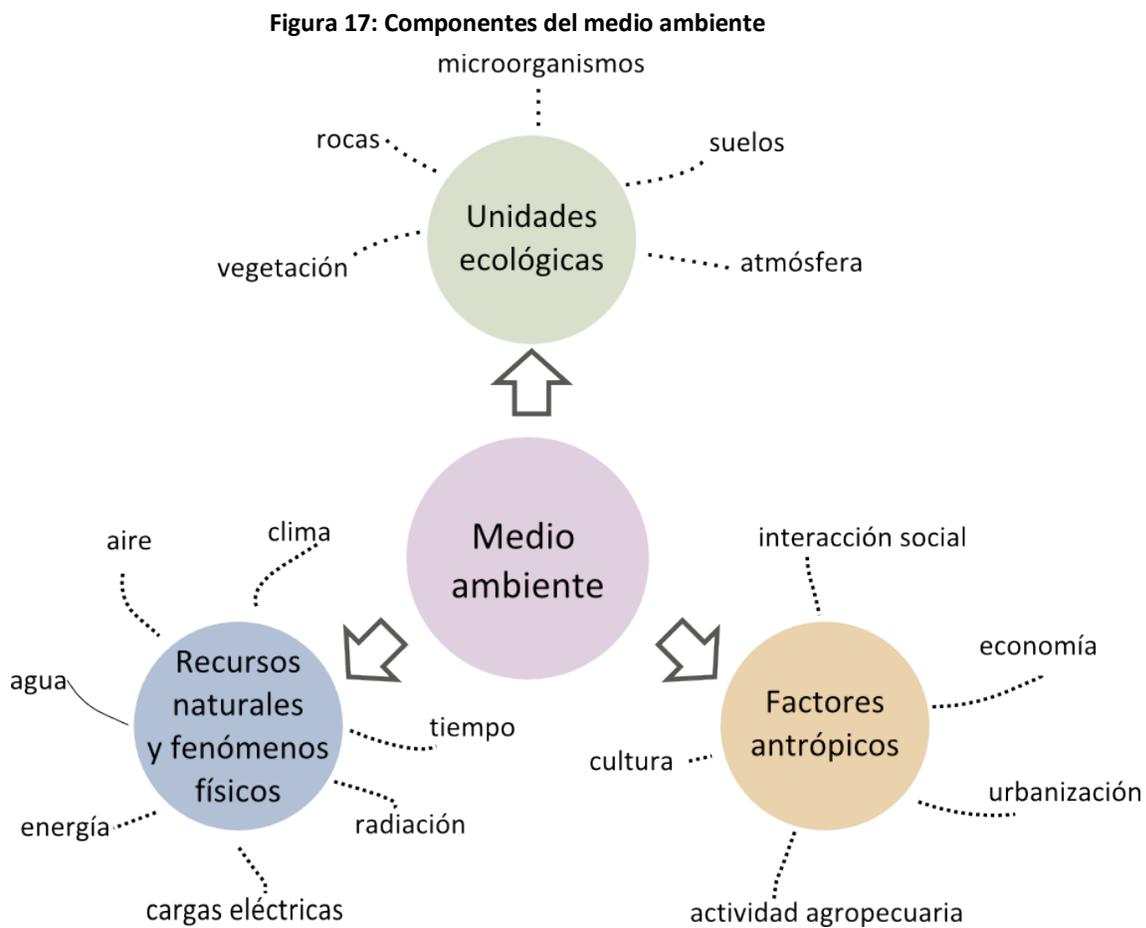
Se denomina sistema climático global al resultado de la interacción, flujos y ciclos de energía/materia que tienen lugar entre la atmósfera, hidrósfera, criósfera, biósfera y geósfera.

Los componentes del **sistema climático** que al verse alterados nos indican un cambio climático son: la atmósfera, el ciclo hidrológico, los patrones de radiación solar, las aguas marinas, la distribución de la biomasa, la orografía y los ecosistemas. Estos cambios y alteraciones en el clima, pueden ser una combinación de factores naturales y antrópicos.

<sup>23</sup> Basado en: EREÑO, Carlos. «Unidad 1» en *Seminario de Cambio Climático*, UBA, Argentina. [En línea], <<http://www.filo.uba.ar/contenidos/carreras/geografia/catedras/cambioclimatico/sitio/sitio/index.htm>>, [Consulta: 2014].

## 2.1.2 Medio ambiente

El medio ambiente es aquel que involucra las interacciones entre todos los elementos vivos e inertes presentes naturalmente en el planeta Tierra o en una región del mismo<sup>24</sup>. Se relaciona con conceptos como ecosistema, hábitat, recursos naturales y ecología. La LGEPPA<sup>25</sup>, en su artículo 3°, lo define como “el conjunto de elementos naturales y artificiales o inducidos por el hombre que hacen posible la existencia y desarrollo de los seres humanos y demás organismos vivos que interactúan en un espacio y tiempo determinados”.



Fuente: Elaborado para Conalep

<sup>24</sup> JOHNSON, D. L. et al., «Meanings of Environmental Terms», en *Journal of Environmental Quality* 26 (3): 581–589, s. l., 1997. Traducción propia.

<sup>25</sup> *Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente*

### 2.1.3 Atmósfera

La atmósfera es una capa volátil, mezcla de gases y partículas suspendidas, que protege la vida en la Tierra. Entre sus funciones se encuentra regular la temperatura, absorber parte de la radiación solar y evitar la penetración de meteoritos. Los componentes de la atmósfera son —en orden de abundancia—: nitrógeno, oxígeno, argón, dióxido de carbono, neón, hidrógeno, helio, metano, kriptón, óxido nitroso, xenón, monóxido de carbono, ozono, clorofluorocarbonos, vapor de agua y “aerosoles”.

Las capas de la atmósfera terrestre y sus características son:

**Tropósfera.** Es la más cercana a la superficie. Contiene la mayor parte de los gases y el vapor de agua. Conserva el calor.

**Estratósfera.** Se encuentra entre los 10 y 50 km de altura. Actúa como regulador de temperatura y protector de radiación.

**Mesósfera.** Tiene una altura de unos 80 km. Es la capa más fría.

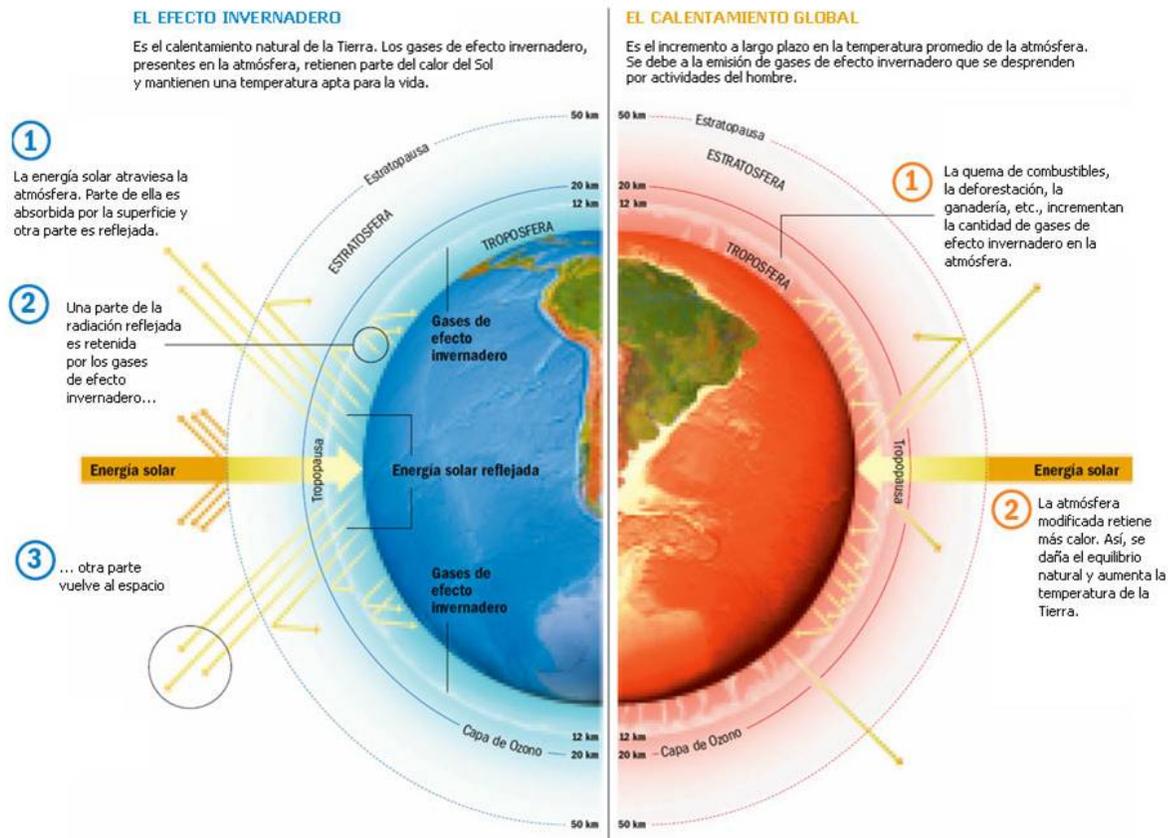
**Termósfera o Ionósfera.** Es conductora de electricidad y refleja ondas electromagnéticas. Funciona como capa protectora contra los meteoritos. Se ubica entre 90 y 400 km de altura.

**Exósfera.** Es la última capa, su composición es similar a la del espacio exterior. Está a unos 580 km de altitud.

### 2.1.4 Efecto invernadero y calentamiento global

El efecto invernadero es un fenómeno natural indispensable para mantener la superficie terrestre a una temperatura habitable. Los rayos del Sol llegan a la Tierra en forma de luz y de calor, una parte de esta energía calienta la superficie y otra es reflejada. De la energía que se refleja al exterior, una parte es retenida en la tierra por los gases que componen la atmósfera, lo que evita que todo el calor escape al espacio y asegura la permanencia de la vida tal como la conocemos.

**Figura 18: Efecto invernadero**



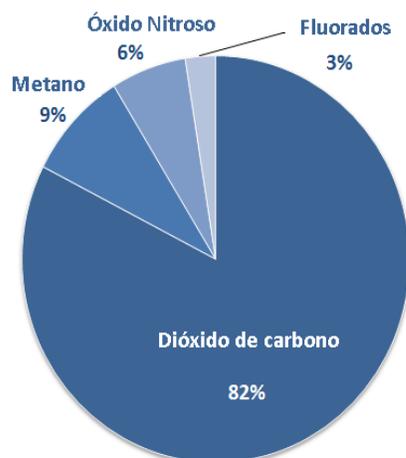
Fuente: Conciencia Eco, <<http://www.concienciaeco.com/2012/04/09/que-es-el-efecto-invernadero/>>

Los gases presentes en la atmósfera que son responsables del efecto invernadero son:

- **Vapor de agua** (H<sub>2</sub>O). Está presente naturalmente en la atmósfera, proviene principalmente de la evaporación de los grandes cuerpos de agua.
- **Dióxido de carbono** (CO<sub>2</sub>). Se libera naturalmente a la atmósfera a través de la actividad volcánica, en la respiración de los seres vivos, evaporación oceánica y la combustión de componentes de carbono. El exceso de este gas en la atmósfera es resultado de la quema de combustibles fósiles (carbón, gas, petróleo), desechos sólidos, materia orgánica y otras reacciones químicas<sup>26</sup>.

<sup>26</sup> EPA, «Overview of Greenhouse Gases», en *Climate Change*, [en línea], Estados Unidos de América, 2012 <<http://epa.gov/climatechange/ghgemissions/gases.html>>. [Consulta: 2014]. Traducción propia.

Figura 19: Emisiones de GEI para 2012



Fuente: Environmental Protection Agency (EPA)

— **Metano** ( $\text{CH}_4$ ). Es resultado natural de la putrefacción anaeróbica de la materia vegetal y la digestión animal. Tiene un Potencial de Calentamiento Global (PCG) alto, pero su concentración en la atmósfera es relativamente baja. Las emisiones de metano se incrementan como producto de la producción y transporte de carbón, gas natural y petróleo. También son resultado de la cría de ganado y otras prácticas agropecuarias, así como de la descomposición de residuos sólidos orgánicos.

— **Óxidos de nitrógeno** ( $\text{N}_2\text{O}$ ). Cuando se le encuentra naturalmente, proviene de la descomposición de abonos minerales en los suelos. Las emisiones artificiales provienen de actividades agropecuarias e industriales, fertilizantes químicos, escapes de vehículos, así como durante la quema de biomasa y residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.

— **Ozono** ( $\text{O}_3$ ). El ozono atmosférico es un depurador el aire, además filtra los rayos UV procedentes del Sol. Cuando el ozono se encuentra en la tropósfera es el principal ingrediente del smog urbano.

— **Fluorados** (HFC, PFC, CFC). Compuestos sintéticos resultantes de una amplia variedad de procesos industriales. Se emiten en pequeñas cantidades, pero sus periodos de vida son largos y son miles de veces más intensos que el  $\text{CO}_2$ .

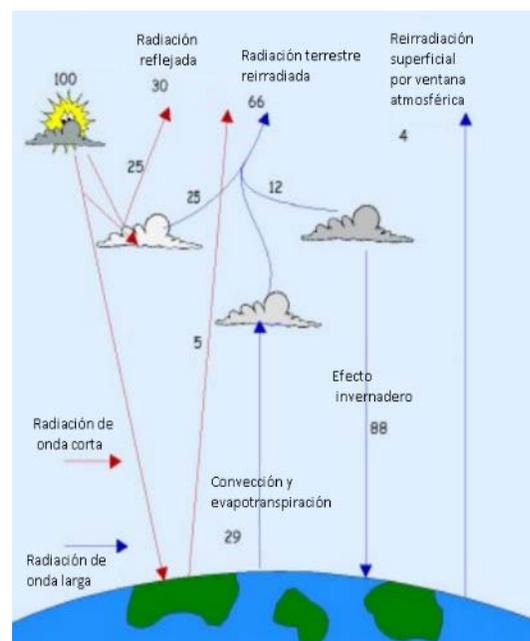
Los efectos de los GEI dependen de 3 factores principales:

**Abundancia.** Se refiere a la concentración de este gas en el aire. Entre más GEI se emiten, más altas son las concentraciones de los mismos. Los GEI se miden en partes por millón, billón o trillón<sup>27</sup>.

**Permanencia.** Cada uno de los GEI permanece diferentes periodos de tiempo en la atmósfera, en rangos que van de unos pocos años a milenios.

**Impacto en la temperatura global.** Algunos gases —como los fluorados y el metano—, son más eficientes para promover el calentamiento del planeta. Cada uno de los GEI, tiene un Potencial de Calentamiento Global PCG. Entre mayor es el PCG, más energía calorífica absorbe un gas y por lo tanto contribuye más al calentamiento global.

Figura 20: Balance de energía Tierra-Atmósfera



Fuente: Cambio climático, <[www.filo.uba.ar](http://www.filo.uba.ar)>

<sup>27</sup> Una parte por millón es equivalente a una gota de agua diluida en 50 litros de líquido.

### 2.1.5 Efectos del cambio climático

Ahora que conocemos los conceptos de clima, medio ambiente, atmósfera y efecto invernadero, es más fácil comprender los efectos potenciales que el cambio climático puede tener sobre la vida en la tierra. Como hemos aprendido, en la naturaleza todo se interrelaciona y parte de la complejidad de las relaciones entre sistemas radica en la fragilidad de los límites en los que las interacciones y la vida son posibles.

Cada organismo tiene la capacidad para mantener el equilibrio de las funciones que garanticen su desarrollo y supervivencia en condiciones ambientales muy específicas, esta propiedad se llama homeostasis e involucra todos los mecanismos de autorregulación de los seres vivos. Dentro de los límites de funcionamiento, los organismos mantienen la salud, cuando estos se sobrepasan, sobrevienen el desequilibrio (enfermedad) e incluso la muerte. Por ejemplo: el ser humano tiene una temperatura promedio de los 35 a los 36.5°C no puede sobrevivir si su temperatura corporal se mantiene mayor a los 43°C o inferior a los 30°C. La estabilidad de la temperatura ideal depende de numerosos factores, entre ellos la edad, la alimentación, los ciclos hormonales, los niveles de actividad, el arropamiento, la condición emocional, la temperatura exterior, entre otros. Además de la termorregulación hay más procesos que intervienen en la homeostasis del ser humano: la alimentación, la hidratación, la cantidad de oxígeno en el aire, la presencia de CO<sub>2</sub> en la sangre, y más; de hecho, cada uno de nuestros aparatos y sistemas tiene sus propios parámetros de funcionamiento.

Los humanos somos seres sumamente complejos y ciertamente resistentes, pero hay otras especies que sobreviven bajo límites aún más estrictos. Algunos árboles necesitan cierto número de horas de frío anuales para poder dar frutos, un ejemplo de ellos es el duraznero, que necesita entre 200 y 500 horas anuales de frío (temperaturas inferiores a los 7°C), también podemos citar a la vid, que necesita entre 500 y 1400 horas de frío, pero además no tolera bien las heladas. En cuanto a ecosistemas enteros, se sabe que si la temperatura de los ríos aumenta aunque sea un grado, se pone en peligro la supervivencia de algunas especies de algas y peces.

Descrito lo anterior, describiremos brevemente los efectos potenciales del cambio climático sobre la vida en la Tierra<sup>28</sup>:

1. **Aumento de las temperaturas, deshielo y subida del nivel del mar** En los últimos 100 años se ha registrado un aumento de la temperatura global. Recientemente la ONU declaró que 2014 había sido el año más caliente desde 1880 y la ONU declaró que 14 de los 15 años más calientes registrados habían tenido lugar en el siglo XXI<sup>29</sup>. Algunos efectos del aumento de las temperaturas son los deshielos y la subida del nivel del mar. Según el IPCC en la primera década del siglo XXI las áreas nevadas disminuyeron en un 10% con respecto a lo que se registró en la década de 1960. Se tiene conocimiento de que el 85% de los glaciares europeos están en retroceso. La pérdida de los hielos perpetuos afecta al sistema de termorregulación terrestre y a las actividades agropecuarias, turísticas y económicas locales.
2. **Sequías y fenómenos meteorológicos extremos.** El aumento de la temperatura global modifica los patrones de lluvias, los flujos de los ríos, los niveles de los lagos y el agua del subsuelo. La mayor frecuencia de sequías produce un efecto masivo de desertificación en terrenos que podían haber sido fértiles. Se prevé el aumento de aquellos que están relacionados con el calor, tales como olas de calor, sequías, inundaciones, avalanchas y huracanes.

---

<sup>28</sup> En los 5 puntos, a menos que se indique lo contrario: GRADOS, A, «Principales efectos del cambio climático» en 20 minutos [en línea], España, 15 de noviembre de 2007.

<<http://www.20minutos.es/noticia/305988/0/efectos/cambio/climatico/>>. [Consulta: 2015]

<sup>29</sup> NOTIMEX, «Fue 2014 el año más caluroso en la historia del planeta» en *Excelsior* [en línea], México, enero de 2015. <<http://www.excelsior.com.mx/global/2015/01/16/1003054>>. [Consulta: 2015].

3. **Pérdidas de recursos y migración.** Pérdida de cultivos agropecuarios debido al aumento de plagas y la pérdida de terrenos fértiles a causa de sequías, inundaciones y otros fenómenos meteorológicos (incluyendo pérdidas humanas). Pérdidas económicas relacionadas con las actividades turísticas de las zonas de alta vulnerabilidad. El deterioro de comunidades debido a la pérdida de terrenos habitables, obligará a millones de personas a buscar nuevos sitios para establecerse.
4. **Extinción de especies.** Se estima que entre el 15 y el 37% de la biodiversidad del planeta puede extinguirse, aumentando la expansión de plagas y el colapso de ecosistemas.
5. **Enfermedades.** El IPCC ha alertado del aumento en la frecuencia y extensión de las enfermedades infecciosas relacionadas con las olas de calor, tanto en seres humanos como en plantas y animales.

### 3 Deterioro e impacto ambiental

En este capítulo se hablará de la degradación de los entornos naturales y cómo se utilizan los estudios de impacto ambiental para medir los daños ocasionados directa o indirectamente por las actividades humanas. En el tercer subcapítulo veremos la relación entre el desarrollo de los grupos humanos y la devastación de los entornos naturales, más adelante estudiaremos los indicadores e índices que miden la degradación ambiental antropogénica. Para finalizar el capítulo se describe el Análisis de Ciclo de vida y se explica su utilidad para medir el impacto de los productos y servicios de principio a fin.

#### 3.1 Deterioro ambiental

Imagen 4: Deforestación



Fuente: Wikimedia Commons

El deterioro ambiental se define como “la disminución de la capacidad del medio ambiente para responder a las necesidades y objetivos sociales y ecológicos<sup>30</sup>”.

Se habla de un entorno natural deteriorado, cuando la disponibilidad, calidad de sus recursos (aire, agua, suelos, destrucción de ecosistemas y extinción de flora y fauna) y capacidad de recuperación se ven significativamente mermadas. Debido a su fragilidad, un ambiente degradado es más vulnerable ante las amenazas naturales. Las principales manifestaciones del deterioro ambiental son:

- Deterioro del suelo
  - Desertificación: erosión, salinización y sodificación.
  - Degradación física, biológica y química del suelo.
- Deterioro del agua
- Deterioro del aire
- Pérdida de la biodiversidad
- Deforestación

#### 3.2 Impacto ambiental

Un impacto ambiental es una modificación significativa al medio ambiente, esta puede ser ocasionada por medios naturales (catástrofes naturales, como terremotos, inundaciones, erupciones volcánicas) o por la acción del hombre (urbanización, explotación de recursos, contaminación).

---

<sup>30</sup> ISDR, *Terminología sobre reducción del riesgo de desastres* [en línea]. Panamá, 2009, <<http://www.unisdr.org/we/inform/terminology>>. [Consulta:2014].

Para medir y evaluar los impactos potenciales de las actividades humanas que se encuentran en etapa de planeación/proyecto, se cuenta con un instrumento llamado *Evaluación de Impacto Ambiental* (EIA).

Tras ser identificados, los impactos ambientales son evaluados para estimar su importancia o significatividad. Pueden clasificarse según su origen o atributos.

#### Según origen:

- *Aprovechamiento de recursos naturales*. Renovables y no renovables.
- *Contaminación*. Emisión de residuos, gases o efluentes.
- *Ocupación del territorio*. Las urbanizaciones o usos de suelo agropecuarios

#### Según atributos:

- *Positivo o Negativo*. ¿Cuál es su efecto en el ambiente, lo mejora o lo daña?
- *Directo o Indirecto*. ¿Es ocasionado por el proyecto o por efectos del proyecto?
- *Acumulativo*. ¿Se suma a otros impactos?
- *Sinérgico*. ¿Son varios impactos generando un efecto mayor al de la suma de sus impactos individuales?<sup>31</sup>
- *Residual*. ¿La modificación al medio seguirá siendo evidente a pesar de las medidas de mitigación?
- *Temporal o Permanente*. ¿El efecto en el medio tiene una duración definida o es permanente?
- *Reversible o Irreversible*. ¿Se puede volver a las condiciones ambientales originales?
- *Continuo o periódico*. Depende del periodo en que se manifieste. ¿Cada cuánto se manifiesta?

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), es un instrumento de política ambiental, que busca *prevenir, mitigar y restaurar los daños al ambiente así como la regulación de obras o actividades para evitar o reducir sus efectos negativos en el ambiente y en la salud humana*<sup>32</sup>.



#### Actividad 3: Actividades humanas y degradación ambiental

Construyan una línea del tiempo que relacione actividades humanas y degradación ambiental. Utilicen imágenes, textos y fechas. Describan el tamaño de las poblaciones, las fuentes de energía, los medios de producción.

<sup>31</sup> SEMARNAT, «Impacto Ambiental», en *Transparencia focalizada*, [en línea], México, 2014.

<<http://www.semarnat.gob.mx/transparencia/transparenciafocalizada/impactoambiental>>. [Consulta: 2014].

<sup>32</sup> SEMARNAT, «Definición y objetivo» en *Impacto Ambiental*, [en línea], México, 2014.

<<http://www.semarnat.gob.mx/temas/gestion-ambiental/impacto-ambiental-y-tipos/definicion-y-objetivo>>. [Consulta:2014].

### 3.3 Factores naturales y antrópicos en el deterioro del planeta Tierra

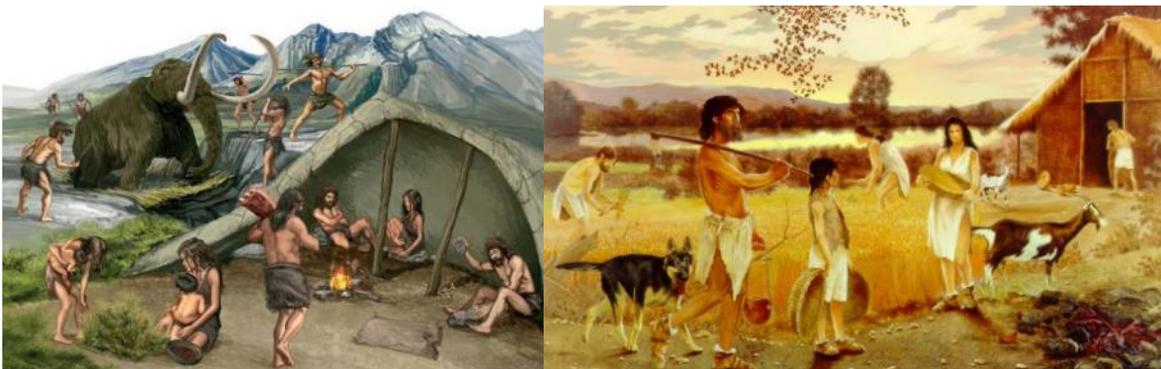
#### Contaminación ambiental

Es “la introducción de microorganismos, sustancias químicas, sustancias tóxicas, desperdicios, o aguas negras en el agua, el aire o el suelo, en tal concentración que el medio no es apto para su uso. El término se aplica también a las superficies de objetos, edificios y varios productos de usos agrícolas y caseros. En general, la presencia de una sustancia en el ambiente que, debido a su cantidad o composición química, prohíbe el funcionamiento de procesos naturales y produce efectos indeseables para la salud y el medio ambiente. Bajo la Ley de Agua Limpia, el término ha sido definido así: las alteraciones hechas o provocadas por los seres humanos a la integridad física, biológica, química y radiológica del agua y otros medios”<sup>33</sup>

#### 3.3.1 Historia de las actividades humanas y sus efectos en el medio ambiente

Basándonos en la definición de contaminación que citamos antes, podemos adivinar que los efectos negativos de las actividades humanas en el medio ambiente, son casi tan antiguos como nuestras civilizaciones. En un principio, cuando los humanos éramos tan pocos y con modos de vida nada sofisticados, la naturaleza podía absorber nuestros impactos sin dificultad. Con el paso del tiempo, nuestras pequeñas familias se transformaron en clanes, en tribus, en pueblos, hasta llegar a las grandes civilizaciones industriales de la actualidad. Si bien, la relación del ser humano con la naturaleza se modifica gradualmente y de manera continua, podemos distinguir 5 etapas principales:

#### Paleolítico



**Figura 21: Paleolítico y Neolítico**

Fuentes: <http://pachanutricion.files.wordpress.com/2011/08/vida-en-el-paleolc3adtico-2.jpg> y <http://hominizacionyrevolucionneolitica.wikispaces.com/file/view/neolitico.jpg/339797276/neolitico.jpg>

<sup>33</sup> EPA, «Contaminación» en *Glosario de términos ambientales*, Estados Unidos de América, 2012 <[http://www.epa.gov/espanol/glosario/terminos\\_c.html](http://www.epa.gov/espanol/glosario/terminos_c.html)>. [Consulta: 2014]. Traducción propia.

En esta época los grupos humanos eran sumamente pequeños, formados por familias de cazadores-recolectores nómadas, que no permanecían en un entorno el tiempo suficiente para deteriorarlo. La esperanza de vida era corta y las fuentes de energía eran la biomasa (alimentos y maderas para el fuego) y energía muscular.

### Neolítico

Surge la agricultura y con ello la vida sedentaria y los primeros asentamientos humanos. El suelo se modifica para usarlo en cultivos y crianza de ganado, con ello vienen las primeras pérdidas de suelo natural. El ser humano se vuelve hábil en la manipulación de metales. A las fuentes de energía conocidas, se suma la energía muscular del ganado.

### Edad Media



**Figura 22: Edad media y Revolución industrial**

Fuente: <<https://convistasalmundotictac.files.wordpress.com/2012/10/6-caballeros-y-personajes-de-la-edad-media-fondos.jpg>> y <<http://www.inglaterra.net/wp-content/uploads/revolucion-industrial-inglaterra.jpg>>

Los pequeños pueblos han crecido hasta formar ciudades de poblaciones considerables, los impactos de las mismas ya son de importancia. Al efecto de las actividades agropecuarias se suman los de la explotación minera. Además de las fuentes de energía antes mencionadas, se emplean la hidráulica y eólica, principalmente en molinos. La contaminación de aguas y suelos proviene principalmente de las malas condiciones de higiene, residuos biológicos y artificiales, quema de madera y carbón, subproductos de manufacturas.

### Edad Moderna

Surge la máquina de vapor, con lo que inicia la era de la revolución industrial y el trabajo mecánico. Las condiciones sanitarias mejoran, por lo que aumentan la esperanza de vida y la densidad poblacional. Las fuentes de energía más rudimentarias van cayendo en desuso contra los combustibles fósiles (carbón,

petróleo). Surgen los primeros problemas graves de contaminación ambiental: aire, suelos y aguas empiezan a verse afectados por los desechos industriales y la sobreexplotación.

### Edad Contemporánea

Gracias al desarrollo de nuevas tecnologías y los avances en sanidad, la población humana crece de manera exponencial. Surge la electricidad. Las ciudades aumentan su tamaño, con lo que el consumo energético y de recursos per cápita se eleva. El medio ambiente es sobreexplotado y se rebasa la posibilidad de autorregulación de varios sistemas naturales, teniendo como consecuencia la pérdida de biodiversidad, de suelos fértiles y de bosques. La contaminación está extendida al aire, suelo y agua, causando daños a la salud y pérdidas humanas.

**Imagen 5: Panorámica de Tokio, Japón**



Fuente: HD Wallpapers, <[http://www.hdwallpapers.in/tokyo\\_panorama\\_dual\\_monitor-wallpapers.html](http://www.hdwallpapers.in/tokyo_panorama_dual_monitor-wallpapers.html)>



#### **Actividad 4: Análisis del video “Revolución industrial”**

Video: La revolución industrial en 4 minutos

<https://www.youtube.com/watch?v=sOb59ALkGnc> y Biblioteca Digital

Ver video, comentar en clase y anotar las conclusiones de la discusión. ¿Cuáles son los efectos de la revolución industrial en el medio ambiente?

### 3.3.2 Fenómenos y desastres naturales

**Imagen 6: Terremoto de 1972 en Managua, Nicaragua**



Fuente: La estrella de Nicaragua

La naturaleza está cambiando constantemente, algunos de estos cambios son frecuentes y otros ocurren sin patrones aparentes y de manera impredecible. A las manifestaciones perceptibles de estos cambios en la naturaleza, se les conoce como **fenómenos naturales**. No están asociados a un desastre necesariamente, son simplemente algo que ocurre en la naturaleza y produce un cambio. Por ejemplo, tanto el rocío matutino como una avalancha son fenómenos naturales.

Algunos de estos fenómenos, tienen un potencial destructivo y se les conoce como **fenómenos naturales extremos**, o **amenazas naturales**. Según la ISDR<sup>34</sup> una amenaza natural es: *“Un proceso o fenómeno natural que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales<sup>35</sup>”*.

Una amenaza natural se convierte en un **desastre natural** cuando al ocurrir, el fenómeno produce un impacto negativo significativo en una comunidad e impide su funcionamiento normal. Este impacto *“puede incluir muertes, lesiones, enfermedades y otros efectos negativos en el bienestar físico, mental y social humano, conjuntamente con daños a la propiedad, la destrucción de bienes, la pérdida de servicios, trastornos sociales y económicos y la degradación ambiental<sup>36</sup>”*.

**Imagen 7: Huracán Dennis, 2005. Keywest, Florida**



Fuente: Pixabay ©

<sup>34</sup> Estrategia internacional de Prevención de Desastres, ISDR por sus siglas en inglés.

<sup>35</sup> Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. ISDR, Panamá 2009, documento pdf en línea Marcel Toruno, <https://www.flickr.com/photos/41863639@N04/4496786363/>, licencia creative commons

<sup>36</sup> Misma fuente.

**Imagen 8: Inundación en Minatitlán, Veracruz, 2005**



Fuente: Wikimedia Commons

Un fenómeno natural por sí mismo no es un desastre, pues este implica que se afecte la vida humana. Para que una comunidad sea afectada por uno de estos fenómenos, debe encontrarse en situación de **vulnerabilidad** o **riesgo**. La gravedad de un desastre natural, está determinada por la cantidad de vidas que afecta y la dificultad para devolver a la comunidad a la normalidad; también a la capacidad de la misma para reponerse de los daños.

Es importante mencionar que los desastres no siempre tienen origen en los fenómenos naturales, también hay desastres originados por la actividad humana (desastres antropogénicos) algunos ejemplos son guerras, contaminación ambiental, hambrunas, accidentes nucleares, accidentes industriales, entre otros.

**Tabla 6: Fenómenos naturales extremos<sup>37</sup>**

Generados en el interior de la tierra	Generados por procesos en la superficie de la tierra	Generados por fenómenos meteorológicos e hidrológicos	Generados por fenómenos biológicos	Generados por fenómenos espaciales
Terremotos	Deslizamientos	Inundaciones	Plagas	Tormentas solares
Maremotos	Derrumbes	Sequías	Epidemias	Impactos de asteroides
Erupciones volcánicas	Aludes	Heladas	Pandemias	
	Aluviones	Tormentas		
	Deslaves	Granizadas		
		Tornados		
		Huracanes		

<sup>37</sup> Elaboración propia con información de: WIKIPEDIA, «Fenómeno Natural», [en línea], s.l., s.a., <[http://es.wikipedia.org/wiki/Fen%C3%B3meno\\_natural](http://es.wikipedia.org/wiki/Fen%C3%B3meno_natural)>. [Consulta: 2014].

### 3.3.3 Desastres ambientales

Un desastre o emergencia ambiental, es “una amenaza [...]a la salud pública o al bienestar del medio ambiente, debido a la liberación (actual o potencial) de **petróleo, materiales radioactivos, o sustancias químicas peligrosas** en el aire, la tierra, o el agua. Estas emergencias pueden suceder por accidentes de transporte, por incidentes en facilidades que emplean o fabrican sustancias químicas<sup>38</sup>”

Aquí hablaremos de los desastres ambientales de origen antropogénico, que son aquellos en los que ya sea de manera directa o indirecta interviene el hombre, y que además de dañar los ecosistemas naturales, también tiene efectos adversos sobre la salud, economía y actividades humanas.

Estos fenómenos son muy numerosos y no son siempre ocasionados por accidentes, también son producto de la negligencia.

Los desechos plásticos arrojados al mar son un claro ejemplo de negligencia, además de contaminar visualmente los océanos, provocan la muerte de fauna por ingestión o por inmovilización. Las redes de pesca fantasma, forman parte de este problema: quedan abandonadas en los océanos y atrapan fauna marina de manera indiscriminada, provocando su muerte. Unas pocas redes olvidadas pueden causar un desequilibrio irreversible en un ecosistema frágil.

Imagen 9: Bahía Kanapou, en Hawaii



Fuente: Project Aware,  
<<http://www.projectaware.org>>

Tal vez una red o un poco de basura no parezca un desastre, pero la suma de los efectos de cada red y cada tonelada de basura, tiene consecuencias importantes y difíciles de medir en los ecosistemas.

No siempre es un acontecimiento súbito el causante de un desastre ambiental, como vimos en el ejemplo anterior, el desastre puede provenir de la suma de efectos de pequeñas acciones. La contaminación química de los ríos y las tierras, muchas veces se debe a la liberación gradual de sustancias nocivas que poco a poco restan al medio la capacidad de autorregularse y terminan saturándolo. En estos casos, los efectos negativos sobre la economía y la salud humanas son difíciles de medir y adjudicar.

Hay desastres que por su magnitud y súbito acontecer dejan huellas profundas en los ecosistemas y sociedades que los sufren. Es el caso de accidentes nucleares, accidentes químicos y derrames petroleros. A continuación, describiremos tres de los más graves.

<sup>38</sup> EPA, «Emergencia ambiental», en *Desastres naturales, emergencias y otros*, Estados Unidos de América, 2014. <<http://www.epa.gov/espanol/eventosnaturales/emerg.html>>. [Consulta: 2014].

## Accidente nuclear de Chernóbil

**Imagen 10: Sarcófago nuclear, 2009**



*Fuente: Wikipedia, Desastre de Chernobyl*

El 26 de abril de 1986 la central nuclear Vladimir Ilich Lenin, hacía un simulacro de reducción de corte del suministro eléctrico, con la finalidad de probar que la respuesta del sistema de emergencia para el enfriamiento de los reactores funcionara correctamente. Durante estas pruebas, el reactor #4 se sobrecalentó y explotó, liberando materiales radiactivos y tóxicos; y provocando la muerte de 2 personas al momento del accidente, y de 29 en los meses siguientes. Más de 300,000 personas fueron evacuadas y reubicadas en los años siguientes.

Los efectos inmediatos del accidente sobre el medio ambiente, fueron la muerte masiva de flora y fauna en un radio de 30 kilómetros. Las restricciones alimentarias persisten a la fecha, dado que los niveles de radiación de los productos agropecuarios provenientes de la zona, presentan niveles de radiación hasta 60 veces más altos que los máximos recomendados por la reglamentación internacional. La radiación nuclear llegó hasta otros países europeos y se discutió su impacto a la salud pública, especialmente sobre la población vulnerable, como los niños que estuvieron expuestos al aire libre en el momento del incidente. Las discusiones sobre el consumo de lácteos y productos silvestres continuaron años después. Los estudios sobre los daños a la salud provocados por la radiación residual no son concluyentes y aún es incierto cuáles son los efectos directos de la misma sobre la salud humana.

### Accidente químico de Sandoz<sup>39</sup>

El 1° de noviembre de 1986, se incendió la planta química de Sandoz en Basilea, Suiza. Como consecuencia, se derramaron cerca de 20 toneladas de insecticidas, fungicidas y herbicidas que tiñeron el río Rin de color rojo. Toneladas de peces y flora murieron a raíz del accidente y a la fecha, casi treinta años después, a pesar de las actividades enfocadas en limpiar las aguas, persiste la contaminación por pesticidas y metales pesados.

**Imagen 11: El río Rin teñido de rojo**



Fuente: Keystone en <[www.swissinfo.ch](http://www.swissinfo.ch)>

### Derrame del Golfo de México

**Imagen 12: Incendio de la plataforma de British Petroleum**



Fuente: Wikipedia, Deep Water Horizon

Deepwater Horizon fue una plataforma petrolera sumergible, propiedad de British Petroleum que sufrió una explosión accidental en una de las torres el 20 de abril de 2010, provocando que la plataforma se incendiara ese mismo día y terminara hundiéndose a una profundidad de más de mil metros 2 días más tarde. En el accidente perdieron la vida 11 trabajadores.

El derrame duró 3 meses. Se calcula que al menos 932 millones de litros de petróleo y otros tantos de metano fueron vertidos al Golfo de México.

El costo ambiental de este accidente es difícil de medir, además de los efectos tóxicos inmediatos, hay efectos a largo plazo, directos e indirectos, que probablemente tarden décadas en desvanecerse. De modo inmediato se ve afectada la actividad pesquera, debido a la destrucción de grandes cantidades de plancton e innumerables muertes de fauna marina y aves. A los efectos nocivos del petróleo, se suman los de dispersantes químicos utilizados para contener la profundidad del derrame, cuyos efectos a largo plazo sobre la vida marina no se han estudiado a profundidad.

**Imagen 13: Limpieza de residuos de algas tras el derrame de BP**



Fuente: Wolfram Burner©,  
<https://www.flickr.com/photos/wolframburner/4701564499/in/photostream/>

<sup>39</sup> SWISS INFO, *Der Rhein hat sich von "Schweizerhalle" erholt*, [en línea], Ginebra, Octubre de 2006 <<http://www.swissinfo.ch/ger/der-rhein-hat-sich-von--schweizerhalle--erholt/5521976>>. [Consulta: 2014]. Traducción propia.

### 3.4 Índices e indicadores ambientales<sup>40</sup>

Un indicador es un recurso utilizado para simplificar y cuantificar fenómenos, establece escalas de referencia para determinar la situación actual y los posibles cambios a los que se enfrenta un sistema. Actúa organizando y resumiendo información de modo tal que un gran cuerpo de datos pueda ser comprendido fácilmente, brindando a los intérpretes la capacidad de identificar procesos de cambio en un sistema determinado. Los indicadores pueden ser cualitativos o cuantitativos, y se expresan mediante escalas.

La función principal de un **indicador ambiental** es reducir las medidas y parámetros necesarios para comunicar el estado de una situación de una manera clara. Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), todo indicador ambiental debe cumplir con una serie de criterios, algunos de los más relevantes son:

1. Ofrecer una visión de las condiciones ambientales, presiones ambientales y respuestas de la sociedad o gobierno.
2. Ser sencillos, fáciles de interpretar y capaces de mostrar las tendencias a través del tiempo.
3. Responder a cambios en el ambiente y las actividades humanas relacionadas.
4. Proporcionar una base para las comparaciones internacionales (cuando sea necesario).
5. Ser aplicables a escala nacional o regional, según sea el caso.
6. De preferencia, tener un valor con el cual puedan ser comparados.
7. Estar teórica y científicamente bien fundamentados.
8. Estar basados en consensos internacionales.
9. Ser capaces de relacionarse con modelos económicos y/o de desarrollo, así como con sistemas de información.
10. Estar disponibles con una razonable relación costo/beneficio.
11. Estar bien documentados y gozar de calidad reconocida.
12. Ser actualizados a intervalos regulares con procedimientos confiables.

En resumen, los indicadores ambientales nos sirven para determinar el deterioro de un sistema ambiental o progreso en la recuperación del mismo, midiendo y comparando algunas variables con parámetros iniciales de referencia, de manera simplificada, clara y confiable.

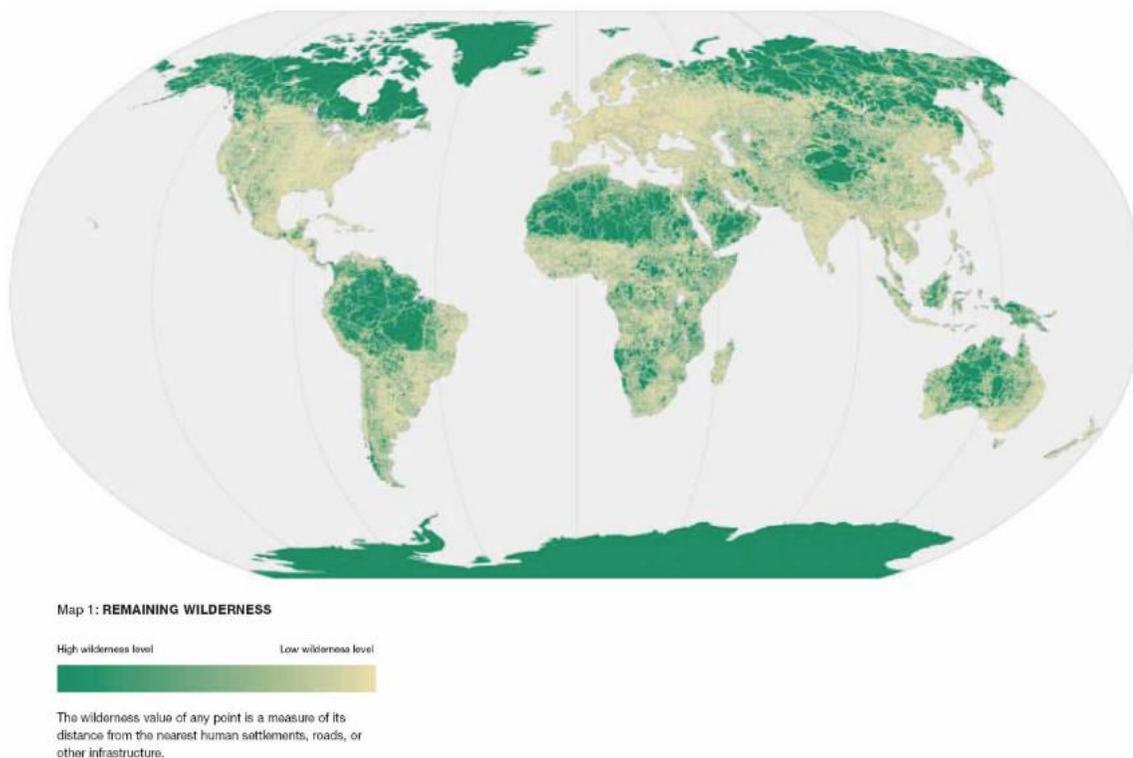
Generalmente un indicador no es suficiente para describir a cabalidad una situación, por lo que estos se agrupan en índices y conjuntos, para permitir ampliar la visión sobre las situaciones ambientales. A continuación se presentan 3 de los índices de deterioro ambiental más significativos.

---

<sup>40</sup> Elaboración propia con referencias de: MONDRAGÓN, A. «¿Qué son los indicadores?» en *Revista de información y análisis No. 19*, INEGI, México, 2012 y SEMARNAT, «Los indicadores ambientales» en *Sistema Nacional de Información Ambiental y de Recursos Naturales*, [en línea], México, 2014. <<http://app1.semarnat.gob.mx/dgeia/indicadores12/>>. [Consulta: 2014].

### 3.4.1 El Índice del Planeta Viviente (IPV)

Figura 23: Informe del planeta viviente WWF



Fuente: World Wildlife Foundation, <[http://assets.panda.org/img/original/wilderness\\_large\\_68kb.jpg](http://assets.panda.org/img/original/wilderness_large_68kb.jpg)>

Evalúa el estado de la biodiversidad mundial, midiendo tendencias en las poblaciones de vertebrados en tierra, mar y agua dulce. Incorpora información de poblaciones de más de 1 100 especies animales, desde 1970. La reducción de poblaciones es considerada una señal de deterioro ambiental. La actualización de este índice está a cargo de la WWF<sup>41</sup> y la UNEP<sup>42</sup>.

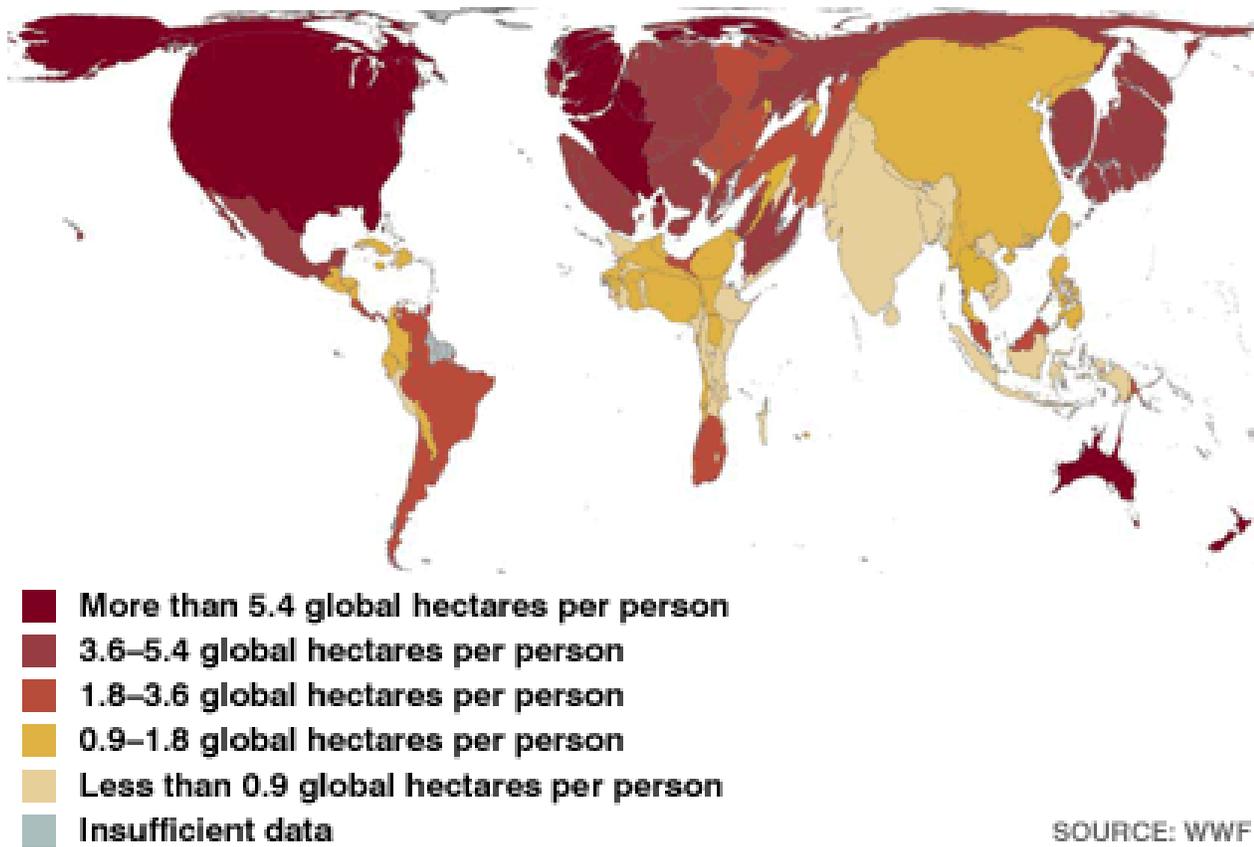
<sup>41</sup> World Wildlife Fund for Nature; o en español, "Fondo Mundial para la Naturaleza".

<sup>42</sup> United Nations Environment Programme; o en español, "Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente" (PNUMA).

### 3.4.2 La Huella Ecológica (HE)

Figura 24: Huella ecológica mundial

#### GLOBAL ECOLOGICAL FOOTPRINTS

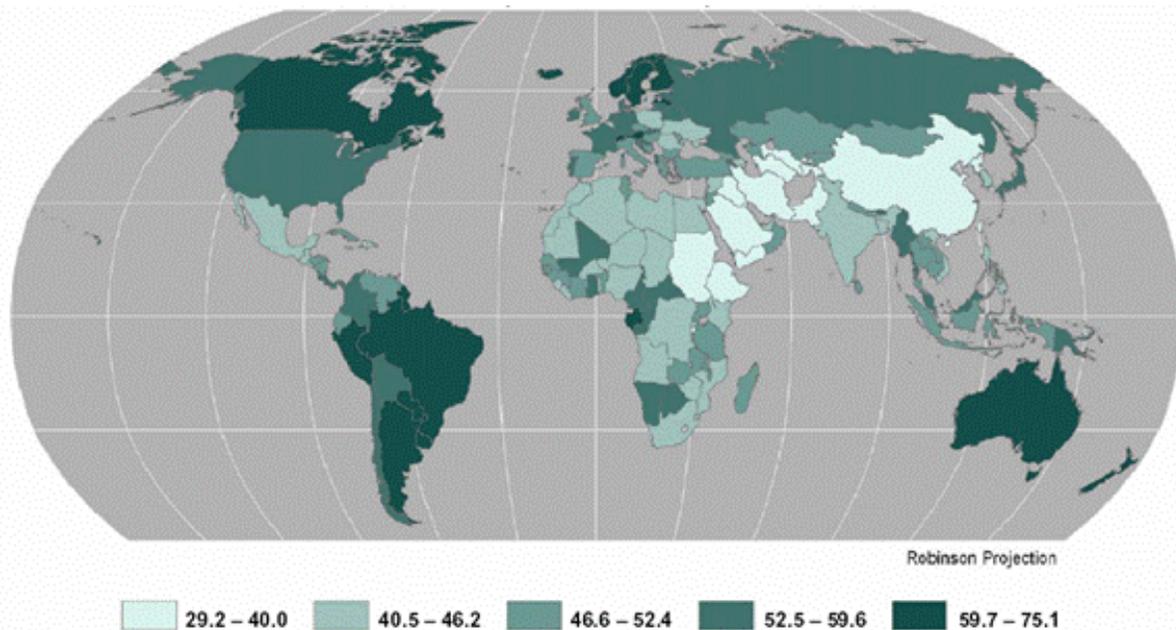


Fuente: World Wildlife Foundation,  
<<http://action-town.eu/wp-content/uploads/2010/07/ef2.bmp>>

Huella Ecológica mide el consumo de los recursos naturales y lo compara con la capacidad natural de renovación de estos recursos. La Huella Ecológica de un país es la cantidad de área requerida para producir los alimentos e insumos necesarios, así como para absorber los desechos de su consumo de energía.

### 3.4.3 El Índice de Sustentabilidad Ambiental (ESI)

Figura 25: Índice sustentabilidad ambiental, 2005

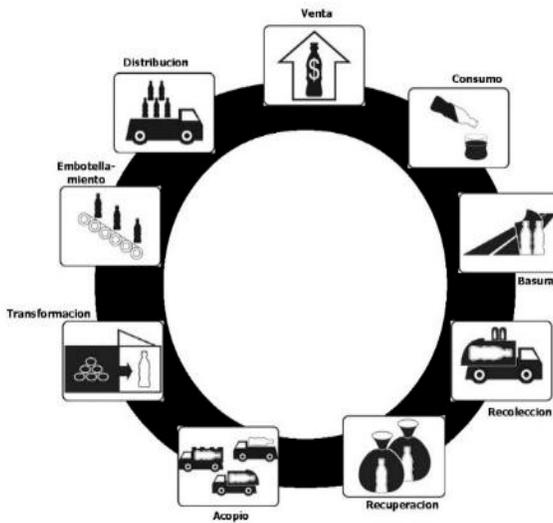


Fuente: The Earth Institute, Colombia University,  
<[http://earth.columbia.edu/news/2005/images/ESI2005\\_policysummary4.jpg](http://earth.columbia.edu/news/2005/images/ESI2005_policysummary4.jpg)>

El índice de Sustentabilidad Ambiental (ESI) es un índice desarrollado por las universidades de Yale y Columbia. Con él se busca evaluar la capacidad relativa de los países para mantener condiciones ambientales favorables en el futuro. Integra la información de 76 variables clasificadas en 21 indicadores de sustentabilidad ambiental y los agrupa en cinco componentes: a) Sistema ambiental. b) Reducción del estrés ambiental. c) Reducción de la vulnerabilidad humana al estrés ambiental. d) Capacidad institucional y social para responder a los cambios ambientales. e) Administración global. Se trata de un índice relativo donde la posición de un país depende de sus condiciones y su relación con la de los otros países y no con respecto a una meta o estándar establecido.

### 3.5 Análisis de Ciclo de Vida

Figura 26: Análisis del Ciclo de Vida



Fuente: Elvira Schwanse ©

El análisis del ciclo de vida (ACV) de un producto o servicio es una metodología que intenta identificar, cuantificar y caracterizar los diferentes impactos ambientales potenciales, asociados a cada una de las etapas del ciclo de vida de un producto<sup>43</sup>.

El ACV puede dividirse se divide en tres grandes bloques: recursos, etapas e impactos.

En el bloque de recursos (inputs) se toman en cuenta: uso de energía, agua y materias primas. En el bloque de etapas se considera la adquisición de materias primas; la manufactura, procesamiento y formulación; la distribución y transportación; uso, reutilización y mantenimiento; reciclaje; manejo de residuos. En el bloque de impactos, se analizan los productos utilizables; efluentes<sup>44</sup>; emisiones contaminantes al aire; desechos sólidos; cualquier otra emisión al ambiente generada por el producto o servicio que se analiza.

El impacto al medio ambiente se analiza por medio de 3 categorías principales:

- **Energía primaria del material:** mide la energía desde la explotación de los recursos hasta la producción del material. Las unidades en que se manifiesta son kilowatt hora por kilogramo (kWh/kg), o mega joule por metro cúbico (MJ/m<sup>3</sup>).
- **Potencial de efecto invernadero o GWP (por las siglas en inglés de Global Warming Potential):** mide las emisiones de GEI al ambiente (CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>, N<sub>2</sub>O, CFC, HCF<sup>45</sup>). Las unidades para manifestarlo son toneladas de dióxido de carbono equivalente (ton CO<sub>2</sub> eq).
- **Potencial de acidificación o AP (por las siglas en inglés de Acidification Potential):** se refiere a la disminución de la capacidad del suelo para autorregular su acidez o alcalinidad (pH) al exceder ciertos límites de acidez. Los compuestos involucrados en este proceso son SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, HCl, polvo, CO<sup>46</sup>. Se mide en unidades de dióxido de azufre equivalente (SO<sub>2</sub>eq).

<sup>43</sup> ROMERO, Iris. «El Análisis del Ciclo de Vida y la Gestión Ambiental» en *Boletín IIE*, [en línea], México, julio-septiembre del 2003. < <http://www.iie.org.mx/boletin032003/tend.pdf>>. [Consulta: 2014]

<sup>44</sup> Residuos líquidos contaminantes.

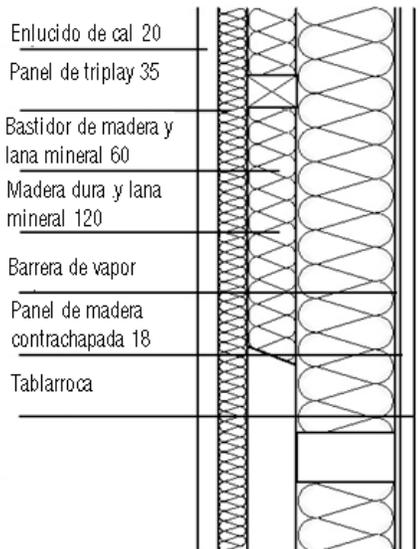
<sup>45</sup> CO<sub>2</sub>- dióxido de carbono, CH<sub>4</sub>- metano, N<sub>2</sub>O- óxido nitroso, CFC- clorofluorocarburos, HCF- hidrofluorocarburos

<sup>46</sup> SO<sub>2</sub> dióxido de azufre, NO óxido de nitrógeno, HCl ácido clorhídrico , CO monóxido de carbono

## Pared exterior - Conductividad térmica: 0.2 W/m2K

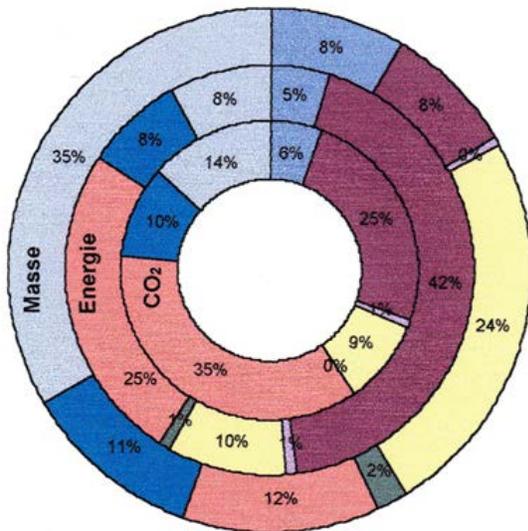
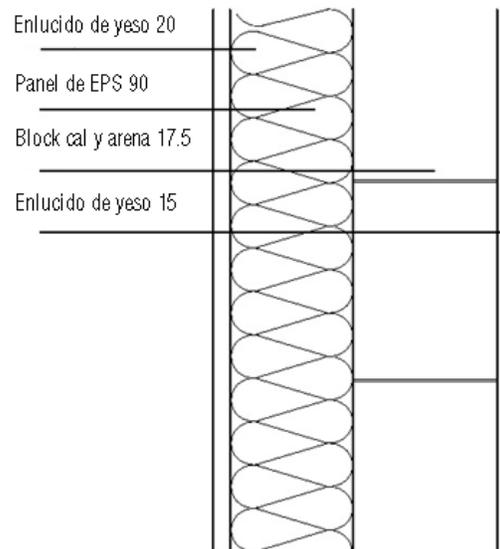
### Pared ligera

Aislamiento con lana mineral  
180 mm

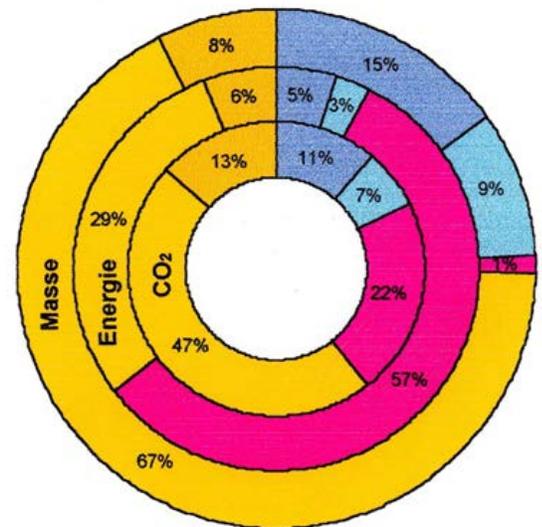


### Pared masiva

Aislamiento con Poliestireno Expandido  
(UNICEL) 900mm



CO<sub>2</sub>



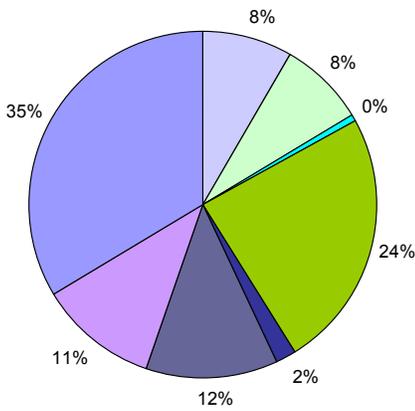
- tablarroca
- madera dura
- panel contrachapado
- lana mineral
- papel kraft
- panel de triplay
- polín 120/60
- enlucido de cal

- enlucido de cal
- enlucido de yeso
- poliestireno (EPS)
- block de cal y arena
- mortero

Figura 27: Ejemplo de ACV 1/2

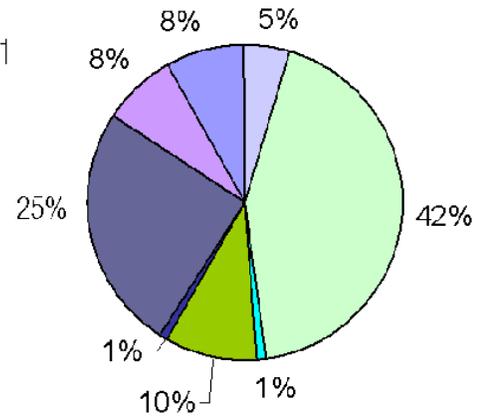
Fuente: Elvira Schwanse ©

**PARED LIGERA**



**Peso: 133.5 kg/m<sup>2</sup>**

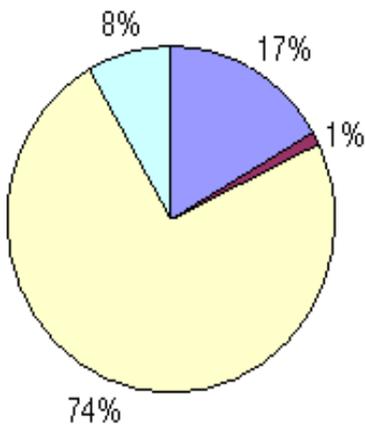
- panel contrachapado 1
- papel kraft 0.2
- polín 120/60
- madera dura 60/40
- lana mineral 180
- panel de triplay 35
- tablarroca 20



**231 kWh/m<sup>2</sup>**

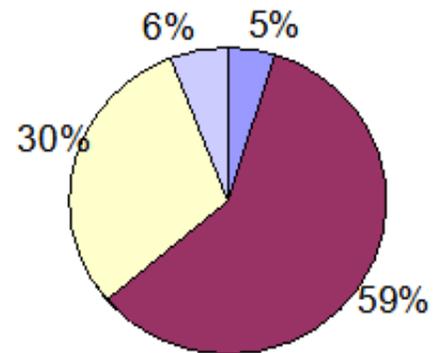
**PARED MASIVA**

**Peso: 416.8 kg/m<sup>2</sup>**



**290 kWh/m<sup>2</sup>**

- tablarroca
- poliestireno EPS
- block de arena y cal
- mortero



**Figura 28: Ejemplo de ACV 2/2**

*Fuente: Elvira Schwanse ©*



### Actividad 5: Cuestionario sobre deterioro e impacto ambiental

1. ¿En qué se diferencia un desastre natural de un desastre ambiental?
2. ¿Contaminación ambiental es lo mismo que deterioro ambiental? Explica por qué.
3. Según su origen ¿cómo se clasifican los impactos ambientales?
4. En tu opinión ¿cómo nos afecta la contaminación del suelo, el agua y el aire?
5. ¿Cuál es la diferencia entre indicador e índice ambiental?
6. Menciona y describe brevemente uno de los 3 índices ambientales que te presentamos.
7. En tu opinión ¿cuál es la importancia del Análisis del Ciclo de Vida?

## 4 Arquitectura vernácula

*En este capítulo se estudia la relación de las arquitecturas tradicionales con el medio natural. Se presentan ejemplos propios de distintas culturas del mundo, en climas diversos, así como ejemplos típicos de las diferentes regiones climáticas de México. Cada caso presentado explica cuáles son los elementos arquitectónicos que responden a las condiciones adversas del clima y los beneficios de los mismos para el confort del ser humano.*

### 4.1 Definición de la arquitectura vernácula

El término vernáculo, se refiere originalmente a los aspectos lingüísticos propios de una cultura: su adaptación a la arquitectura, se refiere a las edificaciones proyectadas empíricamente por los grupos sociales del sitio y los sistemas constructivos locales.

La arquitectura vernácula “constituye el modo natural y tradicional en que las comunidades han producido su propio hábitat. Forma parte de un proceso de adaptación continuo a los entornos sociales y ambientales; es la expresión fundamental de la identidad de una comunidad, de sus relaciones con el territorio y al mismo tiempo, la expresión de la diversidad cultural del mundo.”<sup>47</sup>

**Imagen 14: Vivienda vernácula maya**



Fuente: *Mayan Answer*, <<http://www.ndipartidos.org/>>

El estilo de vida actual está sustituyendo las maneras locales de hacer arquitectura por sistemas constructivos genéricos, que en muchas ocasiones pasan por alto las características climáticas del entorno.

Pasar por alto las características climáticas del medio y hacer a un lado el conocimiento que ayudó a múltiples generaciones a sobrevivir en un entorno tiene un costo cultural y energético elevado: los pueblos pierden identidad y se vuelven consumidores irracionales de recursos energéticos.

Los principios de la arquitectura vernácula del mundo son la base de la arquitectura bioclimática, que rescata en su ejercicio la relación del ser humano con el medio ambiente como elemento rector del diseño, integrando tecnologías nuevas y antiguas para reducir el impacto ambiental de las construcciones modernas.

<sup>47</sup> 12ª ICOMOS, «Carta del Patrimonio Vernáculo Construido», en *Asamblea general del ICOMOS*, México, 1999.

Imagen 15: Iglú



Fuente: Wikimedia Commons, < <http://commons.wikimedia.org> >

## 4.2 Ejemplos internacionales de arquitectura vernácula

### 4.2.1 Tundra

Este tipo de vivienda, ahora en desuso, podía encontrarse en los territorios Inuit de Canadá, Alaska, Groenlandia e Islandia. En la actualidad, los Inuit habitan viviendas sofisticadas. El iglú se utiliza únicamente como refugio temporal en la temporada de cacería invernal.

**Uso del edificio:** vivienda y refugio de cacería.

**Materiales de construcción:** bloques de nieve compactada.

**Valores bioclimáticos:** Bloques de hielo como aislante térmico. Piel de animal que funciona como aislante térmico y protege del leve deshielo al interior del Iglú. La temperatura interior puede alcanzar los 16°C, aun cuando al exterior la temperatura se encuentre bajo cero. La forma semiesférica brinda a la estructura una cualidad autoportante, en un sitio donde el único material de construcción disponible es la nieve. La nieve funciona como aislante térmico porque entre las partículas de agua hay aire atrapado. Ambos elementos son pésimos conductores del calor.

Al estar parcialmente enterrado (en ocasiones contra un cuerpo de tierra) se protege el interior contra las corrientes de aire. Las ventilaciones para renovación de aire son muy pequeñas pero necesarias y se ubican en la parte superior y media. En la parte baja del Iglú, se coloca una alfombra de piel, las lámparas y las estufas. Como el calor tiende a subir (estratificación), los dormitorios se encuentran en la parte alta del refugio. La piel de la cubierta protege el interior de posibles fugas de calor.

**Imagen 16: Vista interior de un iglú**



Fuente: Wikimedia Commons, <<http://commons.wikimedia.org>>

#### 4.2.2 Estepa<sup>48</sup>

**Imagen 17: Mujeres kazajas dentro de una yurta**



Fuente: Wikimedia Commons,  
<<http://commons.wikimedia.org>>

La yurta es un tipo de vivienda utilizada por los mongoles y kazajos, pueblos nómadas de Asia Central.

Es una especie de tienda de campaña de base circular, con estructura de varas de madera, protegida por capas de paja y fieltros. El espesor de las mismas era variable según la época del año. Es fácil de transportar y se adapta a los cambios de tiempo.

<sup>48</sup> MEJÍAS, José Luis, «Yurta» en *Awareness Photography*, [en línea], Madrid, s.a. <<http://awarenessphotography.com/Nomadas%20Kazajos/index.html>>. [Consulta: 2014]

**Partes de la yurta<sup>49</sup>:**

**Recubrimiento:** La tienda estaba cubierta por varias capas de paja y lonas de lana. Su número variaba dependiendo de la estación del año.

**Anillo:** Agujero que se encontraba en la parte central superior de la tienda. Soportaba la carga del extremo de las vigas más hacia el interior y, al mismo tiempo, permitía la salida de humo y la entrada de luz al recinto.

**Imagen 18: Interior de una yurta**



*Fuente: Sole García©, 2008*

< <https://www.flickr.com/photos/29248158@N06/2865508538> >

**Jana:** Eran las paredes de la tienda y se formaban con un entramado de maderas. Se encargaban de soportar el peso del otro extremo de las vigas hacia el exterior, sin necesidad de usar cuerdas tensoras.

**Puerta:** Estaba delimitada por un marco de tablones sujetos al jana con cuerdas. Podía tratarse de una simple lona reforzada en su parte posterior con una madera con bisagras.

**Vigas:** Daban una forma redondeada al techo. Se apoyaban sobre la parte superior del jana y se extendían hasta el anillo. Por la forma en que eran colocadas no requería de pilares de refuerzo en el centro de la vivienda, lo que otorgaba un mayor aprovechamiento del espacio interno.

**Cortina:** Se ubicaba a cierta distancia de las paredes, colgada de las vigas. Su función era la de separar el espacio común del centro de las áreas privadas.

<sup>49</sup> WIKIPEDIA, *Yurta*, Wikimedia Foundation, [en línea], s.l., s.a.<<http://es.wikipedia.org/wiki/Yurta>>. [Consulta: 2014].

Imagen 19: Desmontando una Yurta



Fuente: Cortesía de José Luis Mejías ©,  
<<http://awarenessphotography.com/Nomadas%20Kazajos/imagenes/desmontando.jpg>>

**Uso del edificio:** Vivienda nómada

**Materiales de construcción:** Madera, lazo, paja, textiles y pieles animales.

**Valores bioclimáticos:** Envoltente dinámica permeable al aire y aislante según sea necesario, iluminación y ventilación cenitales, estratificación del aire. Se adapta a las necesidades de la vida humana nómada, al ser portátil y brindar la oportunidad de modificar las capas de aislamiento para adaptarse tanto a tiempos cálidos como helados.

### 4.2.3 Desierto y mediterráneo<sup>50</sup>

Casba es una palabra árabe que significa *ciudadela*. Era un espacio en el cual vivir y resguardarse de ataques. La construcción de estas edificaciones era muy cara, por lo que se volvieron sinónimo de riquezas en Marruecos y Argelia.

Imagen 21: Entrada a la casba de Udayas



Fuente: Wikipedia, Kasbah of the Udayas

Imagen 21: Hotel Kasbah Ennakhile, Marruecos



Fuente: Kasbah Nkab, <[www.kasbah-nkob.com](http://www.kasbah-nkob.com)>

**Materiales de construcción:** Están hechos de ladrillos de adobe secado al sol (mezcla de arcilla, estiércol y paja). Cubiertas de madera.

**Valores bioclimáticos:**

Los muros son de alta masa térmica para estabilizar la temperatura interior. El adobe de los muros toma como materia prima la tierra de la región. Las ventanas son pequeñas, para evitar la incidencia directa de los rayos del sol durante el día y previenen que el calor acumulado indirectamente en los muros escape al exterior.

<sup>50</sup> WIKIPEDIA, *Kasbah*, Wikimedia Foundation, [en línea], s.l., s.a. <<http://en.wikipedia.org/wiki/Kasbah>>. [Consulta: 2014]. Traducción propia.

#### 4.2.4 Arquitectura sobre el agua

Los palafitos son viviendas apoyadas en pilares o simples estacas o casas en el agua construidas sobre cuerpos de aguas tranquilas como lagos y lagunas<sup>51</sup>. Se localizan por lo general en ecosistemas húmedos aprovechando los materiales que predominan en estos sitios. Son estructuras sencillas, con techos a dos o cuatro aguas. La comunicación entre edificios se da mediante puentes, o bien lanchas y botes.

**Imagen 22: Museo de palafitos de Unteruhldingen, Alemania**



Fuente: Wikimedia Commons, < <http://commons.wikimedia.org> >

**Uso del edificio:** viviendas, hospedaje, comercio.

**Materiales de construcción:** Maderas locales en pilotes y tablas. La madera empleada para la construcción de los pilotes que los separan del agua depende de la región geográfica, puede utilizarse bambú, mangle, palma. Los materiales de la cubierta son ramas y follaje seco.

**Valores bioclimáticos**<sup>52</sup>: Utiliza la masa térmica del agua para mantener temperaturas agradables. Al estar elevada por pilotes, los pisos se mantienen ventilados, por lo que no absorben el calor del subsuelo. Los aleros amplios protegen a la vivienda de la entrada directa de radiación solar y la cubierta permite permeable al aire funciona como auto ventilación. Las pendientes de dos a cuatro aguas, evitan el estancamiento de precipitaciones. La construcción abierta y la altura de las cubiertas hacen posible una ventilación constante y evitan que la humedad se acumule al interior de la edificación. *Con temperaturas elevadas constantes y poca diferencia de esta entre día y noche, esta construcción ha huido de todo lo que sea susceptible de almacenar calor (inercia térmica), hasta el punto de levantarse de la tierra y prescindir de cerramientos.*

<sup>51</sup> WIKIPEDIA, *Palafito*, Wikimedia Foundation, [en línea], s.l., s.a. < <http://es.wikipedia.org/wiki/Palafito> >. [Consulta: 2014].

<sup>52</sup> FARFÁN, ESTELLA, «Sistemas bioclimáticos y adaptación al medio de la arquitectura palafítica Warao» en *Bioclimática tradicional* [en línea], España, Octubre 2009. <<http://j-l.es/farfanestella/bioclimatica/?p=1111>>. [Consulta: 2014]

Imagen 23: Palafitos en el lago Inle, Myanmar



*Fuente: Wikimedia Commons, < <http://commons.wikimedia.org> >*

### 4.3 Arquitectura vernácula en las diferentes zonas climáticas de México

Como se mencionó anteriormente, México cuenta con una gran diversidad de climas, lo que origina una variedad de formas de vida, culturas y arquitecturas.

En este apartado, te mostramos ejemplos de vivienda vernácula en cuatro diferentes estados de la república. Aprenderás sobre sus características bioclimáticas, los sistemas constructivos y las razones para que la arquitectura tradicional sea tal y como es.

#### 4.3.1 Ejemplo 1: Clima templado subhúmedo

##### *Xalatlaco, Estado de México*

**Imagen 24: Vivienda unifamiliar de adobe**



*Fuente: Google maps, 2010*

El Municipio de Xalatlaco se ubica en la parte central del Estado de México, pertenece al Valle de Toluca. Xalatlaco es una palabra de origen náhuatl que significa "Lugar de agua sobre la arena en la barranca"<sup>53</sup>.

La temperatura media del municipio en el área de planicie es de 14°C, la mínima registrada es de 0.2°C y la máxima de 30°C. La topografía es accidentada y la altitud oscila entre los 2600 y los 3800 metros sobre el nivel del mar, siendo las tierras más altas, las más frías.

Los climas templados presentan un verano confortable, requieren estrategias de calentamiento en el invierno y en los casos de húmedos y subhúmedos la oscilación térmica es reducida. Se recomienda un buen sistema de drenaje en los techos o azoteas para evitar problemas de humedad. Las condiciones naturales no exigen el uso sistemas de acondicionamiento de aire (calefacción/aire acondicionado).

Algunas estrategias que se recomiendan en este clima son: orientar los dormitorios al sureste, las cocinas al norte, evitar la entrada de rayos solares en las fachadas oeste y suroeste.

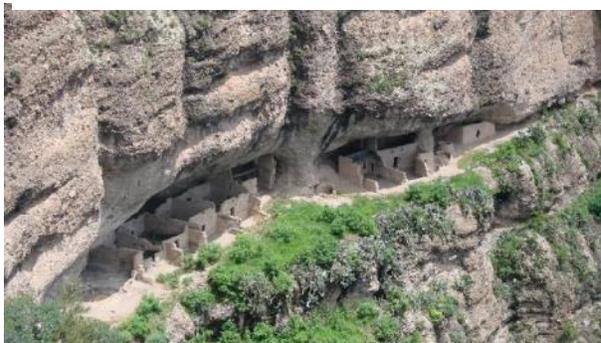
---

<sup>53</sup>GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO, *Plan Municipal de Desarrollo Urbano de Xalatlaco*, [en línea], [http://seduv.edomexico.gob.mx/planes\\_municipales/Xalatlaco/doc-xalatlaco.pdf](http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/Xalatlaco/doc-xalatlaco.pdf). [Consulta: 2012]

### 4.3.2 Ejemplo 2: Clima muy seco

#### *Paquimé, Chihuahua*

Imagen 25: Cueva de las ventanas, Chihuahua



Fuente: Fuente: INAH Chihuahua,  
<<http://inahchihuahua.wordpress.com>>

El municipio de Casas Grandes se localiza al noroeste del estado de Chihuahua. En el área correspondiente a la zona arqueológica de Paquimé, la temperatura media anual es de 24°C, pero el clima es extremoso, llega a temperaturas máximas de 45°C y mínimas de -17°C.

Paquimé es un bien de valor cultural inscrito desde 1998 en la lista del Patrimonio Mundial de la UNESCO<sup>54</sup>, es un testimonio arquitectónico de la convergencia cultural entre los pueblos mesoamericanos y las etnias del desierto. Destaca el sistema hidráulico que desarrollaron y se extendió por todo Casas grandes.

En este tipo de clima hay poca precipitación pluvial, por lo que conviene aprovecharla al máximo. Las variaciones de temperatura pueden ser extremas, por lo que deben considerarse estrategias de enfriamiento para el verano y de calentamiento para el invierno.

En el clima muy seco, conviene emplear materiales masivos, es decir, con alta capacidad para almacenar el calor; y que estos mismos, cuenten con un buen retardo térmico, para que tomen el calor del día y este se transfiera lentamente al interior para calentar por la noche.

Otro ejemplo de la extensión de la cultura y subculturas derivadas de Paquimé, es el sitio arqueológico «Las 40 casas», que destaca por sus construcciones con muros de *tierra colada*, dentro de cuevas en lo más intrincado de la sierra.

**Uso del edificio:** Vivienda del siglo XIII, cultura Paquimé.

**Materiales de construcción:** Muros fabricados con tierra colada, o adobe. Estos muros son sumamente masivos, llegan a tener hasta 50 centímetros de espesor. Estructura portante del techo con troncos y vigería de madera. Losas de tierra compactada.

**Elementos bioclimáticos:** Los muros son de alta masa térmica para estabilizar la temperatura interior. Este efecto, combinado con lo que se conoce retardo térmico “invierte” las temperaturas del día y la noche; es decir, guarda el calor exterior del día y lo transfiere lentamente al interior para que la noche

<sup>54</sup> INAH, Chihuahua, *Paquimé*, [en línea] s. l., s. a.,  
<<http://inahchihuahua.wordpress.com/zona-arqueologica-paquime/>>. [Consulta : 2012]

sea cálida, cuando la temperatura exterior baja, el calor comienza a salir lentamente y ya en el día, el interior es fresco.

El adobe de los muros toma como materia prima la tierra de la región. Las ventanas son pequeñas, para evitar la incidencia directa de los rayos del sol durante el día y previenen que el calor acumulado indirectamente en los muros escape al exterior.

Las losas son planas y contienen elementos de canalización a cisternas, puesto que la lluvia escasea.

**Imagen 26: Patio de vivienda prehispánica en Paquimé, siglo XIII**



Fuente: INAH Chihuahua, <<http://inahchihuahua.wordpress.com>>

### **4.3.3 Ejemplo 3: Clima cálido húmedo**

#### ***Tlacotalpan, Veracruz***

Tlacotalpan se encuentra al sureste del estado de Veracruz, en la cuenca del río Papaloapan<sup>55</sup>. Es una ciudad de larga historia y tradición, fue fundada por el pueblo totonaca y se mantiene viva hasta nuestros días. Su nombre quiere decir “Tierra partida”.

La temperatura media anual es de 25°C con una máxima promedio de 29° y mínima de 20°, aunque pueden llegar a presentarse temperaturas mayores a los 38°C en varios meses del año.

En las regiones con este clima la precipitación pluvial es abundante la mayor parte del año, y las necesidades de enfriamiento son constantes.

<sup>55</sup> WIKIPEDIA, *Tlacotalpan*, [en línea], s.l., s. a., <[www.es.wikipedia.org/wiki/Tlacotalpan](http://www.es.wikipedia.org/wiki/Tlacotalpan)>. [Consulta:2012]

Imagen 27: Casas del centro de Tlacotalpan, Veracruz



Fuente: Radio Veracruz, <<http://www.radiover.info>>

Como estrategia, se requiere la ventilación constante, tanto natural como mecánica, debido a las temperaturas elevadas constantes. Los espacios deben ser permeables al viento y se aconseja el empleo de espacios de convivencia no delimitados por muros y cubiertos con techumbres ligeras, resistentes a la lluvia.

**Uso del edificio:** Vivienda unifamiliar típica del centro de Tlacotalpan.

**Materiales de construcción:** Los muros son de barro, con un rodapié de piedra; o bien estar fabricados con tabique rojo recocido. La estructura portante de las cubiertas es de vigería de madera, cubierta de teja. Los pavimentos de las calles son de adoquín permeable, actualmente conocido como *adopasto*.

**Elementos bioclimáticos:** Las construcciones son altas, puesto que las temperaturas son elevadas y se requiere una gran cantidad de aire fresco al interior. Las ventanas amplias pueden abrir de par en par por las noches para refrescar. Los pórticos son imprescindibles: evitan el asoleamiento directo y crean un microclima de transición entre la vivienda y el exterior. En los interiores, está muy extendido el uso del tapanco y plantas libres. Se acostumbra tener dos entradas, para permitir la circulación del aire, cuando este viene fresco

#### 4.3.4 Ejemplo 4: Clima templado subhúmedo

##### **Mineral del Monte, Hidalgo**

Mineral del Monte (también conocido como Real del Monte), se encuentra en el estado de Hidalgo, en la zona centro del país. Pertenece al listado de “Pueblos Mágicos” de México, y se hace un esfuerzo constante por mantener viva la arquitectura vernácula, mezcla de arquitectura colonial con tintes indígenas.

En este municipio se localiza en el mapa dentro del subgrupo climático templado subhúmedo, la temperatura media anual es de 12.6°C, la mínima de 7.1°C y la máxima promedio de 18.2°C.

**Imagen 28: Calle del centro histórico, Mineral del Monte**



Fuente: México desconocido, <<http://www.mexicodesconocido.com.mx>>

Como habrás notado, las temperaturas son ligeramente más bajas que en el ejemplo anterior, por lo que (en otras clasificaciones) puede ser identificado como un clima semifrío, pero se le reconoce como templado subhúmedo. Esta diferencia de temperatura se debe a la altitud del lugar y las lluvias constantes a su cercanía con la Sierra Madre Oriental. En este clima se tienen necesidades de calentamiento durante todo el año y no hay necesidad de enfriamiento, ni siquiera en los meses cálidos.

**Uso del edificio:** Mixto, habitacional y comercial.

**Materiales de construcción:** Los muros pueden ser de barro, bloque de adobe o tabique rojo. La estructura portante de las cubiertas es de viguería de madera, con una capa aislante, también de madera (¿madera para aislar?) y recubierta de teja. Las puertas y contraventanas son de madera y funcionan como aislante térmico, evitando la salida del calor acumulado.

**Elementos bioclimáticos:** Las construcciones suelen tener niveles de una altura y media, muchas de estas tienen tapancos en el interior para retener el calor, generando microclimas dentro de la vivienda.

Imagen 29: Mineral del Monte, Hidalgo



Fuente: Skyscapercity, <<http://i40.tinypic.com/dbt600.jpg>>

#### Actividad 6: Excursión y reporte

- Reporte de la visita que incluya:
  - El concepto climático, construcción y materiales
  - Análisis de la zona de confort por medio de la medición de temperatura, sombra y humedad.

Reporte de la visita que incluya:

- El concepto climático, construcción y materiales
- Análisis de la zona de confort por medio de la medición de temperatura, sombra y humedad.

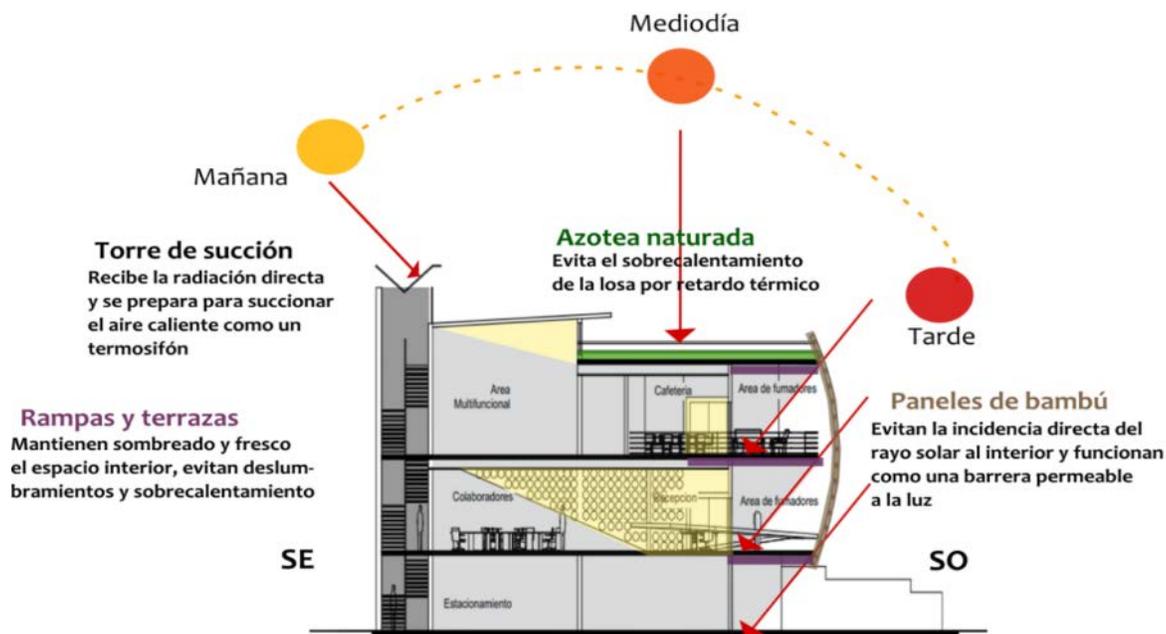
#### Actividad 6b: Exposición

- Formar hasta equipos de 3 personas y elegir uno de los proyectos de arquitectura vernácula o bioclimática para exponerlo en 5 minutos como máximo al resto del grupo.
- Indiquen la ubicación, las condiciones del medio ambiente en que se localiza, materiales de construcción, y estrategias bioclimáticas con sus propias palabras. Como apoyo visual pueden utilizar una presentación en power point, o hacer dibujos y esquemas en hojas de rotafolio.

## 5 Arquitectura bioclimática

En este capítulo se explica el concepto de arquitectura bioclimática y se presentan algunas de las tecnologías activas y pasivas utilizadas para alcanzar el confort en las edificaciones. Más adelante se describe la importancia del sol en la arquitectura y la relación entre la trayectoria solar y el confort. Una vez tratados estos temas, se describen las herramientas utilizadas durante un estudio bioclimático. Para cerrar la unidad, se presentan y explican ejemplos de arquitectura bioclimática contemporánea internacional.

Figura 29: Ejemplo de edificación bioclimática



Fuente: Tania Ramírez ©

La arquitectura bioclimática es aquella que toma las condiciones naturales del entorno y el confort del ser humano como punto de partida para el diseño de espacios. Según David Morillón, hacer arquitectura bioclimática es la “acción de proyectar o construir considerando la interacción de los elementos del clima con la construcción, a fin de que sea esta misma la que regule los intercambio de materia y energía con el ambiente y determine la sensación de confort térmico en interiores.”<sup>56</sup>

<sup>56</sup> MORILLÓN, David, *Arquitectura Bioclimática*, [en línea], ANES, México, 2005. <[http://perusolar.org/16-spes-cursosytalleres/AB\\_CAP4\\_diseno\\_bioclimatico\\_davidmorillon.pdf](http://perusolar.org/16-spes-cursosytalleres/AB_CAP4_diseno_bioclimatico_davidmorillon.pdf)>. [Consulta: 2014].

Busca la disminución del consumo de energía, y para ello se adecúa a su entorno, transformando los elementos climáticos externos en **confort** interno, gracias a un diseño inteligente. Si las condiciones de clima extremo hacen necesario un aporte energético adicional, siempre busca el apoyo de fuentes de energías limpias y renovables<sup>57</sup>.

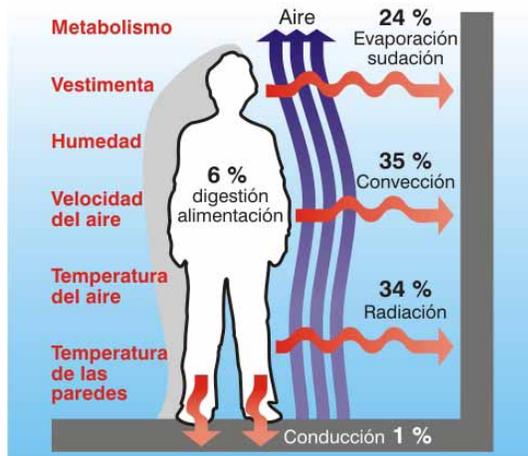
En la actualidad, la gran mayoría de los edificios construidos compensan las deficiencias del diseño con enormes consumos energéticos; muchos de ellos derivados de la calefacción y acondicionamiento de aire. Estos consumos pueden ser reducidos al mínimo y en el mejor de los casos, anulados, si se cuenta con un buen diseño bioclimático.

Los objetivos de la arquitectura bioclimática son:

- Crear espacios habitables funcionales, estéticos y saludables.
- Hacer un uso eficiente y racional de la energía y los recursos naturales.
- Preservar el medio ambiente e integrar al ser humano a un ecosistema en equilibrio.

## 5.1 Confort

Figura 30: Confort humano



Fuente: David Morillón ©

Existe una relación directa entre la demanda de energía de la vivienda y la zona climática. Los climas fríos requieren de calentamiento, mientras que los climas cálidos enfriamiento para obtener condiciones cómodas en la vivienda y en los lugares de trabajo. En muchas ocasiones, se requiere de medios artificiales para lograr el confort ambiental necesario para las actividades humanas, lo que implica un consumo de recursos energéticos.

### Confort

La Real Academia de la Lengua Española (RAE), define confort como “aquello que produce bienestar y comodidades”. En arquitectura, esto se traduce como la sensación de bienestar proporcionada por el ambiente. El confort involucra condiciones de temperatura, humedad ambiental, calidad del aire, un ambiente sonoro libre de ruido y la sensación de seguridad que brinda el espacio contra las condiciones adversas del entorno inmediato.

<sup>57</sup> RAMÍREZ RIVERA, Tania, op. cit., s. a.

El confort está estrechamente relacionado con la salud y los procesos metabólicos del ser humano, por ejemplo: un exceso de asoleamiento puede generarnos insolación; demasiado frío provocar un resfriado; el aire de mala calidad, ocasionaría una oxigenación sanguínea deficiente, disminuyendo nuestra capacidad de concentración y con ello nuestro rendimiento; un exceso de ruido provoca situaciones de estrés, llegando incluso a generar problemas en el sistema nervioso y muscular.

Un espacio confortable es también un espacio saludable, en el que podemos llevar a cabo nuestras actividades con eficiencia. La sensación de comodidad o incomodidad con el medio ambiente depende de la edad, sexo, estado de ánimo, de salud y por supuesto, del clima.

### 5.1.1 Confort térmico

A pesar de las diferencias perceptivas y psicológicas de los seres humanos, todos compartimos características biológicas semejantes y límites de resistencia. Por ejemplo: la temperatura natural de todos los seres humanos es de aproximadamente 36°C, y somos capaces de mantenerla gracias a mecanismos de auto-regulación térmica. Cuando las condiciones ambientales son muy adversas y nuestra temperatura corporal desciende hasta los 30°C (hipotermia) o excede los 41°C (hipertermia), se supera la capacidad del organismo para auto-regularse y morimos .

Tomando en cuenta estos límites, y algunas pruebas estadísticas sobre confort, se han establecido estándares (parámetros de temperatura, iluminación y sonido) que funcionan como base (de datos y valores) para generar recomendaciones y normativa en materia de confort térmico, lumínico y acústico.

Las especificaciones de temperatura y humedad que determinan la zona de confort térmico pueden ser modificadas por:

- La incidencia de radiación (calor emitido por el sol o las superficies calientes), la cual dificulta la salida de calor del cuerpo humano.
- La ocurrencia de enfriamiento en el aire que entra en contacto con el cuerpo humano, lo cual aumenta la salida de calor del mismo.
- La pérdida de calor del cuerpo humano debido a superficies frías que lo circundan, lo que favorece la pérdida de confort térmico.
- La modificación de la temperatura del aire y del confort térmico humano por materiales que conforman parte del medio ambiente (por ejemplo materiales de construcción del edificio) y que son capaces de almacenar calor o frío (p.e. piedra, adobe, concreto).<sup>58</sup>

Según ASHRAE, **confort térmico** es: la condición mental que expresa satisfacción con el ambiente térmico circundante, según una valoración subjetiva del individuo. El confort térmico se ve afectado por la conducción de calor, convección, radiación, la pérdida de calor por evaporación, y el movimiento relativo del aire.

<sup>58</sup> INE-CENICA, *Evaluación de opciones de mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero y adaptación al cambio climático en algunos sectores en el estado de Veracruz* [en línea], México, 2007.  
<<http://www.inecc.gob.mx/cpcc-estudios-climatico>>. [Consulta: 2014].

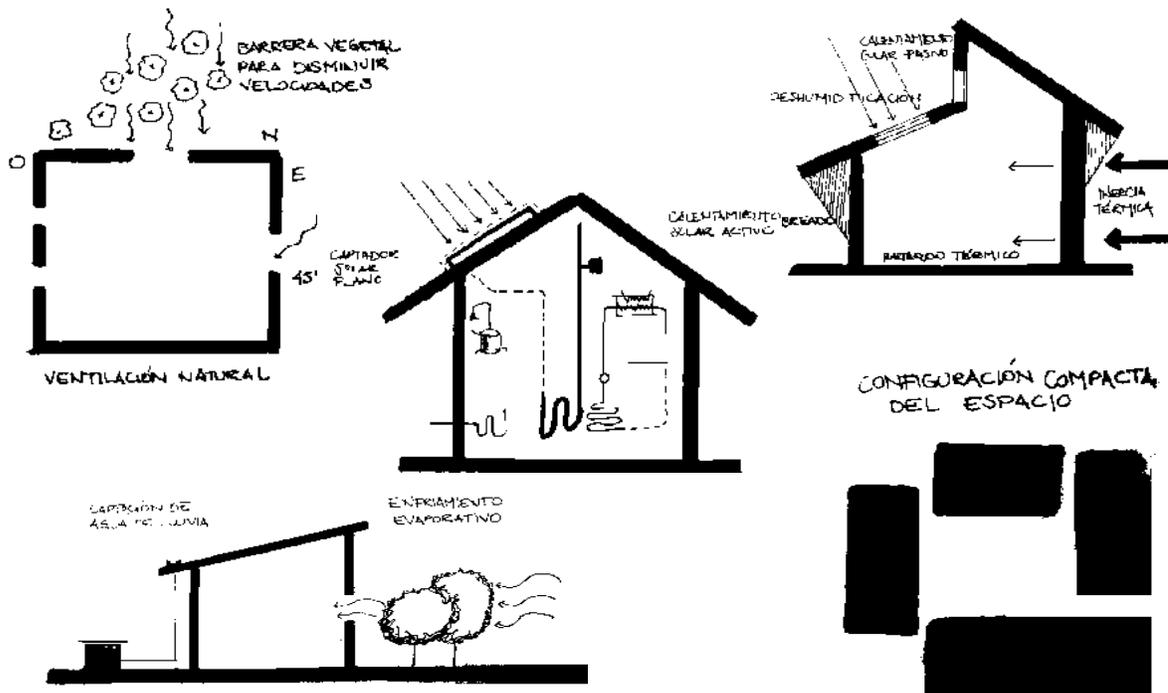
### 5.1.2 Soluciones activas y pasivas

Las **soluciones activas**, son aquellas que requieren de la intervención del usuario o que implican el uso de sistemas mecánicos o involucran el uso o generación de energía y combustibles, por ejemplo, los colectores solares para el calentamiento de agua o los paneles fotovoltaicos (que sirven para convertir la energía solar en energía eléctrica) y algunos sistemas de bombeo o calentamiento de aire. Las ecotecnologías brindan el mismo servicio que las tecnologías convencionales, pero con un menor uso de energías no renovables y recursos. El uso de ecotecnologías contribuye a reducir el daño a los ecosistemas.

Se considera como **soluciones pasivas** a aquellas partes del diseño que actúan por sí mismas, sin necesidad de consumo energético o con intervenciones mínimas por parte del usuario; por ejemplo: orientaciones adecuadas para la envolvente, diseño de dispositivos de control solar, integración de estanques y vegetación, entre otros.

Algunas de ellas consisten en aprovechar las cualidades biológicas, químicas y físicas de los materiales para hacer más eficiente el uso de los recursos naturales, por ejemplo: colectores solares para el calentamiento de agua, en lugar de calentadores de gas.

Figura 31: Soluciones pasivas



Fuente: Johanna Apolo ©

### 5.1.3 Recomendaciones bioclimáticas para el diseño de una vivienda<sup>59</sup>

Estas recomendaciones son útiles para mejorar el confort de un espacio habitable, al mismo tiempo que se ahorra energía. Se dividen en urbanas y arquitectónicas. Las primeras se refieren a la orientación de manzanas con respecto al eje eólico y solar<sup>60</sup> y las segundas son aplicables al proyecto arquitectónico, se refiere a la disposición interior, a las características de la envolvente, aperturas, cerramientos, etc.

Según la Guía para el uso eficiente de la energía en la vivienda de CONAFOVI<sup>61</sup>, las recomendaciones aplicables al proyecto arquitectónico se pueden clasificar en:

- **Generales del proyecto:** ubicación en el lote, configuración, orientación de la fachada más larga, localización de las actividades, tipo de techo, altura de piso a techo.
- **Control solar:** rematamientos y saliente en fachada patios interiores, aleros, pórticos, balcones, vestíbulos, tragaluces, parteluces, vegetación.
- **Ventilación:** unilateral y cruzada.
- **Ventanas:** ubicación en fachada según dimensión, ubicación según nivel de piso interior, formas de abrir, protección.
- **Materiales y sistemas constructivos:** techumbres, muros exteriores, muros interiores y entrepiso, pisos exteriores, color y textura de acabados exteriores.

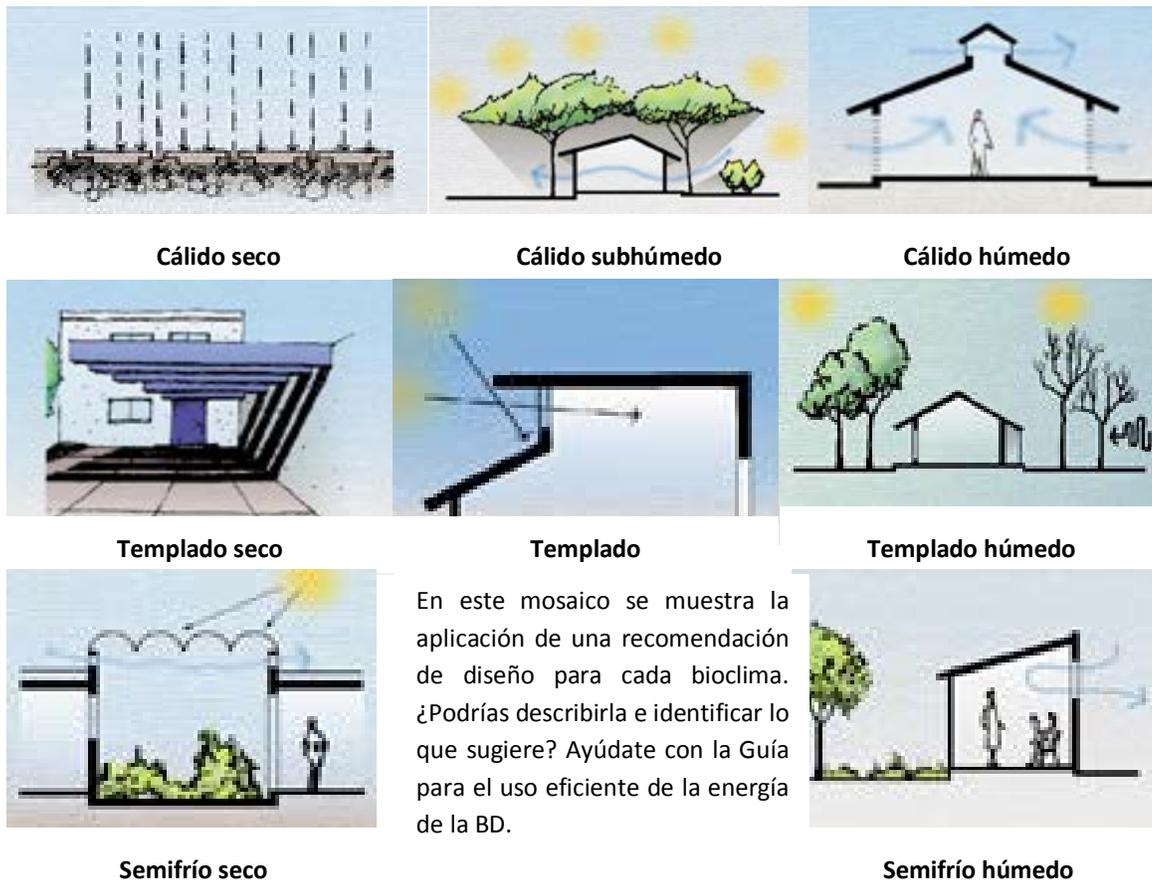
---

<sup>59</sup> Basado en CONAFOVI, *Guía para el uso eficiente de la energía en la vivienda*. Primera edición, 2006, México, México.

<sup>60</sup> Basado en CONAFOVI, *Guía para el uso eficiente de la energía en la vivienda*. Primera edición, 2006, México, México.

<sup>61</sup> Basada en trabajos de King (1994), Moreno (2003) y Morillón (2005)

Figura 32: Mosaico de estrategias bioclimáticas



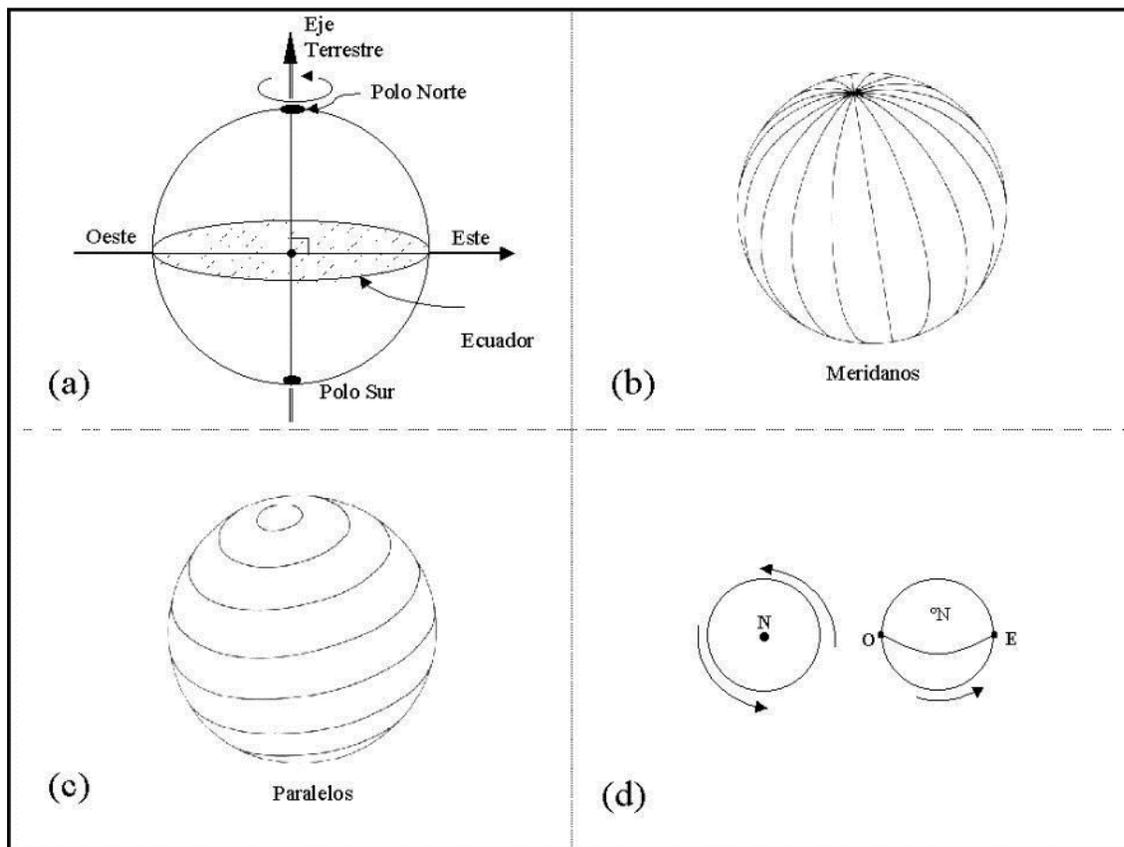
En este mosaico se muestra la aplicación de una recomendación de diseño para cada bioclima. ¿Podrías describirla e identificar lo que sugiere? Ayúdate con la Guía para el uso eficiente de la energía de la BD.

Fuente: *Guía para el uso eficiente de la energía en la vivienda* Primera edición, 2006. CONAFOVI (ahora Conavi)

### 5.1.4 Trayectoria solar

Mediante un diseño que tome en cuenta la trayectoria solar, es posible tener edificios bien iluminados que utilicen la iluminación artificial menos horas al día, para reducir el consumo de energía eléctrica por este concepto. Además, una buena orientación permite un control de temperatura adecuado, lo que disminuye el consumo de energía por climatización artificial del edificio (equipos de aire acondicionado y/o calefacción) para lograr el confort térmico.

**Figura 33: Diagrama esquemático que muestra: (a) eje terrestre, ecuador y los polos; (b) los meridianos; (c) los paralelos; y (d) la dirección de rotación de la Tierra alrededor de su eje.**

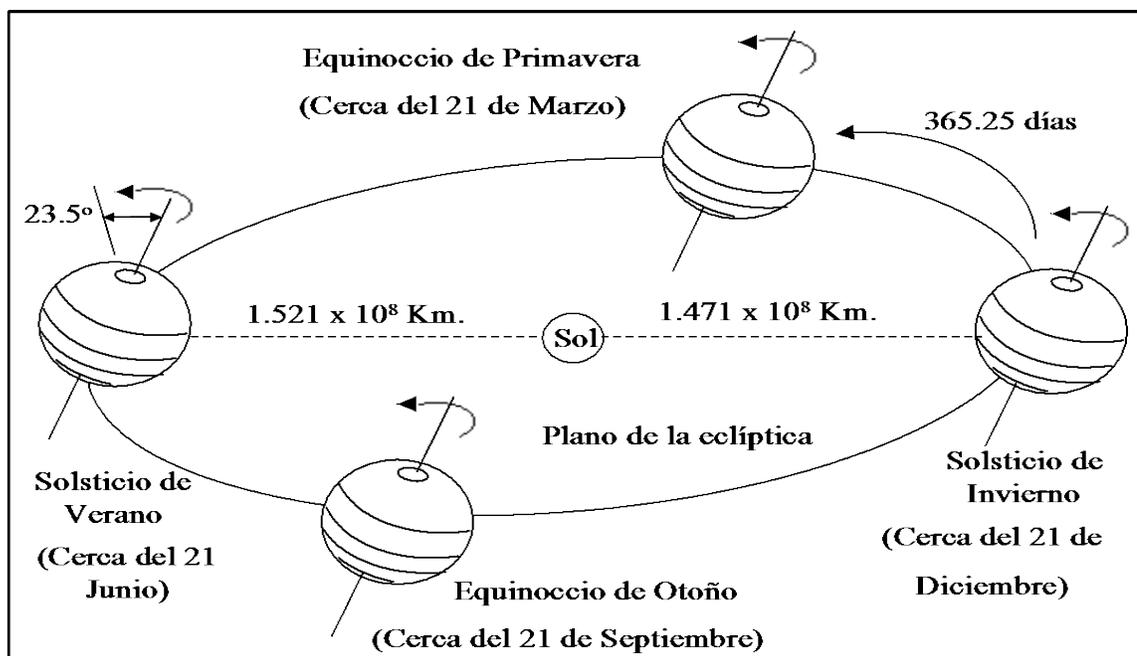


Fuente: Conalep, MD 5 Envoltentes arquitectónicas

Para localizar cualquier punto sobre la superficie de la Tierra se requiere de dos magnitudes angulares: la **longitud** y la **latitud**. Para su correcta definición se considerará que la Tierra es una esfera perfecta. Cualquier punto al que se haga referencia se considerará que está sobre la superficie terrestre, y por conveniencia, a nivel del mar. Los términos eje de la Tierra, ecuador, polos terrestres y puntos cardinales, meridianos y paralelos; que son de uso común serán definidos de la siguiente manera:

- **Eje terrestre:** Es la línea recta imaginaria alrededor de la cual se realiza el movimiento de rotación de la Tierra, es decir es una recta alrededor de la cual la Tierra gira diariamente.
- **Ecuador:** Es una circunferencia imaginaria cuyo plano es ortogonal al eje terrestre y que divide a la Tierra en dos semiesferas llamadas Hemisferios; el Norte y el Sur. El círculo definido por el ecuador se le llama plano ecuatorial.

**Figura 34: Trayectoria de la Tierra alrededor del Sol donde se muestra la declinación del eje terrestre y los días que corresponden a los solsticios y equinoccios**



*Fuente: Conalep, MD 5 Envoltentes arquitectónicas*

- **Polos terrestres:** Son dos puntos opuestos sobre la superficie terrestre definidos por el eje de la Tierra. También se pueden establecer de una manera general de la manera siguiente: Puntos opuestos de una esfera que definen una línea recta vertical que pasa por el centro de ésta. Al punto superior se le llama Polo Norte y al inferior se le llama Polo Sur. Al considerar el plano ecuatorial, resulta que el Polo Norte queda arriba del ecuador, mientras que el Polo Sur queda debajo de éste. Así que el Ecuador divide a la Tierra en el Hemisferio Norte y el Hemisferio Sur.
- **Puntos cardinales:** Cualquier observador en la Tierra “ve” salir el Sol por un punto y ocultarse por otro. Al punto por donde sale el Sol se le llama Este, mientras que al punto por donde se oculta se le llama Oeste. Estos puntos son totalmente opuestos y definen una línea recta imaginaria que resulta ser perpendicular a la recta definida por los polos. Ambas rectas definen los 4 puntos Polo Norte, Polo Sur, Este y Oeste llamados los puntos cardinales. Considerando estas definiciones, la Tierra gira en dirección hacia el Este, y si se observa a ésta desde arriba del Polo Norte, su movimiento de rotación resulta ser en contra de las manecillas del reloj.
- **Meridianos, longitud y tiempo solar:** Los meridianos son semicircunferencias que pasan por los polos y cuyo radio es igual al radio de la Tierra. Su centro es el centro de la Tierra. Dos meridianos consecutivos

definen una rebanada de esfera que en el lenguaje común, aplicado a los cítricos, se le llaman “gajos”. La identificación de los meridianos es de gran importancia en nuestra vida cotidiana ya que son los que definen el concepto de tiempo solar. Además, definen una de las coordenadas necesarias llamada la longitud, abreviada por long., para la localización de un punto sobre la superficie terrestre.

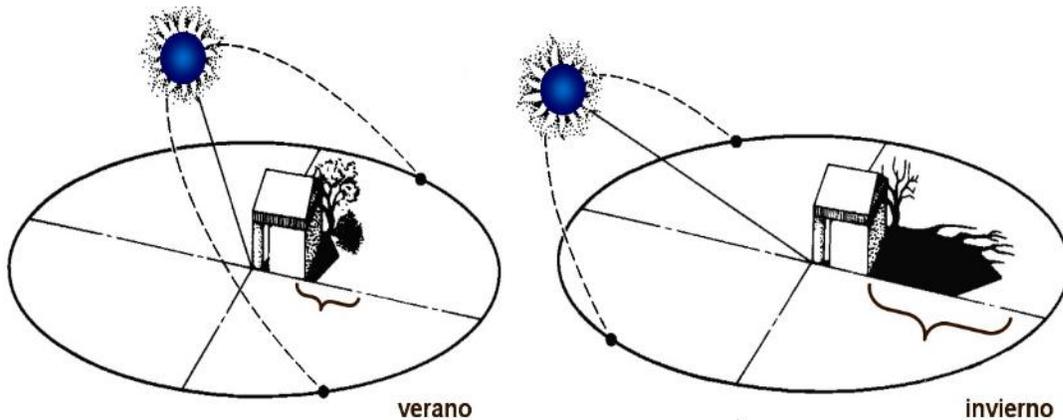
Como la circunferencia tiene 360°, se podrán trazar imaginariamente 360 meridianos, cada uno espaciado un arco de tamaño de un grado respecto de su consecutivo; o también, 24 meridianos cada uno espaciado con un arco de 15°. En general, se pueden trazar tantos meridianos como se quiera. Para trazarlos, es necesario tener una referencia a través del cual se especifica cualquier otro.

Por convención internacional, al meridiano de referencia se le llama meridiano de Greenwich (MG) y es el meridiano que pasa cerca del observatorio Real de Greenwich, Londres, Inglaterra, correspondiéndole una longitud de cero grados. La longitud se mide refiriéndola hacia el Este o hacia el Oeste del MG, con un valor máximo de 180°, que corresponde a la semicircunferencia opuesta del MG.

Esta inclinación en el eje de la Tierra y su posición en la trayectoria alrededor del Sol es la que determina las estaciones del año primavera, verano, otoño e invierno.

De acuerdo a la posición en la que se encuentre se perciben días más largos y noches más cortas o, por el contrario, días más cortos y noches más largas.

**Figura 35: Trayectorias solares en verano e invierno**



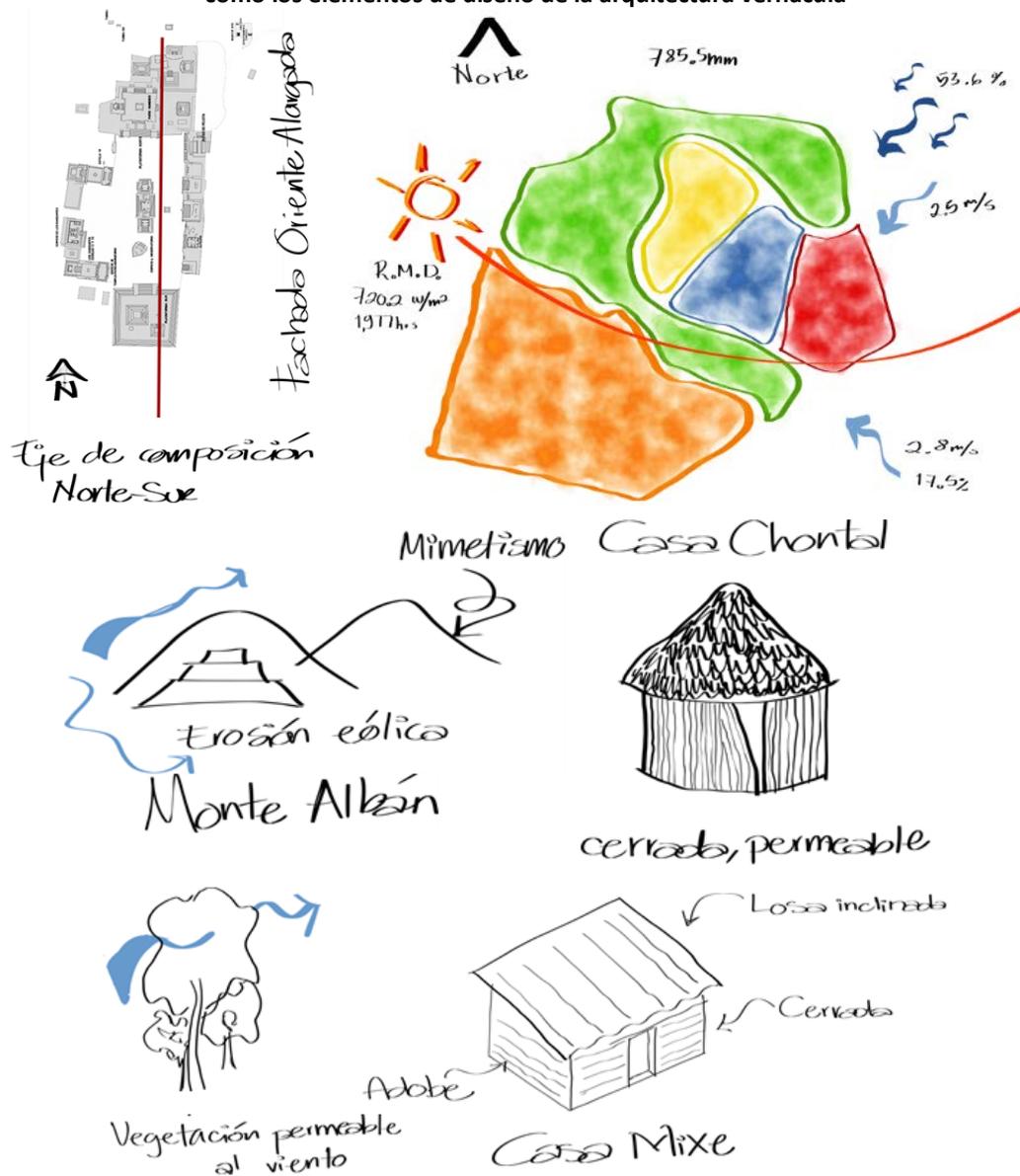
*Fuente: Conalep, MD 5 Envoltentes arquitectónicas*

## 5.2 Estudio bioclimático<sup>62</sup>

Un estudio bioclimático analiza parámetros climáticos y ambientales de una región geográfica e identifica su relación con los rangos de confort humano, a través de ello determina las estrategias de diseño necesarias para construir espacios saludables y cómodos.

Existen diferentes metodologías para llevarlo a cabo, algunas incluyen factores socioculturales y elementos ambientales, además de los datos climáticos. A continuación, presentamos un resumen general y actualizado, basado en los pasos de la metodología desarrollada por los hermanos Olgyay en 1963, y que se divide en 4 pasos: a) análisis climático, b) evaluación biológica, c) soluciones tecnológicas, d) expresión arquitectónica.

**Figura 36: Esquemas de análisis bioclimático, que contemplan tanto las condiciones climáticas como los elementos de diseño de la arquitectura vernácula**



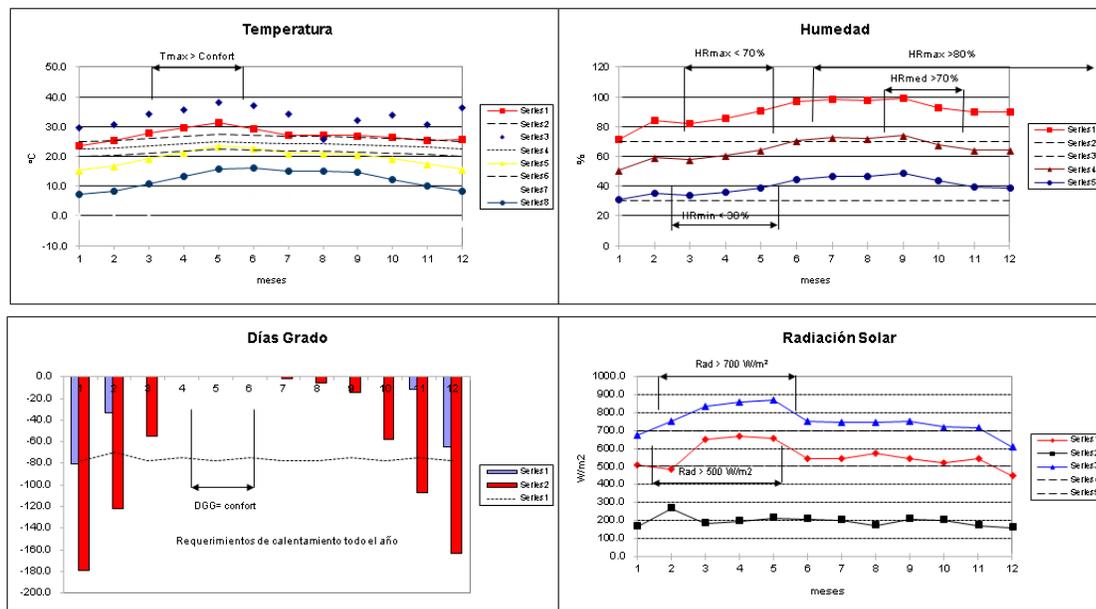
Fuente: Tania Ramírez©

<sup>62</sup> RAMÍREZ, Tania, et al., «Apuntes de clase» en *Especialización en diseño bioclimático*, N.P, México, 2011

## 5.2.1 Análisis climático.

En esta primera etapa, se analizan los elementos climáticos de la localidad. Los datos anuales de temperatura, humedad, radiación y efectos del viento<sup>63</sup> se organizan y grafican de tal modo que podamos obtener información relevante sobre ellos, por ejemplo: conocer los meses más cálidos y los más fríos, la cantidad de precipitaciones y presencia de fenómenos meteorológicos inusuales, las cantidades de radiación identificación de vientos dominantes. Los datos que necesitamos en esta etapa los obtenemos de las Normales Climatológicas, que son tablas donde se indican los “valores medios de los elementos meteorológicos (temperatura, humedad, precipitación, evaporación, etc.) calculados con los datos recabados durante un periodo largo y relativamente uniformes”. Es deseable que estos valores provengan de datos observados por 30 años, o de un mínimo de 20 años

**Figura 37: Gráficas de análisis de parámetros climáticos**



Las gráficas de temperatura y días grado, nos ayudarán a determinar las necesidades de calentamiento o enfriamiento para alcanzar el confort. La gráfica de radiación solar, nos sirve para conocer el potencial de calentamiento natural, dimensionar ventanas, calentadores solares, fotoceldas y estufas solares. La gráfica de humedad ayuda para determinar si la humedad es o no un problema en la localidad.

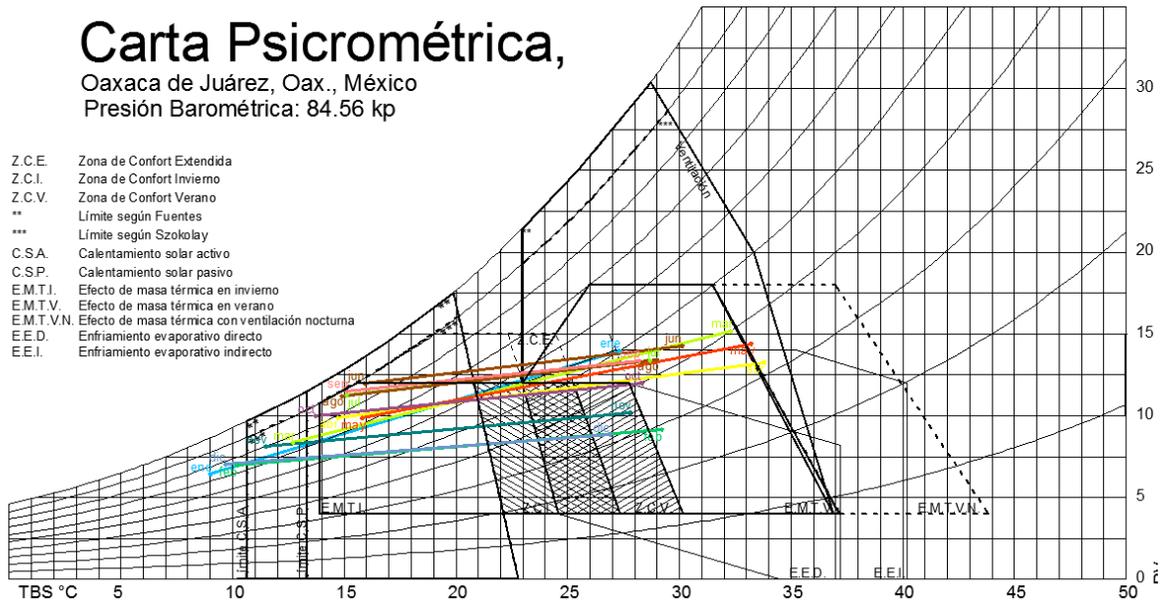
Estas gráficas fueron tomadas de un análisis climático realizado con las hojas de cálculo diseñadas por Víctor Fuentes Freixanet en la Universidad Autónoma Metropolitana. No se presenta el análisis completo, que también incluye gráficas del índice ombrotérmico, de dirección, frecuencia y fuerza de los vientos, nubosidad e insolación.

*Fuente: Gráficos generados con las hojas de cálculo de Víctor Fuentes Freixanet*

<sup>63</sup> FUENTES, Víctor. *Arquitectura Bioclimática*, [en línea], México, s. a. <<https://es.scribd.com/doc/102028439/Arquitectura-Bioclimatica-Victor-Armando-Fuentes-Freixanet>>. [Consulta: 2014].

## 5.2.2 Evaluación biológica

En esta etapa, los datos climatológicos se integran a herramientas que contemplan los rangos de confort humano. Entre estas se encuentran las cartas bioclimática, psicrométrica, estereográfica y de temperatura efectiva corregida, los triángulos de Evans, matrices bioclimáticas, entre otras.



“La psicrometría es la parte de la física que está ligada a las propiedades termodinámicas del aire húmedo y es a través de este diagrama que se estudian dichas propiedades.

La carta psicrométrica es un diagrama en donde se definen las relaciones entre la temperatura de bulbo seco (TBS) y la de bulbo húmedo (TBH), la presión de vapor de agua y la humedad absoluta, la humedad relativa, el volumen específico y la entalpía.

Contando con dos de estos parámetros es posible graficar las características energéticas y de humedad de una mezcla de aire seco con vapor de agua.

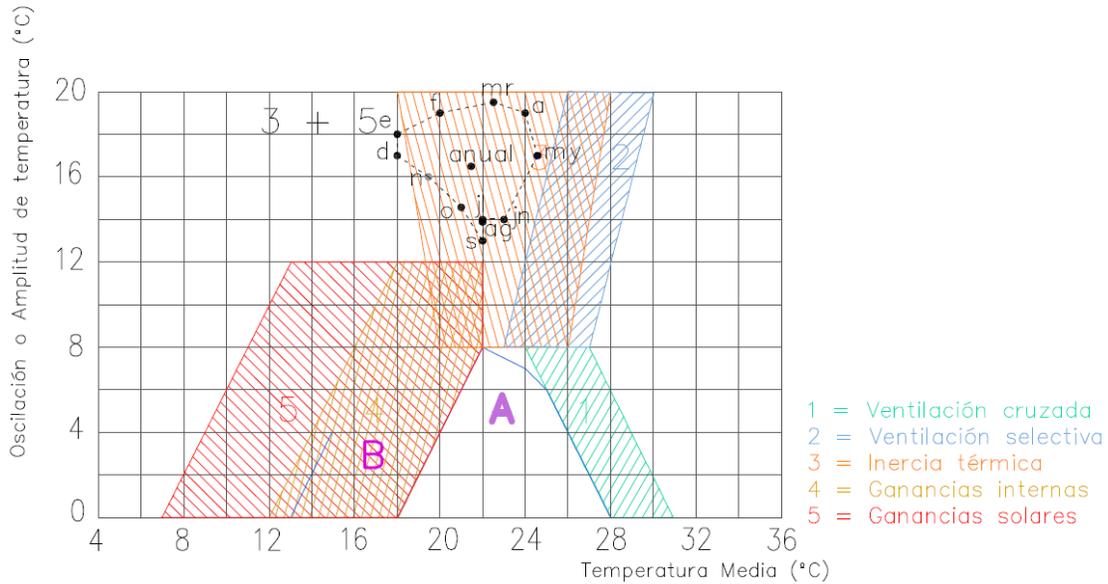
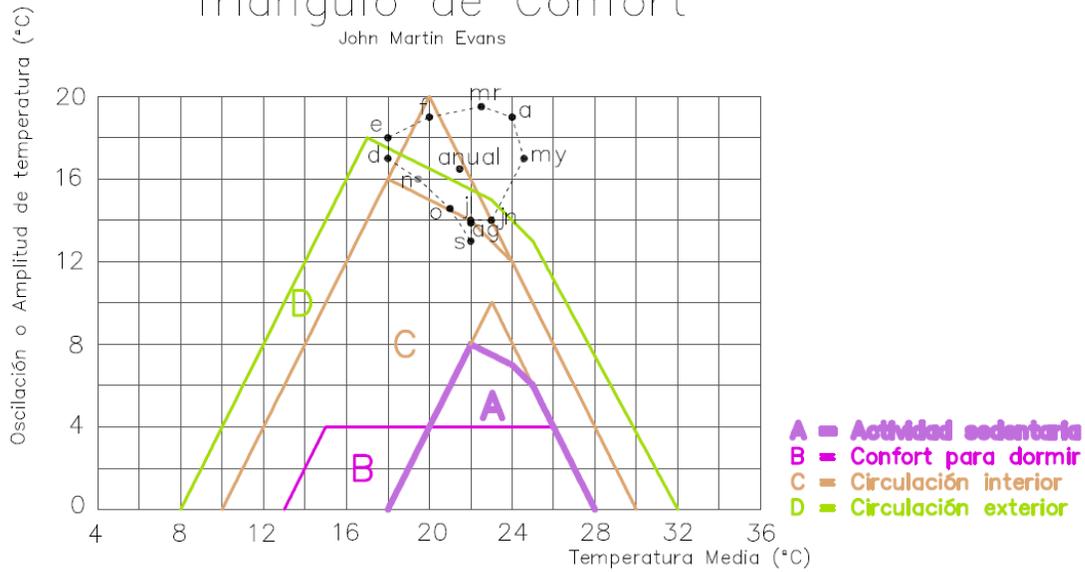
Baruch Givoni fue el primero en utilizar esta carta con fines arquitectónicos, definiendo zonas de confort y rangos para varias estrategias de diseño: calentamiento, ventilación, humidificación, enfriamiento evaporativo, masa térmica, masa térmica con ventilación nocturna y sistemas activos o convencionales de acondicionamiento del aire.

En este diagrama se establece una relación entre las temperaturas de bulbo seco y la humedad relativa mínimas y máximas promedio de cada mes, estableciendo con esta relación un rango que tocará diferentes estrategias.”

Fuente: Tania Ramírez ©

## Triángulo de Confort

John Martin Evans

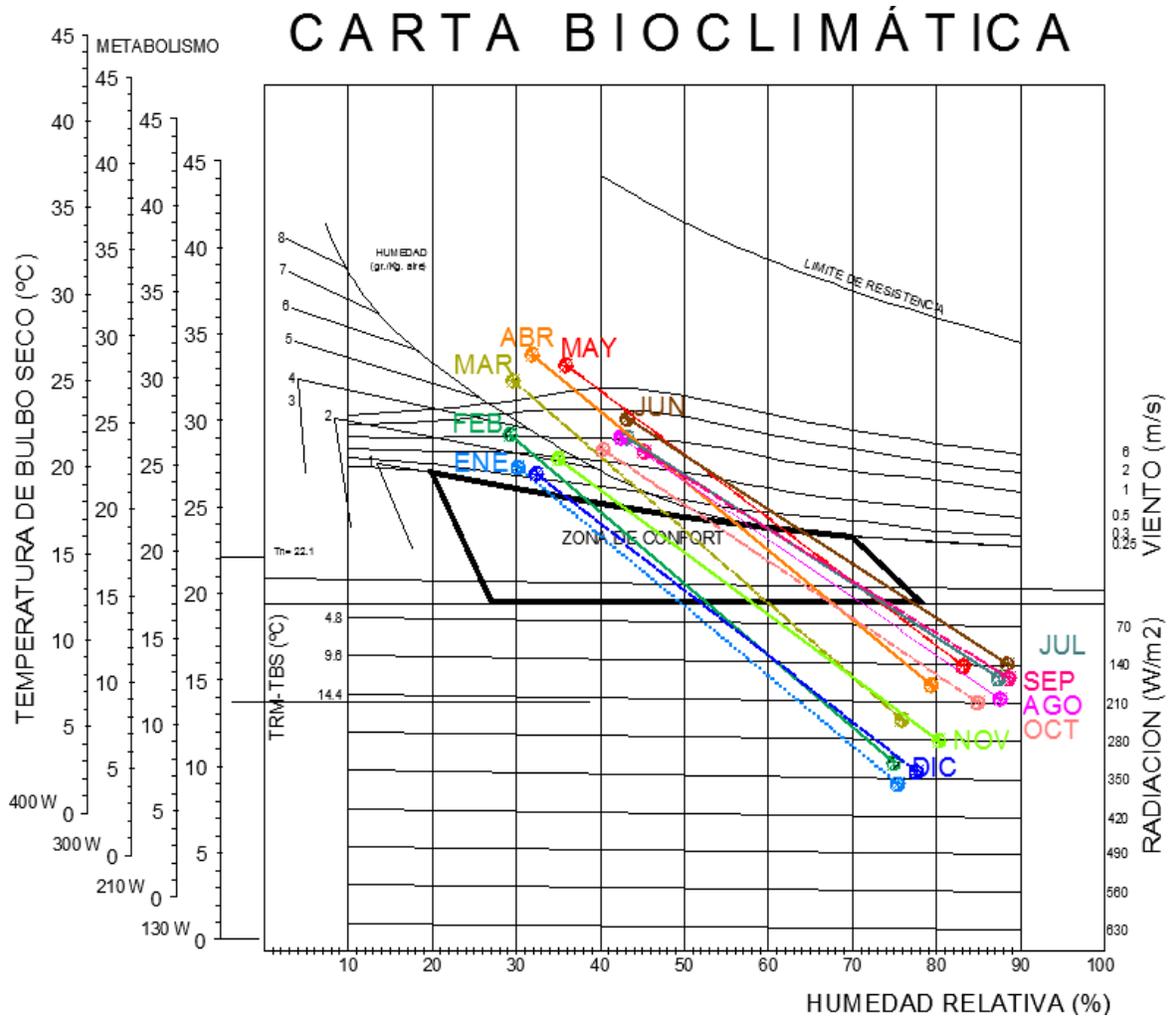


Estrategias Bioclimáticas

Los triángulos de John Martin Evans, relacionan la oscilación térmica con la temperatura media mensual. Sirve auxiliar para conocer las áreas del proyecto que podrían estar en confort, de acuerdo con sus características de ocupación: las condiciones que para un jardín son deseables, pueden estar contraindicadas en los dormitorios.

**Figura 39: Triángulos de Evans**

Fuente: Tania Ramírez ©



La carta bioclimática de Olgay es una de las más empleadas en el análisis bioclimático. Permite establecer una relación entre la humedad relativa (eje x) y la temperatura de bulbo seco (eje y); a la vez que indica si la condición dominante de cada mes, parecerá o no confortable a los usuarios de acuerdo con la temperatura neutra local y un área de confort higrométrico.

Ubicando las coordenadas de temperaturas máximas con humedades mínimas y viceversa, se traza una línea que mostrará cuales son los requerimientos de radiación (Watt/m<sup>2</sup>), ventilación natural (m/s) y humedad relativa (gr/Kg. aire) para climatizar naturalmente un espacio y llevar al usuario a un estado de confort.

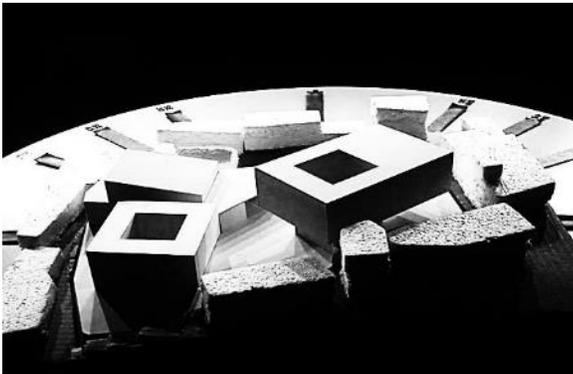
Es de gran utilidad para el dimensionamiento de las estrategias que sugieren otros métodos y para comparar como varían los requerimientos de acuerdo con las actividades que se lleven a cabo en las edificaciones.

**Figura 40: Carta bioclimática**

Fuente: Tania Ramírez ©

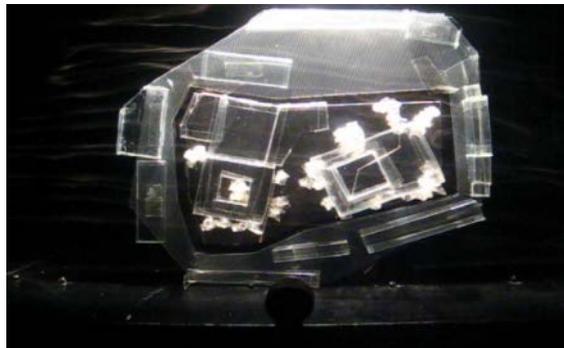
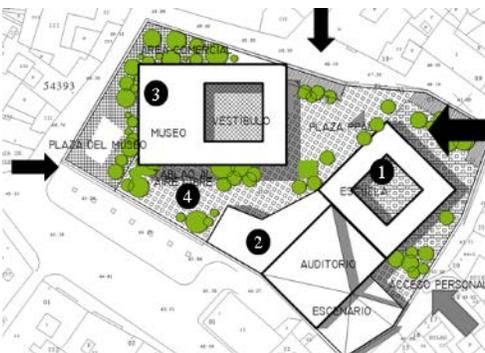
### 5.2.3 Soluciones tecnológicas

Una vez identificados los requerimientos de confort, se procede a buscar soluciones tecnológicas. En esta etapa se realizan cálculos y simulaciones con modelos físicos (maquetas) y por computadora, mediante los cuales se determina la orientación y formas de la envolvente, el efecto de la trayectoria solar en la iluminación y temperatura del edificio, el comportamiento de los vientos al interior y sus efectos térmicos y de ventilación, y balance térmico. En algunos casos se consideran estudios acústicos, de radiación, o de contaminación del aire, entre otros.



**Arriba.** Análisis solar: en una maqueta de anteproyecto se estudia en el helidón, que es un simulador de la trayectoria aparente del sol sobre la tierra a lo largo del día y el año en una latitud determinada. Las pruebas se realizan para solsticios y equinoccios, de las 5 am a las 7pm. Con ello se identifican las sombras y penetración solar del proyecto a lo largo del año.

**Abajo.** Análisis eólico: una maqueta de ante proyecto es estudiada en el túnel de viento, que es una herramienta que simula la dirección del viento y permite visualizar su comportamiento en el conjunto e interiores del proyecto.



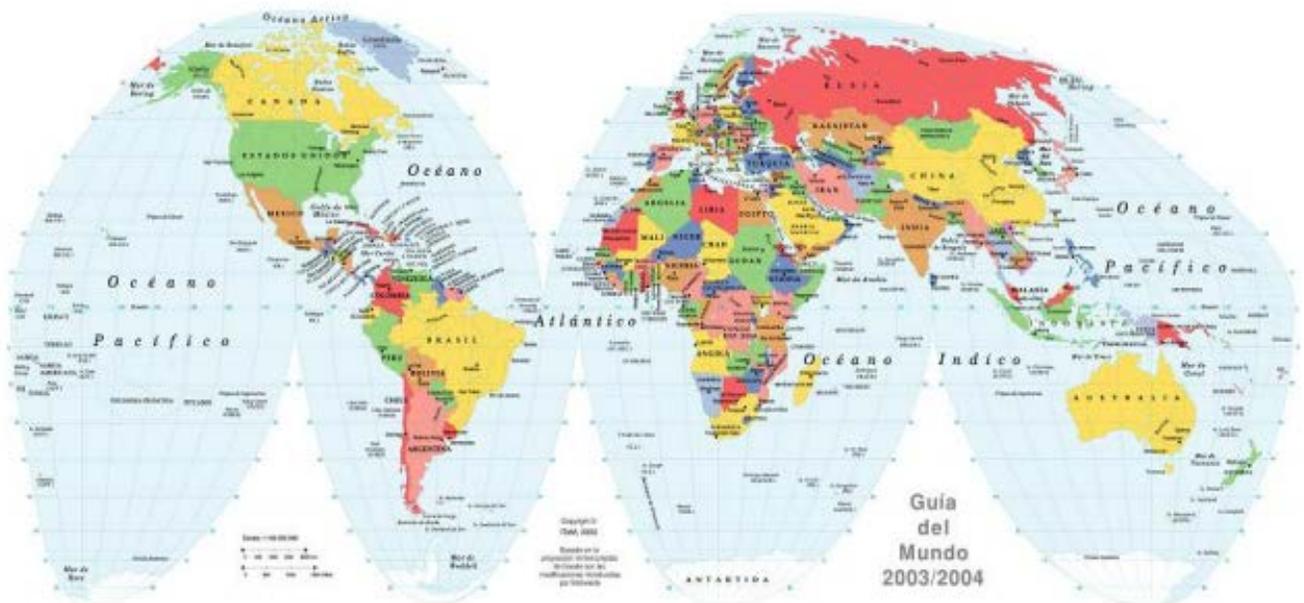
**Figura 41: Análisis solar y de viento con maquetas**

*Fuente: Concurso Museo del Flamenco, Tania Ramírez ©*

### 5.2.4 Expresión arquitectónica

Con base en los resultados arrojados por las 3 primeras etapas, se procede al diseño arquitectónico. En esta fase se seleccionan materiales, volumetrías, y otros elementos de diseño. Actualmente la etapa 3 y 4 se encuentran muy relacionadas, ya que es posible ir de una a la otra para evaluar los efectos que cada decisión de diseño tiene sobre el confort y evitar errores desde la etapa de anteproyecto.

### 5.3 Ejemplos internacionales de arquitectura bioclimática



En este apartado, te presentamos ejemplos de arquitectura bioclimática internacional, con los elementos que ya tienes, serás capaz de identificar las condiciones climáticas de su emplazamiento, y distinguir las estrategias de diseño que han sido aplicadas a estos proyectos.

### 5.3.1 Clima muy seco

#### **Hotel Alto Atacama, Atacama, Chile**

El desierto de Atacama, en Chile, es el más seco del mundo, la precipitación pluvial es casi nula, se registran lluvias únicamente cada 40 años, la última fue en 1971<sup>64</sup>. Las temperaturas son extremas, pudiendo llegar a 45°C en verano y a 25°C bajo cero en invierno, aunque se mantiene en rangos que van de los 0°C a los 30°C en promedio.

**Imagen 30: Hotel Alto Atacama, Chile**



Fuente: Alto Atacama, <<http://www.altoatacama.com>>

Alto Atacama es un hotel de lujo, ubicado a 3 kilómetros del pueblo de Atacama. Ofrece un paisaje único, belleza natural y tranquilidad incomparables. Su arquitectura respetuosa del entorno se mimetiza bajo las sombras que dejan las ruinas del Pucará de Quito<sup>65</sup>.

**Uso del edificio:** Hotel

**Materiales de construcción:** Muros y losas elaborados con paneles prefabricados de concreto armado con núcleo de poliestireno expandido. El acabado de muros exteriores es una mezcla de tierra, arena y yeso; en el interior se agregó paja a la mezcla, para dar la apariencia de adobe.

Los muros decorativos son también placas de concreto armado, con acabado de laja de piedra. Algunos pisos son de madera.

<sup>64</sup> CIENCIA POPULAR, *Meteorología Extrema*, [en línea], s.l., s. a., <<http://www.cienciapopular.com/>>. [Consulta:2012]

<sup>65</sup> *Descripción general*. [Alto Atacama en línea], s.l., s. a., <<http://www.altoatacama.com/espanol/>>. [Consulta:2012]

**Estrategias bioclimáticas:** El sistema constructivo, además de la función de soporte, cumple con funciones de aislante térmico y acústico, gracias a los paneles de poliestireno expandido. Las ventanas son de termopanel y los marcos son de PVC para mantener estable la temperatura interior, y proteger al usuario de las variaciones del tiempo.

Los volados (aleros) funcionan como dispositivos de control solar

Cuenta con un pozo con sistema de purificación de agua. Las aguas servidas, van a una cisterna en donde recibe tratamiento para su posterior uso como agua de riego.

### 5.3.2 Clima cálido-húmedo

#### *Centro Cultural Jean-Marie Tjibaou, Nueva Caledonia, Oceanía*

Imagen 31: Exterior de uno de los pabellones, a la derecha una vivienda Kanak que sirve de inspiración



Wikipedia Commons y Fanny Schertzer©

Nueva Caledonia es un archipiélago de Oceanía, ubicado en el trópico de Capricornio. La temperatura máxima es de 28°C y la mínima de 17°C, la temperatura media es de 23°C<sup>66</sup>. Presenta lluvias en verano, que alcanzan los 1,500 mm<sup>67</sup>.

El Centro Cultural Jean-Marie Tjibaou está construido en Numea, capital de Nueva Caledonia, dentro de una reserva natural, a lo largo de la costa. El proyecto busca honrar a la cultura aborigen Kanak.

La organización general del proyecto se presenta como un poblado tradicional canaco, donde cada uno de los 10 pabellones que lo componen está agrupado en torno a un atrio central, que los une y los comunica<sup>68</sup>.

**Imagen 32: Vista de conjunto del Centro Cultural Jean-Marie Tjibaou**



Fuente: Dorian Buchi@, <<http://2.bp.blogspot.com>>

### 5.3.3 Clima frío (o de hielos perpetuos)

#### **Refugio alpino Monte Rosa, Alpes Suizos**

El clima polar, se caracteriza porque la temperatura media de todos los meses es inferior a °C, por lo que el verano es prácticamente inexistente. Como podrás observar en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, no hay ningún tipo de vegetación. En México es prácticamente inexistente, se encuentran variaciones con gran semejanza en las cumbres altas de las sierras nevadas.

El Macizo del Monte Rosa es un macizo montañoso que se encuentra en las regiones italianas del Piamonte y el Valle de Aosta y en el cantón de Valais (Wallis) de Suiza. Está en la parte oriental de los Alpes Peninos, en la

<sup>66</sup> GOBIERNO DE NUEVA CALEDONIA, *Página de gobierno*, [en línea], Nueva Caledonia, s. a., <<http://www.nouvelle-caledonie.gouv.fr/site/La-Nouvelle-Caledonie/Donnees-Geographiques>>. [Consulta:2012]

<sup>67</sup> IEOM, *Reporte anual*, [en línea] Nueva Caledonia, 2010, <[http://www.ieom.fr/IMG/pdf/ra2010\\_nouvelle-caledonie.pdf](http://www.ieom.fr/IMG/pdf/ra2010_nouvelle-caledonie.pdf)>. [Consulta:2012]

<sup>68</sup> SILVA RUIZ, Andrea, *Blog de Notas Arquitectónicas*, [en línea], s. l., 2008, <<http://ac.silvaruiz.free.fr/blog/index.php?2008/12/07/73-renzo-piano-y-su-centro-cultural-jean-marie-tjibaou-en-nueva-caledonia>>. [Consulta:2012]

misma sierra de montañas que el Cervino<sup>69</sup>. Es un clima Glaciar, que fácilmente llega a los 40°C bajo cero, aunque mantiene temperaturas promedio de -7.1 °C y -35°C<sup>70</sup>. Las nevadas son frecuentes y los hielos permanentes.

**Uso del edificio:** Albergue para alpinistas

**Materiales de construcción:** Madera, paneles aislantes a base de placas de madera, aluminio y lana mineral de alta densidad, ventanas con capa de aire y marco aislante, vidrios dobles.

**Estrategias Bioclimáticas:** El agua de deshielo se recoge en una instalación de 200.000 m<sup>3</sup>. Después de usarse en la cocina y en las duchas, se recicla para emplearse en los sanitarios y es tratada antes de devolverse al ambiente. Los cuartos, las escaleras internas y el comedor son de madera. Toda la energía eléctrica y calorífica es generada con fotoceldas.

La obra de este refugio alpino, corrió a cargo de la Escuela Politécnica Federal de Zúrich (EPFZ) en cooperación con el Club Alpino Suizo (CAS) y servirá también como laboratorio para tecnologías de construcción civil sostenible<sup>71</sup>.

**Imagen 33: Refugio alpino Monte Rosa**



Tonatiuh Ambrosetti©, <<http://www.neuemonterosahuette.ch>>

<sup>69</sup> WIKIPEDIA, *Macizo del Monte Rosa*, [en línea] s.l., s. a., <[http://es.wikipedia.org/wiki/Macizo\\_del\\_Monte\\_Rosa](http://es.wikipedia.org/wiki/Macizo_del_Monte_Rosa)>. [Consulta:2012]

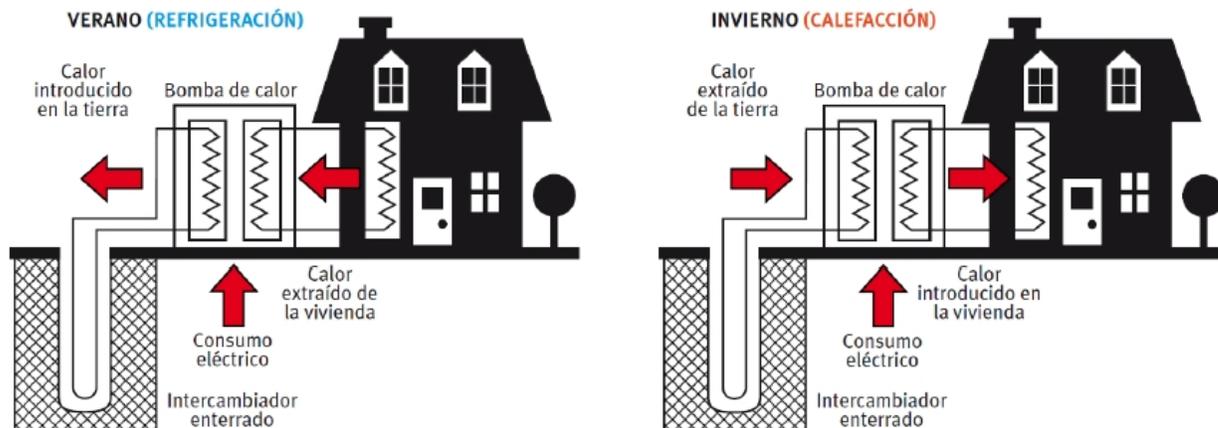
<sup>70</sup> METEOGIORNALE, [en línea] s.l., s. a., <<http://www.meteogiornale.it/notizia/2920-1-capanna-margherita-venti-volte-a-30-c>>. [Consulta:2012]

<sup>71</sup> SWISS INFO, [en línea] s. l., 2010., <[http://www.swissinfo.ch/spa/Portada/Actualidad/Un\\_refugio\\_alpino\\_como\\_laboratorio\\_del\\_futuro.html?cid=904202](http://www.swissinfo.ch/spa/Portada/Actualidad/Un_refugio_alpino_como_laboratorio_del_futuro.html?cid=904202)>. [Consulta:2012]



## Unidad B - Caracterización de energías renovables y eficiencia energética

En esta unidad se introduce el tema de energía en general y la necesidad de manejar la energía de una forma más eficiente. Al inicio se explica el concepto de la eficiencia energética y la eficiencia energética en la edificación (EEE), el segundo subcapítulo detalla las diferentes tecnologías de energías renovable y sus aplicaciones en México, y el tercer subcapítulo presenta una vista general sobre convenios internacionales y el nuevo marco legal en México para el ahorro de energía y la mitigación de emisiones frente al cambio climático.



La disminución en las reservas probadas de petróleo, el incremento en los precios internacionales de los combustibles fósiles y el impacto ambiental que genera su combustión, han originado que en México se incentiven nuevas modalidades de ahorro como de generación de energía. El aprovechamiento de las fuentes renovables de energía, como una opción viable para diversificar la matriz energética y, con ello, reducir la dependencia hacia los combustibles fósiles, cada día cobra mayor relevancia en la agenda política nacional. Del otro lado se identifican en todos campos grandes potenciales para manejar la energía que usamos de una forma más eficiente.

Pero antes de explicar a detalle los potenciales del ahorro de energía y recursos en el sector construcción, revisemos algunas preguntas básicas para entender en plenitud el tema de Eficiencia Energética en la Edificación: ¿Qué es energía y cómo se comporta?, ¿Qué tipos y formas de energía existen? y ¿Cuáles son los impactos negativos de nuestro patrón de consumo de energías y recursos sobre el medio ambiente y el Planeta?



## 6 Definiciones para el tema de energía

El término energía (del griego *enérgeia*: actividad, operación; de *energós*: fuerza de acción o fuerza trabajando) tiene diversas acepciones y definiciones, relacionadas con la idea de una capacidad para obrar, transformar, calentar o poner en movimiento.

En física, energía se define como la capacidad para realizar un trabajo. En tecnología y economía, energía se refiere a un recurso natural (incluyendo a su tecnología asociada) para extraerla, transformarla y darle un uso industrial o económico. *Wikipedia, 2014*

Existen diversos tipos de energía, se estudian en la física clásica, cuantitativa y relativista. También está presente en las reacciones químicas, por ejemplo al quemar leña o en la descomposición de biomasa que genera gases que se emiten a la atmósfera, o pueden ser captados y usados como energía alterna (en forma de "biogás" o transformados en electricidad).

Los campos clásicos de energía se dividen en energía mecánica, energía electromagnética y energía termodinámica. Para el campo de la construcción nos interesa la energía interna de los materiales aplicados; el instrumento científico para medir este tipo de energía, desde el inicio hasta el fin de su vida útil hasta su deposición final, es el Análisis de Ciclo de Vida. No obstante, durante la vida útil del edificio —el periodo de tiempo en el que es habitado— se consume más energía y es donde encontramos el mayor potencial de ahorro de energía eléctrica y energía térmica.

### Actividad 7: Discusión - Energía eléctrica y térmica en la edificación



Discutan: En el uso de los edificios ¿dónde se usa energía eléctrica? ¿En qué forma se encuentra la energía térmica? ¿Qué otro tipo de energía se encuentra en un edificio?

### 6.1 Transformación de la energía

Para la optimización de recursos y la adaptación a nuestros usos, necesitamos transformar unas energías en otras, en este proceso siempre debemos tener presentes los siguientes dos principios de la física:

— **"La energía no se crea ni se destruye; solo se transforma"**. De este modo, la cantidad de energía inicial es igual a la final. Este es el primer principio de la termodinámica y también se le conoce como *Ley de la conservación de la energía*.

**"La energía se degrada continuamente hacia una forma de energía de menor calidad —energía térmica—"**. Este se conoce como el segundo principio de la termodinámica y define el principio de *Entropía*. Explica que *ninguna transformación se realiza con un 100 % de rendimiento, ya que siempre se producen pérdidas de*

*energía térmica no recuperable.* El rendimiento de un sistema energético es la relación entre la energía obtenida y la que suministramos al sistema.

## 6.2 Unidades de medida de energía

La unidad de energía definida por el Sistema Internacional de Unidades es el Joule, que se define como el trabajo realizado por la fuerza de un newton en un desplazamiento de un metro en la dirección de la fuerza, es decir, equivale a multiplicar un Newton por un metro. Para la edificación y el consumo eléctrico usamos kilowatt hora (kWh), como nueva unidad de medida para el consumo energético de un edificio, incluyendo la energía térmica y eléctrica, se estableció el kWh / m<sup>2</sup> / año (kilowatt hora por metro cuadrado y año).

Tabla 7: Unidades de medida

Unidad de energía	Abreviatura	Equivalencias
Joule	<b>J</b>	1 kJ = 1000 J
Caloría	<b>cal</b>	4,1855 joule
Megajoule	<b>MJ</b>	1000 kJ = 239 kcal
Kilovatio hora	<b>kWh</b>	3 600 000 joule
Tonelada equivalente de petróleo	<b>Tep</b>	41 840 000 000 joule o 11 630 kWh o 1,435 toneladas de carbón mineral
Tonelada equivalente de carbón	<b>Tec</b>	29 300 000 000 joule o 8138,90 kWh
British Thermal Unit	<b>BTU o BTu</b>	1055.055 joule o 252 calorías

## 6.3 Conceptos de eficiencia energética

El ahorro de la energía en todas sus manifestaciones en los últimos años ha jugado un papel de suma importancia dentro del desarrollo de la humanidad y, en particular, en el sector industrial y en la construcción. En el caso particular de México se han comenzado a establecer programas, leyes y lineamientos en los diferentes sectores para que procesos industriales y constructivos, edificaciones y equipos eléctricos en nuestro país sean eficientes.

### Definición oficial de la Eficiencia Energética

LA LEY PARA EL APROVECHAMIENTO SUSTENTABLE DE LA ENERGÍA del 28 de noviembre de 2008 define en sus primeros Artículos:

IV. Eficiencia Energética: Todas las acciones que conlleven a una reducción económicamente viable de la cantidad de energía necesaria para satisfacer las necesidades energéticas de los servicios y bienes que requiere la sociedad, asegurando un nivel de calidad igual o superior y una disminución de los impactos ambientales negativos derivados de la generación, distribución y consumo de energía. Queda incluida dentro de esta definición, la sustitución de fuentes no renovables de energía por fuentes renovables de energía.

Para la implementación de medidas para ahorrar energía y hacer más eficientes los procesos y equipos se establecen tres etapas que se realizan en este orden:

1. Minimización de desperdicios / de consumo de energía: Analizar las pérdidas de un sistema y proponer condiciones y mejoramientos óptimos para la operación del sistema o equipo.
2. Optimización energética: Cuando se logró reducir los desperdicios energéticos (y recursos invertidos), se trata como siguiente tarea mejorar la eficiencia de los equipos y sistemas existentes, eso se puede realizar con bajas inversiones y ahorra la compra y aplicación de nuevos recursos.
3. Modernización: Las instalaciones, sistemas y equipos se sustituyen por tecnologías energéticamente más eficientes, lo que implica una inversión inicial mayor, la amortización se calcula para 2 hasta 15 años, según el campo de implementación y aplicación de la nueva energía.

### Actividad 8: Discusión - Estrategias para implementar medidas de ahorro para una vivienda



Busquen para cada una de las tres preguntas un ejemplo en el sector vivienda.

1. ¿Cómo se puede minimizar el consumo energético existente en una vivienda sin pensar en nuevas instalaciones?
2. ¿Cómo se pueden optimizar o mejorar las instalaciones o equipos existentes en la vivienda?
3. ¿Cuáles podrían ser las nuevas tecnologías que se instalan en una vivienda existente para reducir el consumo energético?

### 6.3.1 Eficiencia Energética en la Edificación

La edificación eficientemente energética es aquella que tiene un mayor aprovechamiento de los recursos climáticos y energéticos del lugar para que en forma natural alcance el confort deseado en el interior del lugar, logrando consumir menos energía que las edificaciones convencionales y reduciendo la dependencia de medios artificiales de refrigeración, calefacción e iluminación. Además, genera beneficios para la economía y la salud, de esta forma contribuye al desarrollo integral de las familias y mayor productividad en los negocios.

#### Para la edificación energéticamente eficiente en México

- La edificación eficientemente energética ahorra en climatización e iluminación, garantiza el confort térmico sin menospreciar la iluminación natural, controla el asoleamiento mediante aleros, parasoles, persianas móviles o fijas, y considera aberturas de manera a que favorezcan corrientes de aire fresco por convección.
- La edificación eficientemente energética cumple con las exigencias térmicas por medio de la utilización de muros, techos, cubiertas, ventanas y puertas que limiten los intercambios térmicos entre interiores y exteriores.
- La edificación eficientemente energética toma en cuenta la normatividad existente para el aislamiento térmico de las envolventes y de las instalaciones que permiten reducir el consumo energético. Además de que se le deben incorporar equipos de alta eficiencia que permitan reducir sus costos de facturación eléctrica sin demeritar las condiciones de confort de sus habitantes.

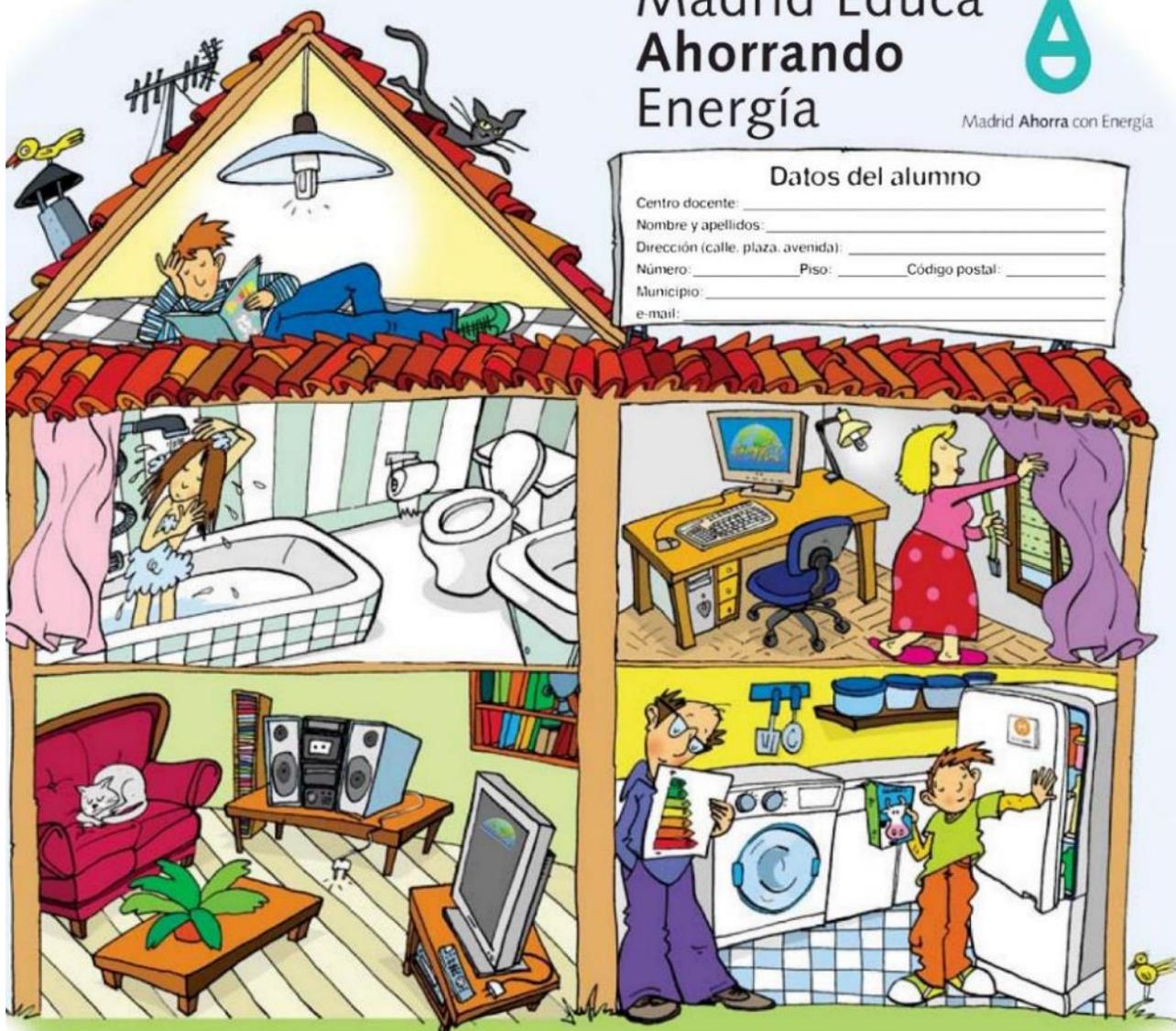
#### **Actividad 9: Encuesta– Consumo de energía en tu casa**

**(la Encuesta de dos páginas de MADRID EDUCA - AHORRANDO ENERGIA se encuentra también en la BD)**

**Lee cuidadosamente la encuesta**

**Observa durante una semana los consumos energéticos como se explican en las siguientes dos páginas y responde las preguntas al final.**

**Compara en clase los diferentes resultados de todos los compañeros.**



# Madrid Educa Ahorrando Energía



Madrid Ahorra con Energía

## Datos del alumno

Centro docente: \_\_\_\_\_  
 Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_  
 Dirección (calle, plaza, avenida): \_\_\_\_\_  
 Número: \_\_\_\_\_ Piso: \_\_\_\_\_ Código postal: \_\_\_\_\_  
 Municipio: \_\_\_\_\_  
 e-mail: \_\_\_\_\_

Colaboran:



El consumo en iluminación representa aproximadamente el 18 % del consumo eléctrico de cada hogar. Es importante elegir los modelos de bombilla de mayor duración y menor consumo y, desde luego, apagar las luces cuando no se utilizan. Y siempre que sea posible, aprovechar la luz del sol: es más natural, menos contaminante y, además, gratuita.

**Lámparas incandescentes**

Tienen un filamento metálico que se pone incandescente al pasar la corriente eléctrica a través de él, produciendo luz. Son las más baratas, pero las que menos duran (1.000-1.200 horas de luz) y las que más consumen. Casi el 95% de la electricidad consumida se desperdicia al convertirse en calor en vez de en luz.

**Lámparas halógenas**

Consumen más o menos la misma cantidad de energía que las lámparas incandescentes, pero duran hasta tres veces más (entre 2.000 y 3.000 horas de luz) y proporcionan más cantidad de luz y de mayor blancura. Algunos modelos utilizan un transformador electrónico que disminuye la pérdida de energía y permite un ahorro de electricidad de hasta el 30%.

**Lámparas de bajo consumo**

Son pequeños tubos fluorescentes adaptados a los casquillos comunes que pueden utilizarse como bombillas normales. Cuestan bastante más que las lámparas incandescentes pero, a la larga, suponen un ahorro importante porque consumen un 80% menos de electricidad y duran hasta ocho veces más (10.000 horas de luz).

Se encienden instantáneamente y apenas desprenden calor, aunque conviene usarlas para iluminaciones prolongadas, ya que tardan unos minutos en alcanzar su máxima potencia.

**Tubos fluorescentes**

Están llenos de gases, como el flúor, que emiten luz ultravioleta cuando una corriente eléctrica pasa a través de ellos. El recubrimiento interior del tubo fluorescente convierte los rayos ultravioleta en luz visible. Son más caros que las bombillas corrientes, pero consumen hasta un 80% menos de electricidad para la misma intensidad luminosa y tienen una duración entre 8 y 10 veces superior (6.000-10.000 horas de luz). Emiten una luz muy blanca y radiante, por lo que son ideales para zonas de trabajo, pero poco agradables en zonas de descanso y ocio.

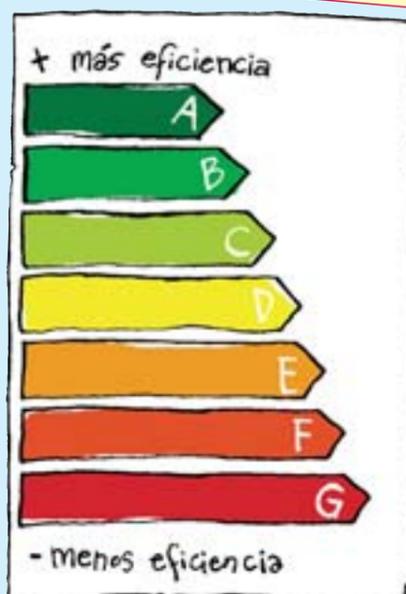
En habitaciones iluminadas con fluorescentes, no es conveniente apagar la luz cuando la ausencia va a ser inferior a 15-20 minutos, ya que se consume más energía al encenderlos que manteniéndolos sin apagar durante este periodo de tiempo.

Es importante no abrir las ventanas cuando está encendida la calefacción o el aire acondicionado. Las pérdidas de calor que se originan en las ventanas suponen entre el 25% y el 30% de las necesidades de calefacción. Además, al cerrar las persianas y correr las cortinas, evitamos que nuestra vivienda se caliente en verano y que se escape el calor en invierno.

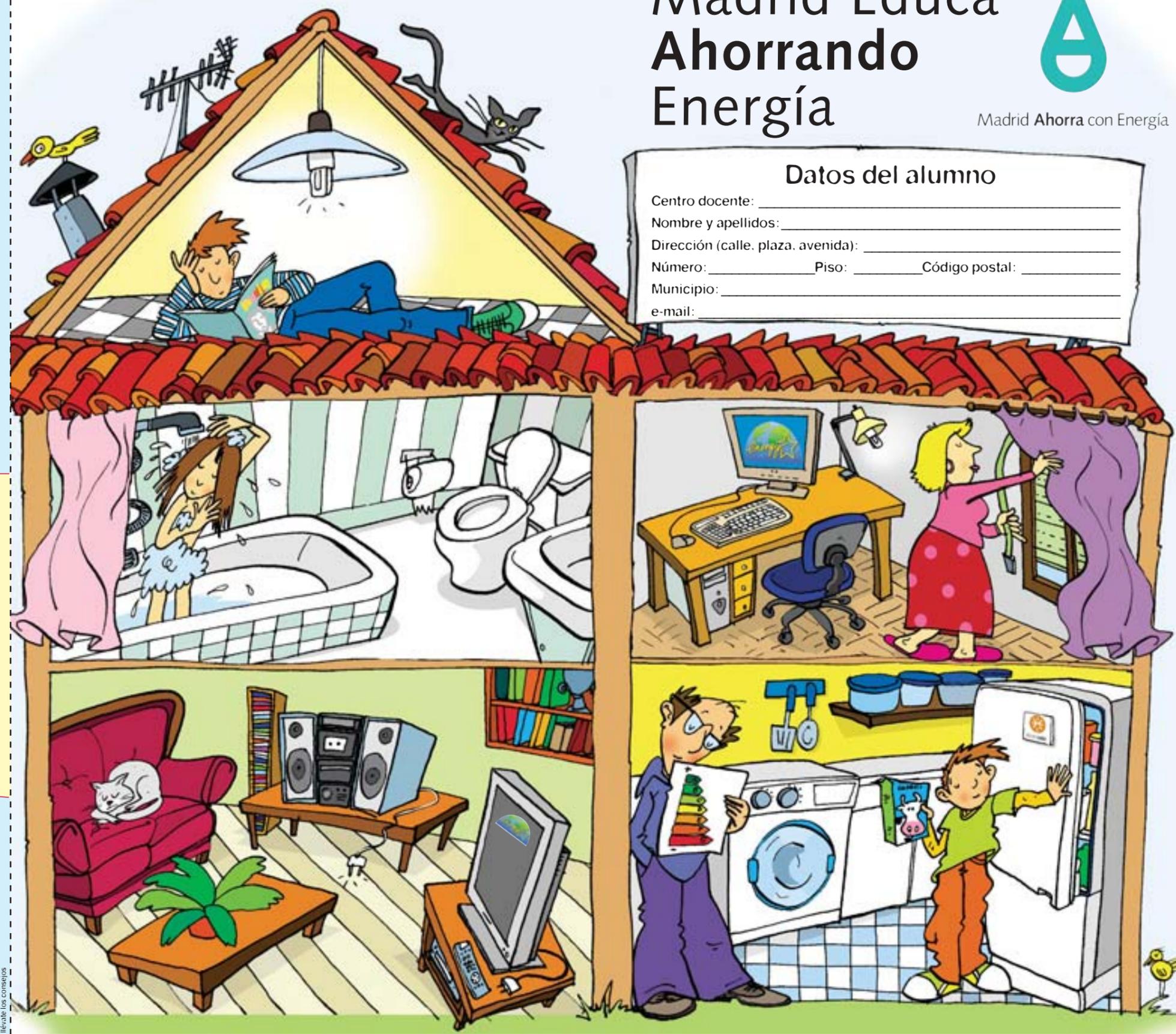
En invierno es suficiente poner el termostato a una temperatura de entre 19°C y 21°C durante el día, y de entre 15°C y 17°C durante la noche. La temperatura a la que esté programada la calefacción condiciona el consumo de energía. Por cada grado que aumentemos la temperatura, se incrementa el consumo de energía aproximadamente en un 7%. Lo mismo sucede con el aire acondicionado.

La etiqueta energética informa a los consumidores del grado de eficiencia energética de cada aparato. Hay siete clases de eficiencia, identificadas por un código de colores y letras. Para ahorrar dinero y energía es importante elegir bien a la hora de comprar, porque el consumo de los electrodomésticos de la clase G, la menos eficiente, puede llegar a ser casi tres veces mayor que la de los de la clase A.

Evita abrir la puerta del frigorífico innecesariamente. Unos segundos bastan para perder buena parte del frío acumulado.



recorta por la línea de puntos y llévate los consejos



# Madrid Educa Ahorrando Energía

Madrid Ahorra con Energía

**Datos del alumno**

Centro docente: \_\_\_\_\_

Nombre y apellidos: \_\_\_\_\_

Dirección (calle, plaza, avenida): \_\_\_\_\_

Número: \_\_\_\_\_ Piso: \_\_\_\_\_ Código postal: \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_

e-mail: \_\_\_\_\_



www.madrid.org

¿Quieres descubrir información muy útil sobre el uso de la energía eléctrica en tu casa? Completa este cuestionario. Investiga y pide información a tu familia...

## ¿Cómo es tu casa?

Marca el tipo de vivienda en el que vives.

- Piso:  • Casa baja unifamiliar:  • Chalet individual:  • Chalet adosado:

Completa la siguiente información sobre tu casa.

- Metros cuadrados: ..... ¿Tiene una sola planta o más de una?: .....  
• ¿Cuántas personas viven contigo?: ..... ¿Cómo está iluminada?: .....

Recorre tu casa y anota el número y tipo de bombillas que hay en cada dependencia. Sigue este código. Incandescentes (I) Fluorescentes (F) Bajo consumo (BC) Lámpara halógenas (H) P.ej.: Entrada: 2I, 1BC

- Entrada: ..... • Cocina: ..... • Dormitorios (en total): .....  
• Salón: ..... • Cuartos de baño: ..... • Resto de habitaciones (en total): .....

En mi casa hay en total las siguientes bombillas:

- Incandescentes: ..... • Fluorescentes: .....  
• Bajo consumo: ..... • Halógenas: .....

## ¿Cómo se mantiene una temperatura agradable?

¿Qué tipo de calefacción hay en tu casa?

- Calefacción central:  • Calefacción individual:

¿Qué energía se utiliza para la calefacción?

- Electricidad:  • Gas natural:  • Bombona (propano, butano, etc.):   
• Gasóleo:  • Otras (cuál): .....

¿A qué temperatura está fijado el termostato de la calefacción? .....

¿Por la noche, apagáis la calefacción, o bajáis el termostato? .....

¿Las ventanas tienen algún sistema de aislamiento para evitar la entrada de aire frío? (burletes, doble ventana, doble cristal, etc.)

- Si, todas:  • No, ninguna:  • Algunas:  • Casi todas:

Si tienes aire acondicionado: ¿A qué temperatura está el termostato? .....

¿En tu casa se utiliza algún sistema para que no entre el sol en verano?

- Persianas:  • Cortinas:  • Toldos:  • No, ninguno:

## La cocina

Marca con una X los electrodomésticos que hay en tu casa.

- Lavadora:  • Secadora:  • Arcón congelador:  • Cocina eléctrica:  • Vitrocerámica:   
• Lavavajillas:  • Frigorífico:  • Horno eléctrico:  • Microondas:  • Campana extractora:

Cuando vas al frigorífico a tomar un vaso de leche o de alguna otra bebida.

- Sacas el envase y cierras la puerta inmediatamente:   
• Mantienes abierta la puerta del frigorífico hasta que acabas de servirte:   
• Mantienes abierta la puerta del frigorífico hasta que acabas de beber:

¿Cuántas veces a la semana se utiliza la lavadora? .....

¿Y el lavavajillas? .....

¿Se utiliza aspiradora o algún otro tipo de electrodomésticos en la limpieza de tu casa? .....

¿Cuál? .....

¿Suelen utilizarse varios electrodomésticos a la vez? .....

¿Cuáles? .....

¿Cuál es el etiquetado energético de los electrodomésticos de tu casa?

- La mayoría son de clase A o B:  • La mayoría son de clase C o D:   
• La mayoría son de clase E o F:  • No tienen etiquetado energético:  • No sé:

## El cuarto de baño

¿Qué tipo de caldera o calentador de agua hay en tu casa?

- Agua caliente central:  • Individual:

¿Qué energía se utiliza para calentar el agua?

- Electricidad:  • Gas natural:  • Bombona (propano, butano, etc.):   
• Gasóleo:  • Otras (indica cuáles): .....

¿Se cambia la temperatura del agua en el calentador, termo o caldera, dependiendo de la época del año?

- Sí:  • No:  • ¿Cuándo? .....

¿Qué electrodomésticos utilizáis en el cuarto de baño?

- Máquina de afeitar:  • Secador de pelo:  • Extractor:  • Calefactor:   
• Otros (indica cuáles): .....



## El salón

¿Cuántos televisores hay en tu casa? .....

¿Se mantiene encendido el televisor cuando nadie lo está viendo?

- Casi siempre:  • A veces, pero no de forma habitual:  • Siempre se apaga:

¿Qué otros aparatos eléctricos tenéis en el salón? (equipo de música, vídeo, DVD, etc.) .....

En tu casa, ¿cómo se desconectan por la noche el televisor, el DVD y el resto de aparatos eléctricos?

- Se dejan en modo de reposo "stand by":  • Se desenchufan:



## El dormitorio

¿Qué aparatos eléctricos tienes en tu dormitorio?

- Ordenador:  • Impresora:  • Consola de videojuego:  • Equipo de música:   
• Otros (cuáles): .....

¿Los apagas cuando no los vas a utilizar en un buen rato?

- Sí:  • No:

¿Cuántas horas al día utilizas el ordenador? .....

¿Y la videoconsola? .....

¿Qué tipo de salvapantallas tienes? .....

¿Tu ordenador tiene etiqueta "Energy Star"? .....



## La factura de electricidad

Investiga en una factura de electricidad cuál es el gasto medio en tu casa.

- Son ..... kWh (kilovatios hora)

¿En qué época del año se produce el mayor consumo?

- Primavera:  • Verano:  • Otoño:  • Invierno:

Teniendo en cuenta el tipo de aparatos eléctricos que hay en tu casa, y el uso que se hace de energía eléctrica, ¿podrías decir a qué se debe el incremento de consumo en esa época del año? .....



Utilizar la ducha en lugar del baño permite ahorrar agua y energía, ya que consume unas cuatro veces menos agua y energía que un baño.

No es necesario utilizar agua muy caliente. 30-40°C es suficiente para tener una sensación de comodidad. Cuanto más caliente esté el agua, más energía se consume.



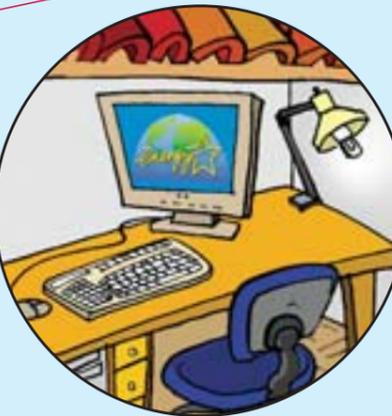
El gasto de los aparatos en modo de reposo representa entre el 3% y el 13% del consumo eléctrico total en los hogares de los países desarrollados.

Además, los aparatos eléctricos, como el televisor, la consola de videojuego, el ordenador o el vídeo, continúan consumiendo electricidad si permanecen enchufados, aunque no estén funcionando. Es lo que se denomina consumo fantasma.

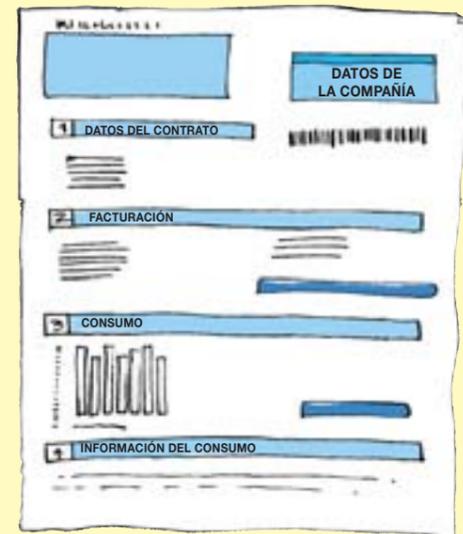
La etiqueta "Energy Star" distingue a los equipos informáticos que cuentan con una función de ahorro de energía. Esta función permite pasar automáticamente a un estado de reposo o bajo consumo, "sleep mode", tras 30 minutos de inactividad. El consumo del monitor equivale al de la impresora y el ordenador juntos. Un monitor con la etiqueta "Energy Star" consume hasta un 90% menos que uno que no disponga de sistemas de ahorro de energía.

Apaga el ordenador si no lo vas a utilizar durante un periodo de tiempo superior a una hora, y el monitor en paradas superiores a 15 minutos.

Los salvapantallas "black screen", que dejan la pantalla en negro, son los únicos que permiten ahorrar energía. Permiten un ahorro de 7.5 kWh frente a los salvapantallas con animación.



Todo nuestro gasto en electricidad se refleja cada dos meses en una factura. Entre otros datos, estas facturas suelen incluir un gráfico del consumo medio mensual.





## 7 Producción y consumo de energía en México

Esta capítulo explica qué tipos de energía existen, como se producen y en qué sector se consume la energía en México, en el último apartado “Tecnología para energías de fuentes renovables” se detallan las tecnologías alternativas para producir energías renovables.

### 7.1 Energía primaria, secundaria y final

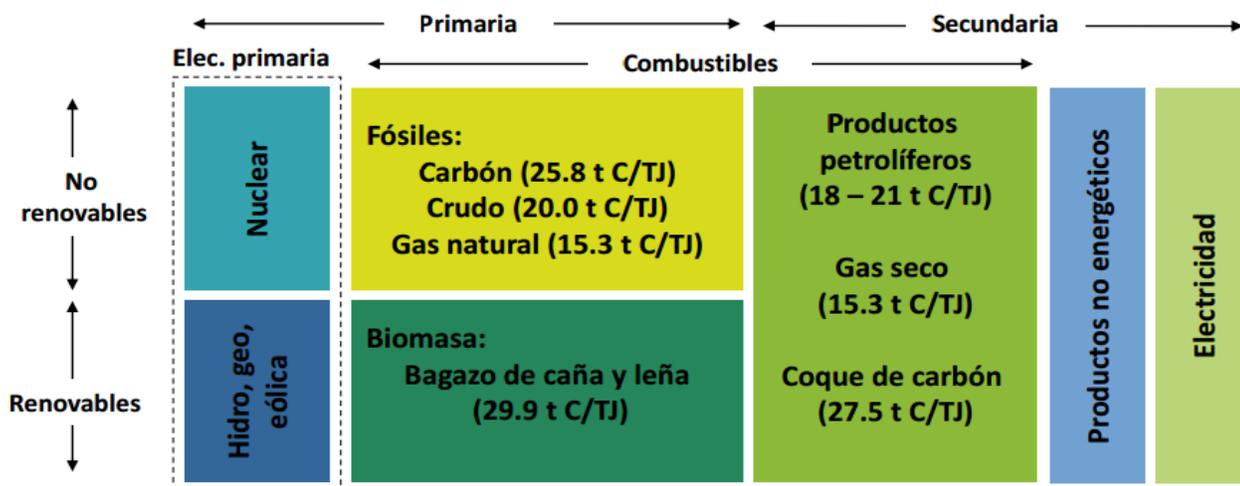
Una fuente de energía primaria es toda forma de energía disponible en la naturaleza antes de ser convertida o transformada. Consiste en la energía contenida en los combustibles crudos, la energía solar, la eólica, la geotérmica y otras formas de energía que constituyen una entrada al sistema. Si no es utilizable directamente, debe ser transformada en una fuente de energía secundaria (electricidad, calor, etc.) *Wikipedia*

#### Definiciones de energía primaria y secundaria

Las estadísticas y declaraciones del consumo de energía se pueden referir a fuentes de energía primaria o secundaria. La energía primaria comprende aquellos productos energéticos que se obtienen directamente o con un proceso de extracción, como: carbón, mineral, petróleo crudo, condensados, gas natural, hidroenergía, geoenergía, nucleenergía, energía eólica, bagazo de caña y leña. La energía secundaria se obtiene mediante la transformación de fuentes primarias, con características específicas para el consumo final: estos derivados son el coque de carbón y de petróleo, el gas licuado de petróleo, los gasolinas y naftas, los querosenos, el diésel, el combustóleo, los productos no energéticos, el gas seco y la electricidad.

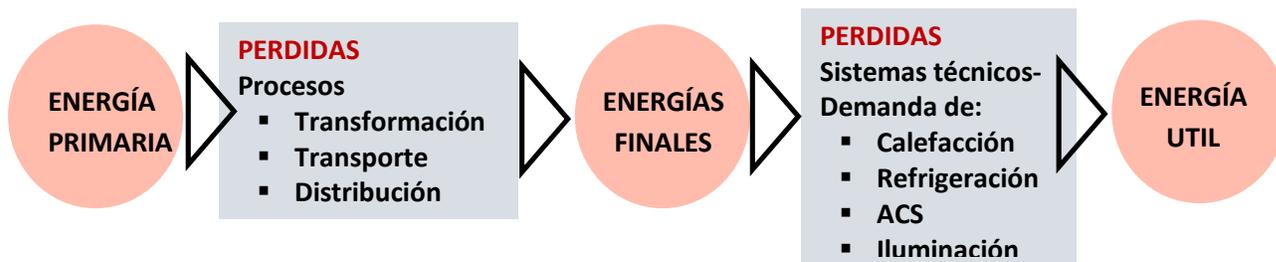
A su vez, las fuentes primarias y secundarias se dejan clasificar en renovables y no renovables, las renovables se definen como la energía disponible a partir de procesos permanentes y naturales, como la hidroenergía, la geoenergía, la energía eólica y solar. Las energías no renovables se extraen de depósitos geológicos que se forman a partir de biomasa, también se consideran los combustibles secundarios producidos con base en combustible fósil. *Balance Nacional de Energía y su Relación con el Inventario Nacional de Emisiones, 2008*

Figura 42: Clasificación de las energías



Fuente: AIE OECD- Eurostat: Manual de estadísticas energéticas

Figura 43: Pérdidas en la transformación de energías primaria en energía secundaria y energía final



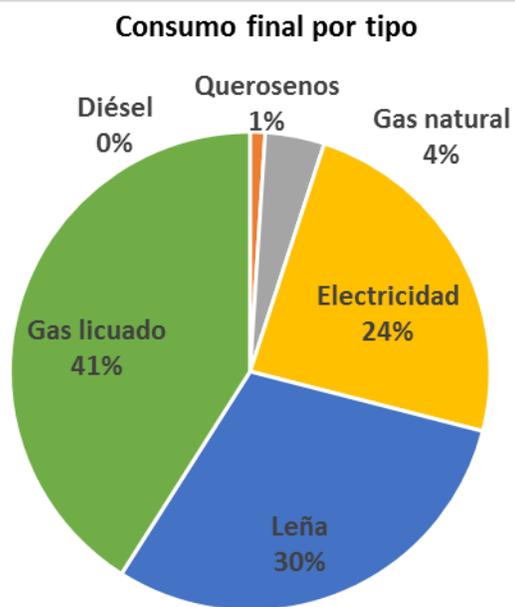
Fuente: Elaborado para

$$\text{Energía primaria} = \text{Energía final} + \text{Pérdidas en transformación} + \text{Pérdidas en transporte}$$

En la industria energética se distinguen diferentes etapas: la producción de energía primaria, su almacenamiento y transporte en forma de energía secundaria, y su consumo como energía final o energía útil, entre cada etapa hay pérdidas de energía según el *Segundo principio de la termodinámica*.

El consumo de energía eléctrica mide la producción de las centrales eléctricas y de las plantas de cogeneración menos las pérdidas ocurridas en la transmisión, distribución y transformación y el consumo propio de las plantas de cogeneración.

### 7.1.1 Producción de energía eléctrica



Fuente: Elaborado para Conalep

Entre las energías usadas para el consumo final se encuentra la electricidad en el tercer lugar. México y Brasil son los países que más consumen gas licuado (LP) en América Latina; el 60% del gas se consume en el sector residencial, para cocinar y calentar. Destaca también el alto porcentaje de leña con un 30% que se reporta como energía renovable. No obstante significa este dato que un gran porcentaje (70%) de la población rural en México cocina todavía con leña, y de esta forma se están talando y disminuyendo nuestros bosques, además genera la incineración de leña gases<sup>72</sup> y contribuye a enfermedades respiratorias que sufren sobre todo las amas de casa empobrecidas.

<http://www.cmic.org>

<sup>72</sup> 1 kg de madera produce en su combustión 10m<sup>3</sup> de gases como CO<sub>2</sub>, CO y compuestos de carbono no quemados, especialmente aquellos que se consideran potencialmente cancerígenos. [www.zukunft-umweltwaerme.de/pages/holzverbrennung.html](http://www.zukunft-umweltwaerme.de/pages/holzverbrennung.html))

La generación de energía eléctrica se lleva a cabo en centrales eléctricas y está clasificada de acuerdo a la forma de obtener la energía eléctrica por medio de la energía primaria como energía interna, mecánica o térmica como: Termoeléctricas, Hidroeléctricas, Carboeléctricas, Eoloeléctricas, Nuclear, Geotermoeléctricas.

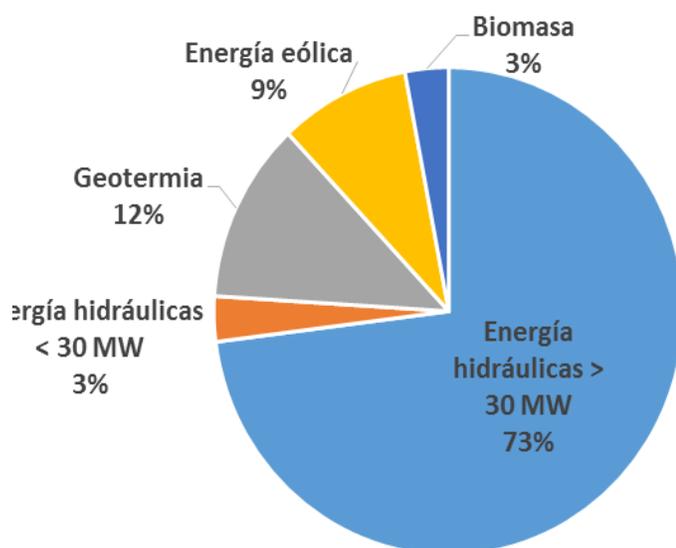
**Tabla 8: Potencia eléctrica generada por fuente**

Tipo de central	Generación bruta de energía eléctrica por tipo GWh (2010)	Participación
Termoeléctrica	36,738	15.70%
Productores independientes (Ciclos combinados)	97,161	41.60%
Hidroeléctrica	78,442	33.60%
Carboeléctrica	16,485	7.10%
Nucleoeléctrica	5,979	2.50%
Geotermoeléctrica	6,618	2.80%
Eoloeléctrica	166	0.10%

Fuente: *Prontuario Estadístico del Sector Energético; SENER; 2010*

## 7.2 Energías renovables, no renovables y limpias

**Figura 45: Distribución de energías renovables en México**



Fuente: *Inventario Nacional de Energía, SENER, 2014*

En México, más del 73% de la energía eléctrica que se consume proviene de la quema de hidrocarburos, correspondientes a energéticos no renovables. El restante 27% de energías renovables se distribuye de la siguiente forma: Los energías renovables se distribuyen entre energías hidráulicas > 30 MW (73%), energías hidráulicas < 30 MW (3%), geotermia (12%), energía eólica (9%), energía de biomasa (3%), y energía hidráulica (73%).

### 7.2.1 Definiciones según fuente, tipo y generación de energía

Las **energías renovables** son aquellas que, en sus procesos de transformación y aprovechamiento en energía útil, no se consumen ni se agotan en la escala de una vida humana porque la naturaleza genera su renovación. En contra posición, existen las **energías no renovables** que son finitas, dado que no se renuevan y por lo tanto no estarán nuevamente disponibles.

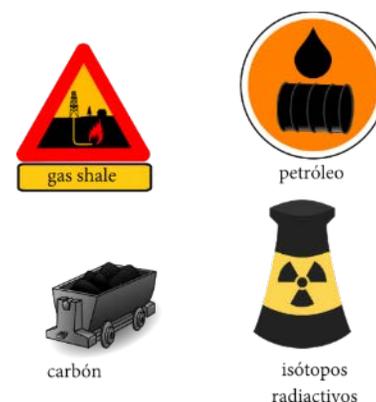
#### Energías renovables

- Energía solar (sol)
- Fuente eólica de energía (viento)
- Fuente hidráulica de energía (ríos y olas)
- Fuente mareomotriz (movimiento de la marea)
- Fuente geotérmica de energía (fuerza interna de la tierra)
- Fuente orgánica de energía (biomasa)

#### Energías no renovables

- Carbón
- Petróleo
- Gas natural
- Fuente nuclear de energía urania y otros elementos (núcleos atómicos)

Figura 46: Fuentes de energía no renovables



Fuente: Elaborado para Conalep con imágenes de Pixabay©

#### Cogeneración

“La cogeneración se define como la producción simultánea de calor útil y electricidad a partir de un mismo combustible o fuente de energía primaria. Estos combustibles pueden ser de origen fósil (por ejemplo, gas natural, combustóleo, etc.), renovable (por ejemplo, residuos agrícolas y forestales, biogás, etc.) o incluso hidrógeno. El principio fundamental de la cogeneración es la recuperación del calor residual producto de la combustión en una planta generadora de electricidad, el cual, de otra forma, hubiera sido liberado en el medio ambiente, desperdiciando con ello una parte importante de la energía todavía disponible. Esta energía, en la mayoría de los casos, puede ser todavía utilizada en diversos usos finales como calefacción de espacios, calentamiento de agua, así como otros procesos térmicos o de refrigeración que se encuentren cercanos a la planta de cogeneración.” <http://www.cogeneramexico.org.mx/>

#### Energías limpias

“Se denomina energía renovable a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales. Entre las energías renovables se cuentan la eólica, geotérmica, hidroeléctrica, mareomotriz, solar, undimotriz, la biomasa y los biocombustibles.” *Wikipedia*

Dentro de la **Ley de Reforma Energética** que se elaboró en el año 2014, se define en las leyes secundarias, como la **LEY DE LA INDUSTRIA ELÉCTRICA**, publicado en el Diario Oficial de la Federación (DOF) el día 11 de agosto de 2014 las energías limpias de siguiente manera:

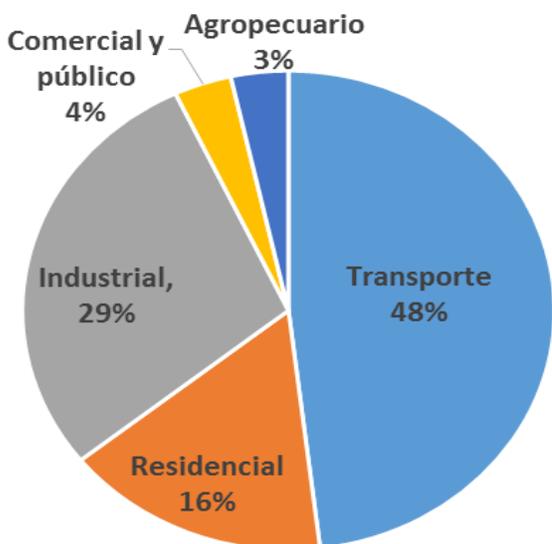
## TÍTULO PRIMERO

**XXII. Energías Limpias:** *Aquellas fuentes de energía y procesos de generación de electricidad cuyas emisiones o residuos, cuando los haya, no rebasen los umbrales establecidos en las disposiciones reglamentarias que para tal efecto se expidan. Entre las Energías Limpias se consideran las siguientes:*

- a) El viento;*
- b) La radiación solar, en todas sus formas;*
- c) La energía oceánica en sus distintas formas: mareomotriz, maremotérmica, de las olas, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal;*
- d) El calor de los yacimientos geotérmicos;*
- e) Los bioenergéticos que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos;*
- f) La energía generada por el aprovechamiento del poder calorífico del metano y otros gases asociados en los sitios de disposición de residuos, granjas pecuarias y en las plantas de tratamiento de aguas residuales, entre otros;*
- g) La energía generada por el aprovechamiento del hidrógeno mediante su combustión o su uso en celdas de combustible, siempre y cuando se cumpla con la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales en su ciclo de vida;*
- h) La energía proveniente de centrales hidroeléctricas;*
- i) La energía nucleoelectrica;*
- j) La energía generada con los productos del procesamiento de esquilmos agrícolas o residuos sólidos urbanos (como gasificación o plasma molecular), cuando dicho procesamiento no genere dioxinas y furanos u otras emisiones que puedan afectar a la salud o al medio ambiente y cumpla con las normas oficiales mexicanas que al efecto emita la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;*
- k) La energía generada por centrales de cogeneración eficiente en términos de los criterios de eficiencia emitidos por la CRE y de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;*
- l) La energía generada por ingenios azucareros que cumplan con los criterios de eficiencia que establezca la CRE y de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;*
- m) La energía generada por centrales térmicas con procesos de captura y almacenamiento geológico o biosecuestro de bióxido de carbono que tengan una eficiencia igual o superior en términos de kWh-generado por tonelada de bióxido de carbono equivalente emitida a la atmósfera a la eficiencia mínima que establezca la CRE y los criterios de emisiones establecidos por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales;*
- n) Tecnologías consideradas de bajas emisiones de carbono conforme a estándares internacionales, y*
- o) Otras tecnologías que determinen la Secretaría y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con base en parámetros y normas de eficiencia energética e hídrica, emisiones a la atmósfera y generación de residuos, de manera directa, indirecta o en ciclo de vida;*

### 7.2.2 Consumo energético por sector

Figura 47: Consumo de energía final en México, 2011



Fuente: Balance Nacional de Energía, 20121, SENER

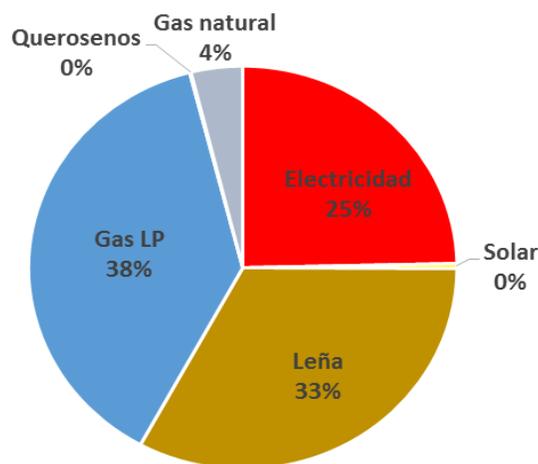
En el consumo energético en México el sector transporte es el principal consumidor, con un 48.2%, seguido del sector industrial con 28.8 %. En tercer lugar se encuentra el sector residencial, con un 16.2% del consumo final de energía del país en el año 2011, en las emisiones contribuye con un 4.9% de las emisiones nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI). *Estrategia para la Vivienda Sustentable en México*

### 7.2.3 Consumo energético del sector residencial

Después del gas y la leña (la leña representa cerca de 70% del consumo de las viviendas en el sector rural), utilizados para calentamiento de agua y cocción de alimentos, es importante señalar que en México, aunque la electricidad ocupa el tercer lugar, es el energético más utilizado en la vivienda debido al uso de electrodomésticos, equipos de iluminación y sistemas de climatización (A.A. y calefacción).

En algunas ciudades el consumo de electricidad, el cual se utiliza para el aire acondicionado y/o la calefacción, compite por el primer lugar con el gas LP.

Figura 48: Consumo de energía por combustible 2008 (7979PJ)



Fuente: Balance Nacional de Energía, 20121, SENER



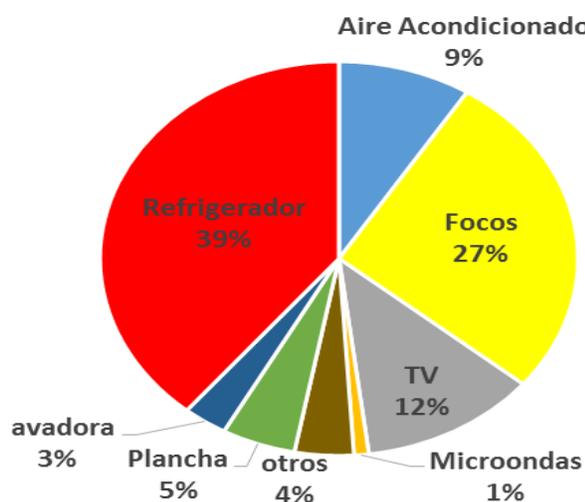
### Actividad 10: Discusión - Energías limpias, alternativas y renovables

1. Discutan que fuentes de energía y qué tipo de generación de energía son renovables y no renovables.
2. Definan que hace la diferencia entre energías alternativas, energías renovables y energías limpias y energías verdes.
3. Investiguen en diferentes fuentes y definiciones a que pertenece la energía nuclear y la cogeneración y son energías limpias o no.

En la vivienda mexicana, la energía es utilizada principalmente para la conservación de alimentos, calentar agua, preparar alimentos, planchar ropa, la iluminación y para diversas formas de entretenimiento. Uno de los factores determinantes de la demanda de energía de una vivienda es el clima (temperatura, radiación solar, humedad). Según la zona climática, los sistemas Aire Acondicionado (o de calefacción en zonas frías) forman parte importante dentro del consumo de electricidad para uso doméstico.

México contaba en el año 2010 con 112 millones de personas distribuidas en 35 millones viviendas. Con 77.8 millones de residentes en sus ciudades, tiene un grado de urbanización de 72.3%. Se calcula que para el año 2050, México tendrá 160 millones de habitantes y 50 millones de hogares. Para satisfacer la demanda de la vivienda, se deberán construir alrededor de 11 millones de viviendas antes de 2030 (650 mil casas por año), y 9 millones requerirán renovación parcial. El crecimiento poblacional se calcula con un 0.7% para los próximos 10 años mientras el consumo de energía aumenta desde 1990 cada año por un 1.4%.

**Figura 49: Participación en el consumo total de electricidad por aparatos**



Fuente: [www.energia.gob.mx](http://www.energia.gob.mx)

Debido a que México se encuentra en la transición de ser un país en desarrollo a ser un país industrializado, comienza a demandar estándares más altos de habitabilidad y confort, con lo que aumentan las demandas de energía. El crecimiento previsto en el número de viviendas, la demanda de climatización o calentamiento con alto consumo energético tanto en zonas cálidas como frías en México, por un lado, y las características del sector energético altamente contaminante, por el otro, permiten prever el alto impacto que tiene actualmente el sector vivienda en el medio ambiente.

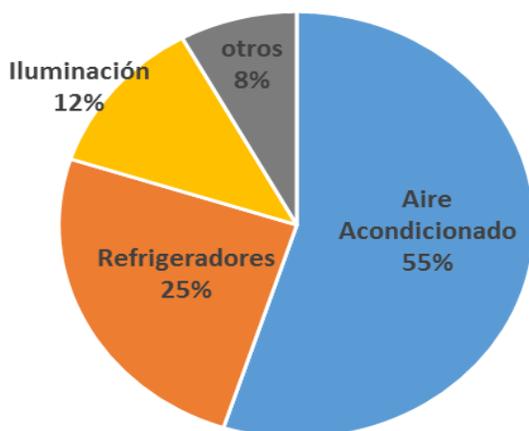
### 7.2.4 Comparación del consumo energético en climas fríos y calientes

En Capítulo 1 aprendimos que en México existe una gran variedad de climas, en varias zonas domina un clima cálido que requiere un sistema de climatización (natural o artificial) en las viviendas, por otro lado vive un 53% de la población en cotas superiores a los 1,500 metros sobre el nivel del mar, donde se siente en las mañanas y las noches frío, por lo que es necesario emplear alguna forma de calentamiento.

Cabe mencionar que las viviendas en las zonas de clima cálido en México, cuyo clima es cálido-seco, y las de las costas, con clima cálido-húmedo, demandan mayor energía para la climatización y, por lo tanto, en estas zonas el uso de energía para climatización ocupa el segundo, o incluso, el primer lugar de consumo.

La distribución del consumo de energía eléctrica en una edificación, se diferencia primeramente por dos patrones de consumo energético: las viviendas ubicadas en ciudades de clima cálido y las viviendas ubicadas en clima templado, ya que los patrones de consumo de ambos resultan tener grandes diferencias.

Figura 51: Consumo eléctrico con A.A. - Clima cálido



Fuente: CONAVI

La gráfica muestra los porcentajes de consumo promedio de energía eléctrica en un hogar con climatización. El aire acondicionado consume el 55% de toda la energía eléctrica; el refrigerador el 25%; la iluminación el 12%; y el 8% corresponde al consumo de otros electrodomésticos.

Figura 50: Consumo eléctrico con A. A. - Clima templado

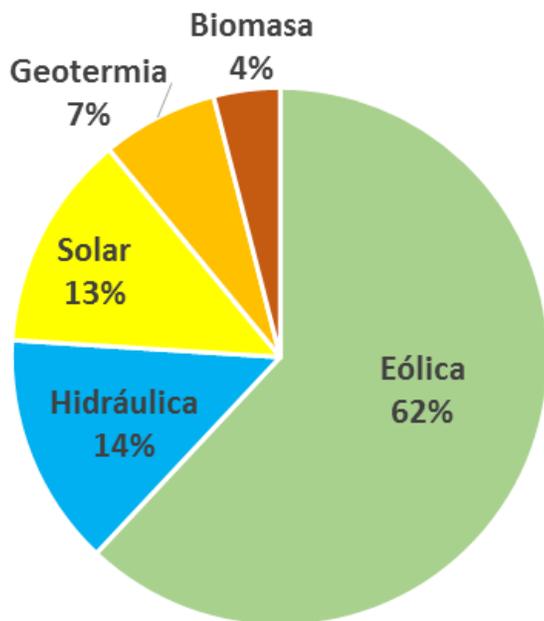


Fuente: CONAVI

La gráfica muestra el porcentaje de consumo promedio de electricidad en un hogar sin climatización. El 35% corresponde a la iluminación, el 30% al refrigerador, 25% a equipos de entretenimiento y el 10% se define para otros.

### 7.3 Tecnologías para energías de fuentes renovables en México

**Figura 52: Permisos para la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables, 2013 (7827 MW)**



Fuente: CRE, 2014

Las energías renovables crecieron a una tasa anual promedio de 2.9% de 1990 a 2010, y contribuyeron con 22% de la generación de energía eléctrica mundial. Hasta 2013, México contaba con una capacidad efectiva instalada para la generación de energía eléctrica de 64,690 MW, de los cuáles 14,891 MW provinieron de fuentes renovables de energía, lo que representa el 7% del total. Para satisfacer la demanda total de energía eléctrica a 2026, la CFE estima un incremento de 44,532 MW en el Sistema Eléctrico Nacional.

Se manejan 5 tipos de energías renovables (ER) en México: eólica, hidráulica, solar, geotérmica y de biomasa. Las energías hidráulicas (hidroeléctricas) están en primer lugar, seguida de la energía hidráulica que toma una tercer parte del total de las capacidades instaladas de ER.

Un gran potencial todavía no aprovechado presentan la energía geotérmica y solar, cada una con un potencial de 40,000 MW. Para el futuro se planea invertir fuertemente en la energía eólica (de actual 9% a 62%). En el siguiente capítulo se detallan las diferentes tecnologías y sus usos en México.

Más información sobre ER en México:

*Prospectiva de Energías renovables en México 2012 – 2026, SENER*

[http://sener.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2012/PER\\_2012-2026.pdf](http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2012/PER_2012-2026.pdf)

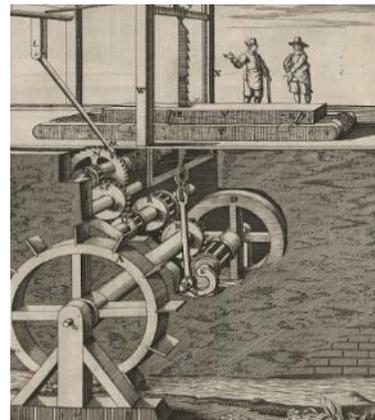
### 7.3.1 Hidráulica y mareomotriz

La energía hidráulica es la producida por el agua retenida en embalses o pantanos a gran altura (que posee energía potencial gravitatoria).

El movimiento del agua también se puede aprovechar para extraer energía que posee energía potencial gravitatoria. Si en un momento dado se deja caer hasta un nivel inferior, esta energía se convierte en energía cinética y, posteriormente, en energía eléctrica en la central hidroeléctrica. Para convertir esta energía en electricidad, generalmente se construyen varias plantas hidroeléctricas a lo largo de un río.

(<http://newton.cnice.mec.es/>)

Figura 53: Esquema de un molino de aserrar activado con agua



Fuente: Desconocido

Las grandes **plantas hidroeléctricas** afectan los lechos de los ríos y el ecosistema del lugar, principalmente por las represas, por ende son motivo de discusión. Las hidroeléctricas de tamaño mediano y las mini-eléctricas (> 3 MW) cada vez tienen más importancia.

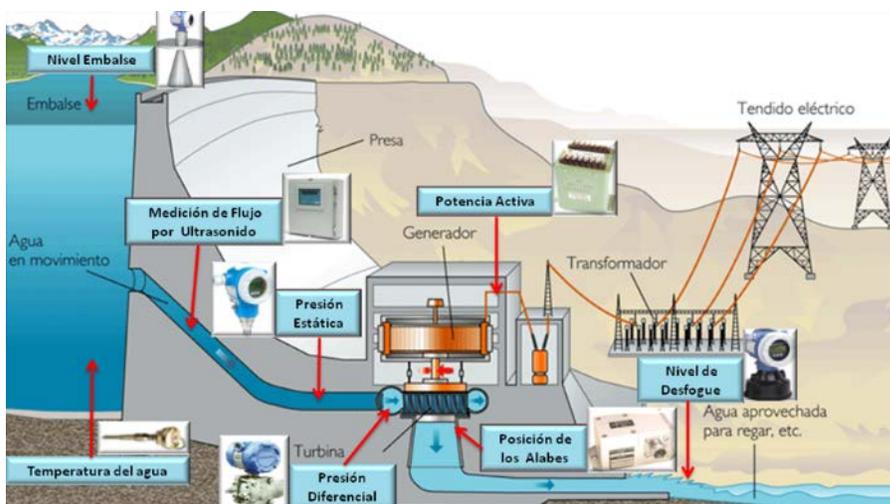


Figura 54: Esquema planta hidroeléctrica

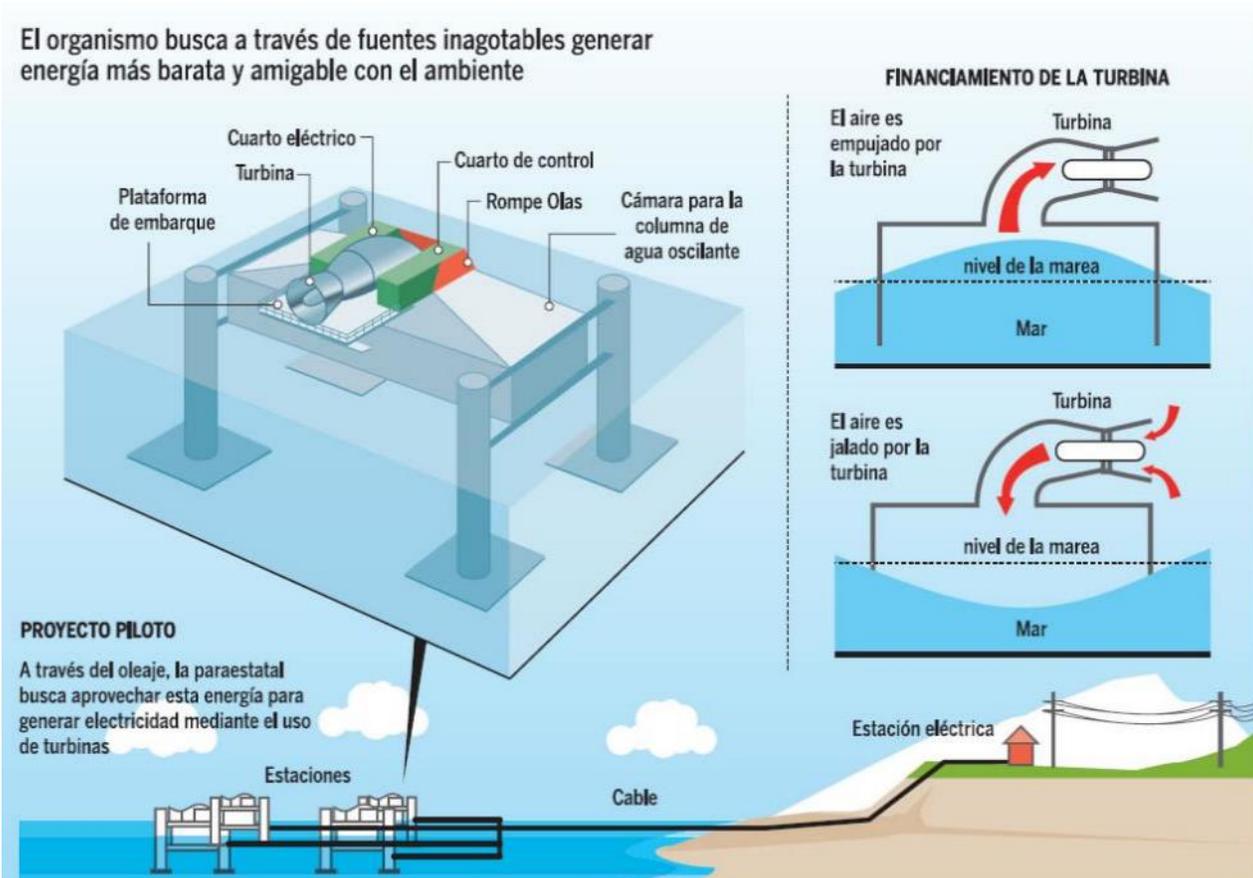
La potencia obtenida a través de los recursos hidráulicos depende del volumen de agua que fluye por unidad de tiempo y de la altura de la caída del agua. Una central hidroeléctrica es un conjunto de obras destinadas a convertir la energía cinética y el potencial del agua en energía utilizable como electricidad.

Esta transformación se realiza a través de la acción que el agua ejerce sobre una turbina hidráulica, la que a su vez le entrega movimiento rotatorio a un generador eléctrico.

México tiene 64 centrales hidroeléctricas, de las cuales 20 son de gran importancia y 44 son centrales pequeñas.

La **energía undimotriz, u olamotriz** aprovecha el movimiento (energía mecánica) de las olas del mar. Puede ser el aprovechamiento de las olas (undimotriz), mareas (mareo-motriz), corrientes marinas y térmicas oceánicas. La cantidad de energía que se puede obtener es proporcional al periodo de oscilación de las olas, al igual que al cuadrado de la amplitud de estas. El aprovechamiento energético depende de las condiciones geológicas, la profundidad óptima está entre 40 y 100 metros de profundidad. En esta energía relativamente nueva (desde 1980) se considera una gran viabilidad de implementación en el futuro.

**Figura 55: Energía undimotriz**



Fuente: [www.renewableenergymexico.com](http://www.renewableenergymexico.com)

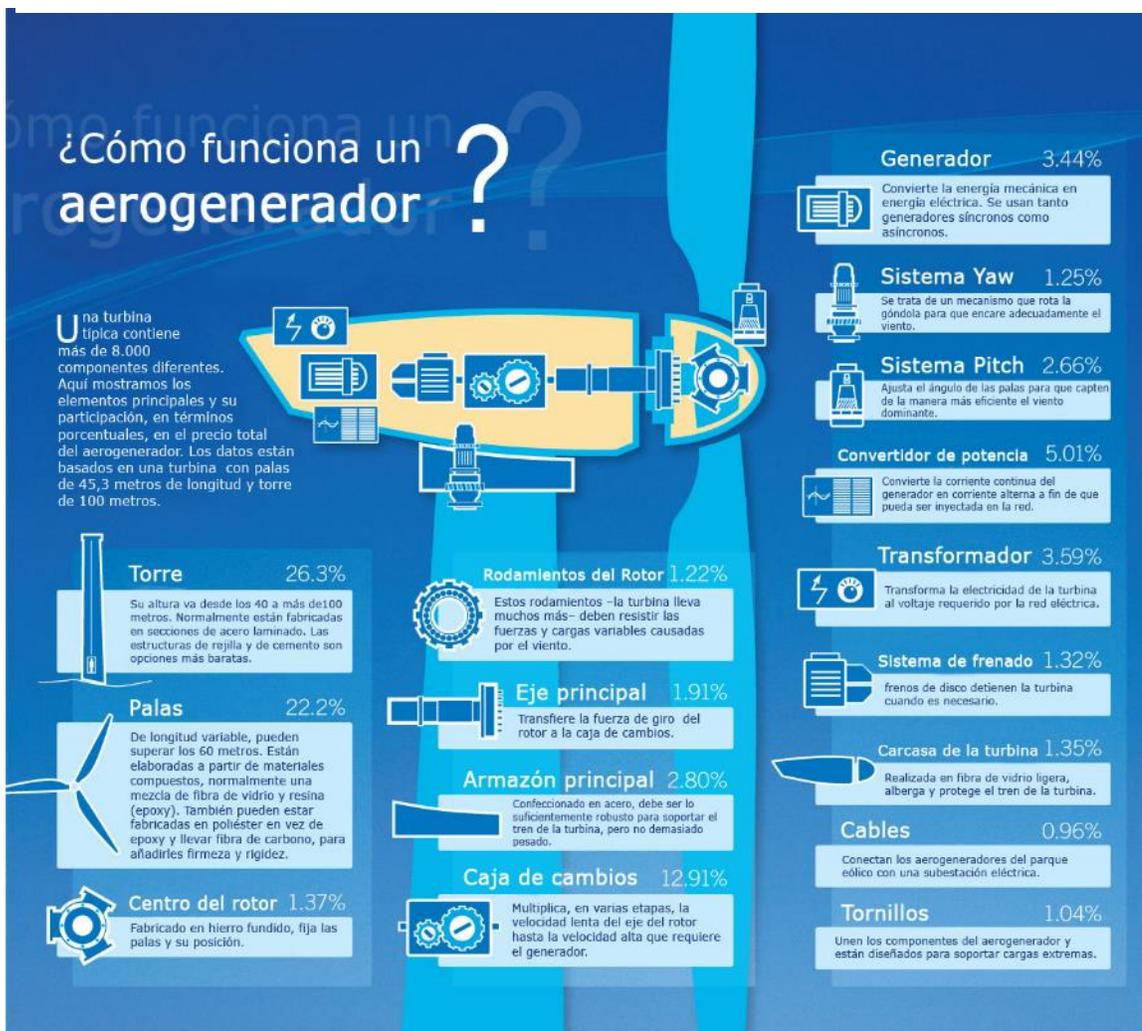
### 7.3.2 Eólica

Antiguamente se utilizó la energía eólica para propulsar naves, mover molinos de grano o bombear agua. Hoy se emplea en aerogeneradores para generar energía eléctrica.

Aproximadamente el 2% de la energía que llega del sol se transforma en energía cinética de los vientos atmosféricos, lo que es el movimiento de la masa de aire. Esta energía cinética se puede transformar en energía eléctrica por medio de las aeroturbinas que rotan con el viento que pasa por las palas. Por medio de un generador se transforma la energía mecánica en energía eléctrica. La cantidad de energía que se obtiene por el viento depende de tres factores: la velocidad del viento incidente, la densidad del aire y el área barrida por el rotor. El viento puede tener una velocidad entre 3 hasta 25 metros por segundo.

Existen diferentes tipos de aerogeneradores (horizontal, vertical, dependiendo de su potencia, la disposición de su eje de rotación, el tipo de generador, etc.). Los aerogeneradores pueden trabajar de manera aislada o agrupados en parques eólicos o plantas de generación eólica.

Figura 56: ¿Cómo funciona un aerogenerador?



Fuente: [www.agennergia.org](http://www.agennergia.org)

La tecnología de los aerogeneradores evolucionó muy rápido desde sus inicios en los años 70. Hoy día se desinstalan los primeros aerogeneradores con una capacidad de 1 MW, para ser sustituidos por aerogeneradores de hasta 6 MW de capacidad, con alturas de hasta 150 metros y diámetros de hasta 130 metros.

**Figura 57: Potencial eólico en México**



Fuente: AMDEE

**Imagen 34: Parque eólico en el Istmo**



Fuente: [www.desinformemonos.org](http://www.desinformemonos.org)

En México las zonas aprovechables para la energía eólica están en el Istmo de Tehuantepec (Oaxaca), Guerrero y Baja California Sur.

En 2013, se contaba ya con una capacidad instalada de 1,917 MW, con 25 parques en operación; de estos, 19 se encuentran en Oaxaca y los demás en los estados de Baja California, Chiapas, Jalisco, Tamaulipas y Nuevo León. En el Istmo de Tehuantepec (Oaxaca) se formó resistencia contra el parque eólico por parte de las comunidades que resisten el embate de las empresas eólicas europeas que pretenden arrebatarles su territorio y formas tradicionales de vida. Para el año 2018, se espera contar con más de 9,500 MW instalados, que representarán alrededor del 8% del total de la generación de México.

### 7.3.3 Geotérmica

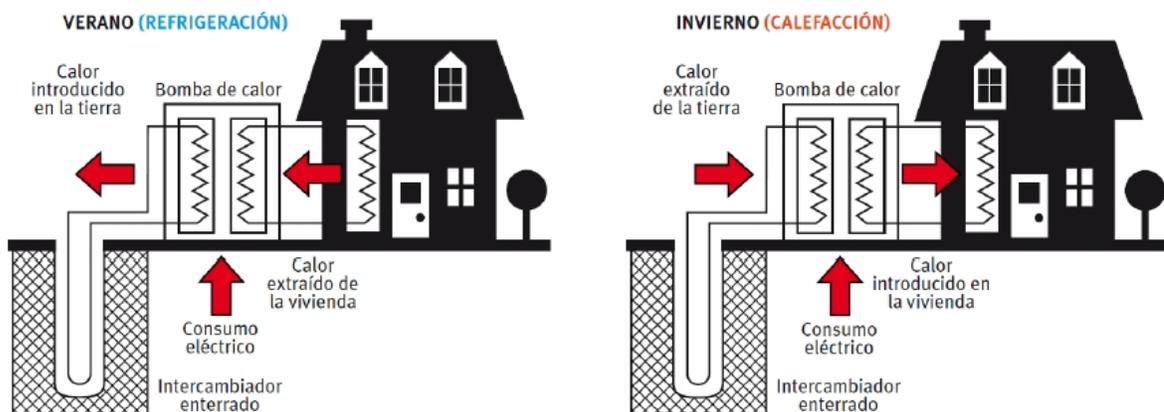
Desde la antigüedad, el ser humano ha usado las aguas termales con diversos fines, por ejemplo, en los conocidos baños termales. Las aguas termales, los géiseres, los volcanes de lodo, las fumarolas y las erupciones volcánicas son manifestaciones de un mismo fenómeno: el calor terrestre. Este calor proviene del núcleo de la Tierra, que posee una temperatura aproximada de 4000°C. Los usos medicinales y turísticos representan la forma más antigua de aprovechamiento de esta energía. El recurso geotérmico es utilizado debido a la existencia de la tecnología de perforación de pozos y de la transformación de energía para generar electricidad, o así también, para extraer agua caliente destinado al uso directo.

Los usos de la energía geotérmica en México datan desde 1956 con la implementación de la primera planta geotérmica en el estado de Hidalgo. Todos los desarrollos geotérmicos en México se encuentran bajo la responsabilidad de la Comisión Federal de Electricidad (CFE).

México se ubica dentro de los primeros cinco lugares a nivel mundial en términos de producción de energía geotérmica. Dada la abundancia de volcanes, existen muchos lugares en México que cuentan con este calor subterráneo.

Actualmente México cuenta con una capacidad de producción de 855 MW de los cuales 753 son generados en tres plantas geotérmicas: Cerro Prieto en Baja California, Los Azufres en Michoacán y Los Humeros en Puebla, ocupando así el tercer lugar mundial después de Filipinas (1,909 MW) y de EE.UU. (2,228 MW).

Figura 58: Energía geotérmica aplicada en una vivienda



Fuente: Nebrija, [www.blogs.nebrija.es](http://www.blogs.nebrija.es)

#### Energía geotérmica para la vivienda

El calor que encierran suelos, rocas y aguas subterráneas, a poca profundidad, puede aprovecharse para calefacción y refrigeración de edificios, y para producción de agua caliente, empleando intercambiadores de calor subterráneos y bombas de calor conectadas al terreno, llamadas también bombas de calor geotérmicas, que trabajan con energía eléctrica (necesaria para el funcionamiento de la bomba) y permiten captar ese escaso y difuso calor, concentrarlo y aprovecharlo. En una edificación con una envolvente estándar que necesite enfriar o calentar sólo unos pocos grados, puede ser una excelente opción.

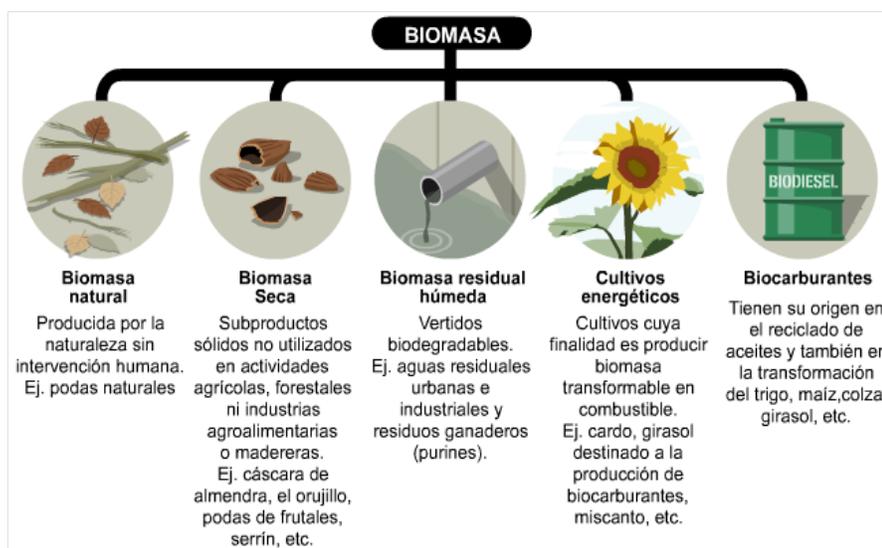
### 7.3.4 Biomasa

Existe una gran variedad de biomasa. Sin embargo cada biomasa proviene de la reacción de la fotosíntesis vegetal que sintetiza sustancias orgánicas a partir de CO<sub>2</sub> del aire y de otras sustancias, aprovechando la energía del sol. Desde el punto de vista del aprovechamiento energético, la biomasa se caracteriza por tener un bajo contenido de carbón, un elevado contenido de oxígeno y compuestos volátiles, los cuales concentran una gran parte de poder calorífico. El poder calorífico depende de tipo de biomasa y de su humedad.

#### Tipos o en grupos de biomasa según su transformación

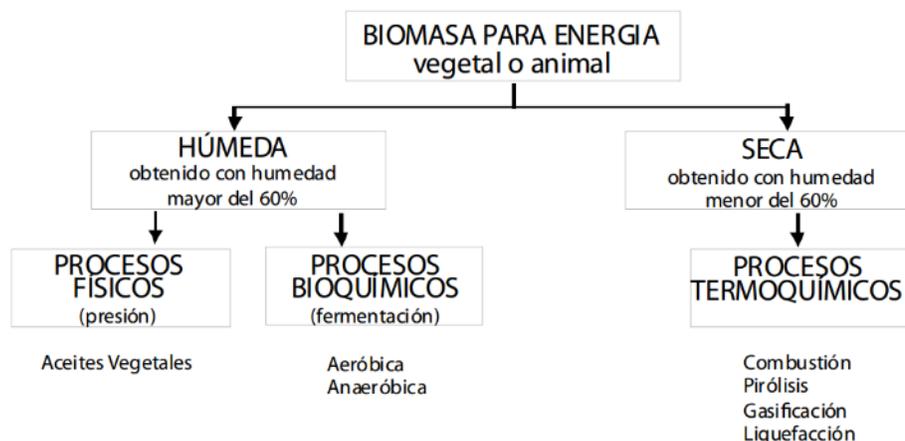
- Biomasa natural: es la que se produce en la naturaleza sin la intervención humana.
- Biomasa residual: es la que genera cualquier actividad humana, principalmente en los procesos agrícolas, ganaderos y residuos sólidos urbanos así como aguas residuales.
- Biomasa producida: es la cultivada con el propósito de obtener biomasa transformable en combustible, en vez de producir alimentos, como caña de azúcar para la producción de etanol.

Figura 59: Grupos de biomasa



Fuente: Eco-Houses, [www.eco-houses.es](http://www.eco-houses.es)

Figura 60: Fuentes vegetales y animales de biomasa



Fuente: [www.inti.gob.ar](http://www.inti.gob.ar)

## Procesos para biomasa

Existen diferentes procesos para aprovechar la biomasa: Procesos físicos, termoquímicos (combustión, gasificación, pirolisis) y procesos bioquímicos (fermentación aeróbica y anaeróbica).

### Procesos físicos y termoquímicos

- La forma más antigua de aprovechar biomasa para obtener energía térmica es la combustión, por decir la quema directa de biomasa seca, como la leña o en la India la bota para cocinar.
- Con la extracción de plantas de alto poder calorífico, como la caña o el maíz, se pueden producir aceites vegetales o biomasa líquida que es transformable en combustible. Este biodiesel puede sustituir a la gasolina o al diésel, también se puede emplear aceite usado de la cocina para automóviles con motores adaptados.
- También se aplican en procesos termoquímicos en calderas de alto rendimiento en la industria, los nuevos incineradores, por ejemplo, queman los residuos sólidos urbanos para obtener calor, vapor y electricidad (“waste-to-energy”). Se aplican también en nuevas tecnologías de punta como la pirolisis, gasificación y la licuefacción.

### Procesos bioquímicos

Los procesos bioquímicos se basan en la degradación de la biomasa por la acción de microorganismos y pueden dividirse en dos grupos: los que se producen en ausencia de aire (anaeróbicos) y los que se producen en la presencia de aire (aeróbicos).

Figura 61: Sistema biobolsa

- La fermentación anaeróbica para la cual se usan generalmente residuos animales o vegetales se realiza en recipientes cerrados llamados “digestores” y da origen a la producción de un gas combustible o el biogás. La biomasa degradada que queda como residuo o producto lateral del proceso anaeróbico, constituye un excelente fertilizante para cultivo agrícolas.



Fuente: Sistema Biobolsa, <http://sistemabiobolsa.com>

- La fermentación aeróbica de biomasa de alto contenido de azúcares o almidones da origen a la formación de alcohol (etanol), que además de sus usos ampliamente conocidos en medicina y licorería, son combustibles líquidos de características similares a los que se obtienen por medio de la refinación del petróleo. Las materias más comunes son caña de azúcar, colza, mandioca, sorgo dulce y maíz. Respecto a

la transformación de alimentos para usos combustibles existen debate y controversia, puesto que una gran parte de la población mundial todavía sufre hambre. (Energía Biomasa, Secretaria de Energía, 2014)

En 2012, se registraron en México más de 62 proyectos con que trabajan con biomasa para la cogeneración y autoabastecimiento de energía eléctrica. La bioenergía cuenta con una capacidad instalada en operación de 645 MW, de los cuales 598 MW provienen de bagazo de caña y el resto de biogás de rellenos sanitarios o uso agropecuario (ganadería, avicultura).

### 7.3.5 Solar

*En el Modulo B se detallará el tema de tecnologías solares, su instalación, operación correcta así como su potencial de ahorro dentro de una vivienda. Según su tecnología y campo de aplicación veremos el tema en instalaciones eléctricas, instalaciones hidrosanitarias y de gas. Por su relevancia, aquí hablaremos de los potenciales de la energía solar.*

México destaca en el mapa mundial de territorios con altos promedios de radiación solar anual, con índices que van de los 4.4 kWh/m<sup>2</sup> por día en la zona centro, a los 6.3 kWh/m<sup>2</sup> por día en el norte del país. La capacidad energética del Sol (la cual perdurará durante millones de años), así como la privilegiada ubicación de México en el planeta, resulta fundamental el aprovechamiento de la energía solar

La radiación solar que llega a la superficie terrestre se puede transformar en electricidad (fotovoltaica), o en calor (termosolar). El calor, a su vez, puede ser utilizado directamente, o para producir vapor y generar electricidad.

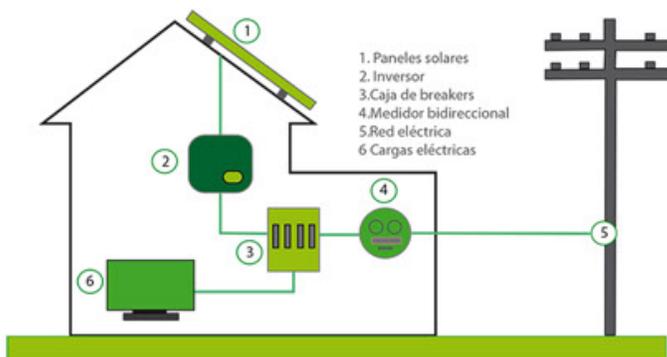
#### **Tecnología fotovoltaica**

Los sistemas fotovoltaicos tienen la capacidad de convertir directamente la energía que nos llega del sol en forma de radiación en energía eléctrica. Generalmente el elemento esencial de los generadores fotovoltaicos son las células solares construidas a base de semiconductores, las células son fabricadas a partir del silicio cristalino.

Existen dos tipos de sistemas fotovoltaicos: los sistemas interconectados a la red eléctrica y los sistemas aislados (o autónomos). Las células fotovoltaicas convierten la energía solar en energía eléctrica en la forma de corriente continua DC (o directa), por lo que todavía se requiere su conversión a corriente alterna AC (la forma en que se utiliza en nuestros hogares), sobre todo en sistemas interconectados a la red.

Los sistemas interconectados constan de los siguientes componentes como se vea en la imagen a la izquierda: Módulos fotovoltaicos y la estructura soporte (1) que conjuntamente integran el generador fotovoltaico, el inversor (2), las protecciones en baja tensión (3) y el medidor eléctrico (4). El inversor realiza la conversión de corriente directa a corriente alterna, por lo que es un elemento clave de la instalación conectada a la red y deberá funcionar con seguridad y eficiencia. El medidor será el dispositivo encargado de cuantificar la energía suministrada a la red eléctrica.

Figura 62: Sistema interconectado



Fuente: [www.energiaverde.gpodelaconcha.com.mx](http://www.energiaverde.gpodelaconcha.com.mx)

A diferencia de los sistemas interconectados a la red, los sistemas aislados están localizados en zonas que no cuentan con el servicio de energía eléctrica. Es por esta razón que, adicionalmente, requieren de un cargador y un banco de baterías en donde se pueda acumular físicamente la energía que será utilizada posteriormente, por ejemplo, durante la noche.

México se encuentra entre los cinco países más atractivos del mundo para invertir en proyectos de energía solar fotovoltaica, tan sólo detrás de China y Singapur. Actualmente se encuentran en construcción diferentes proyectos, que tendrán una capacidad instalada total de 141.66 MW. La producción de módulos fotovoltaicos en México está en manos de las empresas extranjeras Kyocera, Sanyo (Japón), Jabil Circuit (Estados Unidos) y las empresas mexicanas Solartec y ERDM Solar.

### Tecnología termo- solar

*Los sistemas solares térmicos no generan electricidad sino que sirven para calentar el agua, no obstante se mencionan en este marco para acabar con la confusión entre sistemas fotovoltaicos y sistemas termo-solares. También toman los calentadores con energía solar / módulos solares un papel importante en la vivienda sustentable en México y para el Asesor Energético. Calentadores solares así como la tecnología fotovoltaica se detallan en el próximo semestre en el Modulo Supervisión de instalaciones eléctricas, hidro-sanitarias, de gas e iluminación eficiente.*

Se pueden clasificar en sistemas solares planos y en sistemas solares de concentración. En México la tecnología termo-solar se aplica de forma descentralizada, por medio de calentadores térmicos o solares calientan agua para el sector vivienda (por ejemplo, con la Hipoteca Verde), para albercas, hoteles, clubes deportivos, hospitales e industrias. La tecnología termosolar de alta concentración todavía no se ha desarrollado en México, no obstante se están previendo el desarrollo de dos centrales: una de ciclo combinado de 463 MW, y una termosolar de canales parabólicos, con una capacidad de 14 MW.

Figura 63: Sistema autónomo



Fuente: [www.educativa.catedu.es](http://www.educativa.catedu.es)



### Actividad 11: Estudio de una tecnología de energías renovables

1. Estudia a detalle las diferentes fuentes de energía y tecnologías alternativas.
2. Elige una tecnología de fuentes renovables e investiga en publicaciones actuales (periódico, Internet, etc.) sobre esta tecnología y su aplicación en México.
3. Elabora un esquema donde expliques cómo funciona esta tecnología y agrega los siguientes datos: dónde existe en México, en qué campos se aplica, cuál es el potencial de esta energía en México y cuáles son las ventajas y desventajas en la instalación u operación que se detectaron de esta energía en México.

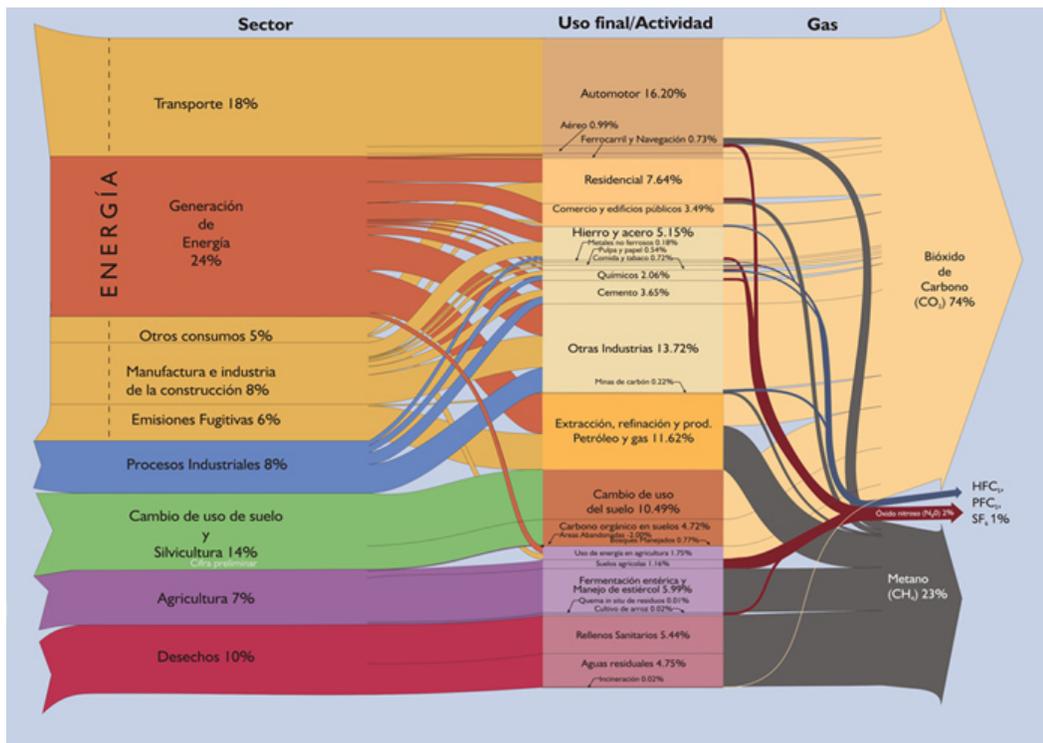
### Calentadores solares

México cuenta con excelentes recursos de energía solar, con un promedio de radiación de alrededor de 5 kWh/m<sup>2</sup> por día, lo que significa a que en un m<sup>2</sup> y con un equipo solar de eficiencia de 50% se reciba diariamente el equivalente a la energía contenida en un metro cúbico de gas natural, o bien, la de 1.3 litros de gas licuado de petróleo. (SENER, 2005)

## 7.4 Cambio climático y el compromiso de México

En este capítulo se explica que es el cambio climático y cómo se maneja dentro de los convenios internacionales y programas nacionales y locales.

Figura 64: Emisiones de CO<sub>2</sub> por sector en México



Fuente: Cambio climático, 2012

### 7.4.1 Cambio Climático y Gases de Efecto Invernadero

El Cambio Climático es la modificación del clima “atribuida directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmosfera mundial” y se suma al historial climático en una escala global o regional. Tales cambios se producen a muy diversas escalas de tiempo y sobre todos los parámetros meteorológicos: temperatura, presión atmosférica, precipitaciones, nubosidad, etc. El cambio climático es considerado uno de los problemas ambientales más grandes de nuestra era. Fuente: ONU- CMNCC, 1992

El cambio climático se ocasiona debido a la producción excesiva de Gases de Efecto Invernadero (GEI) emitidos por procesos de deforestación, gases en el ganado (metano), y sobre todos el uso y la combustión de combustibles fósiles como el carbón, gasolina y derivados del petróleo. La combustión ocurre en procesos industriales, en cada motor de combustión interna como en los coches, en la generación de electricidad, en la generación de calor y frio, y genera diferentes GEI.

Los tres principales GEI de origen antropogénico son el bióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), el metano (CH<sub>4</sub>) y el óxido nitroso (N<sub>2</sub>O), además de tres gases industriales fluorados: hidrofluoro-carbonos (HFC), perfluorocarbonos (PFC) y hexafluoruro de azufre (SF<sub>6</sub>). Por su capacidad para retener radiación infrarroja, y por lo tanto para potenciar el efecto invernadero en la atmósfera, un gramo de metano equivale a 21 gramos de bióxido de carbono en una escala de tiempo de 100 años, mientras que un gramo de óxido nitroso equivale a 310 gramos de bióxido de carbono. A la suma ponderada de estos tres GEI se le llama bióxido de carbono equivalente (CO<sub>2</sub>eq) y permite comparar fuentes con emisiones de gases diferentes. Se le llama CO<sub>2</sub>eq porque el CH<sub>4</sub> y el N<sub>2</sub>O se calculan en su equivalente de CO<sub>2</sub> de acuerdo con el potencial de calentamiento de estos gases.

En el contexto mundial, México contribuye con alrededor del 1.6 % a las emisiones globales de GEI, que en el 2006 fueron 715 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> equivalente (Mt CO<sub>2</sub>eq). En el rango de países emisores, México se ubicó en 2009 en la posición número 15, con emisiones de 643 millones de toneladas de CO<sub>2</sub>. Por habitante se asumen aproximadamente entre 5 y 6 toneladas de CO<sub>2</sub> (Angulo, 2009)

#### Vulnerabilidad de países en desarrollo ante el cambio climático

El cambio climático, además del calentamiento global, provoca cambios en otras variables como en los patrones de lluvias y en la cobertura de nubes y vientos. Así también, se ha relacionado con las catástrofes que han ocurrido en varios países, México entre ellos, por las tormentas, ciclones o huracanes, mismos que traen consigo graves inundaciones y daños a la agricultura, ganadería y a los propios asentamientos humanos afectados por estos fenómenos.

En el extremo opuesto, hay vastas regiones del globo donde se han acentuado las sequías y las temperaturas extremas, la falta de producción en el campo, la muerte del ganado por la escasez de agua y forrajes, las hambrunas, las enfermedades y la desnutrición. Los países pobres que menos emiten GEI son los que sufren más por el cambio climático, dado que por un lado ya están expuestas geográficamente a condiciones difíciles y deterioros ambientales, y por el otro no pueden invertir en la prevención o la reparación de catástrofes como los países industrializados, sino se vuelven aún más dependientes de apoyos y financiamientos internacionales.

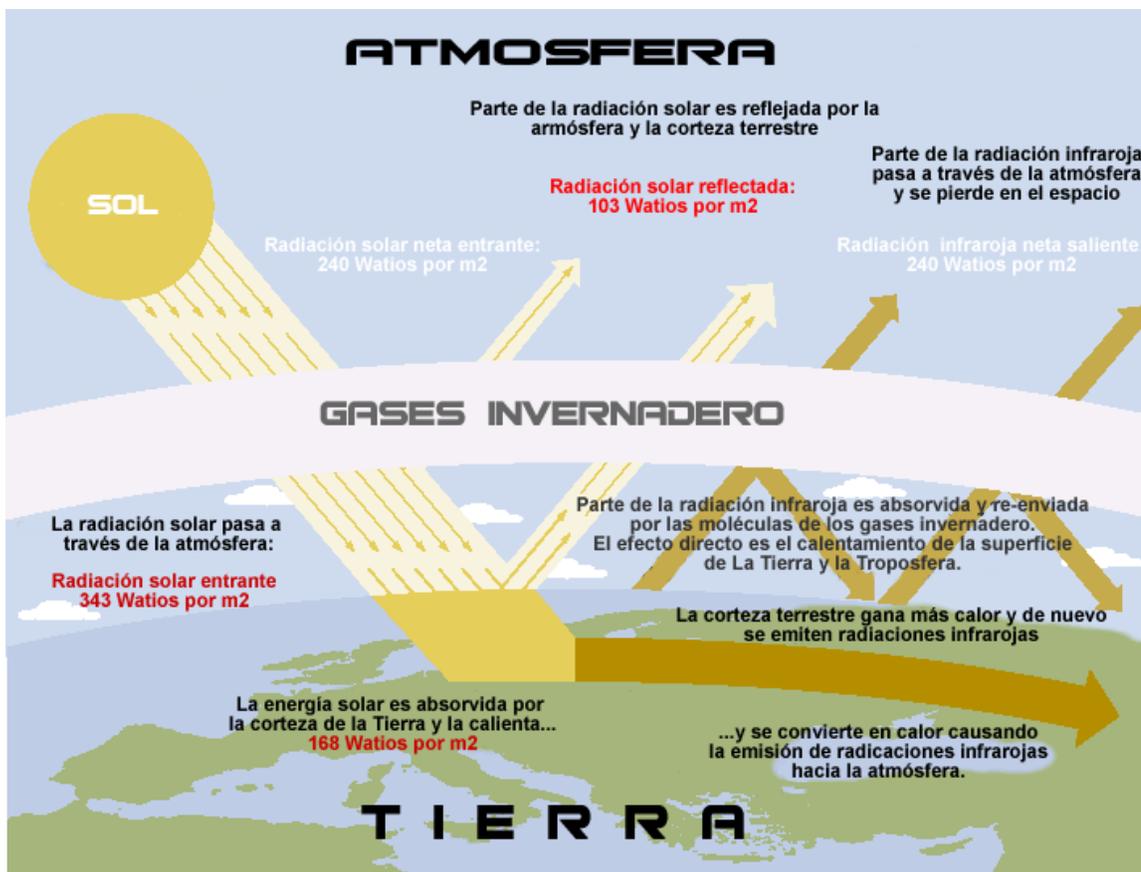
El término Emigrante Medioambiental o Refugiado Medioambiental alude a la población que se ve obligada a migrar o ser evacuados de su región de origen por cambios rápidos o a largo plazo de su hábitat local, lo cual incluye sequías, desertificación, la subida del nivel del mar, o fenómenos climáticos de temporada como el monzón. Se estima que había 25 millones de refugiados ambientales en la década de 1990, y afirmando que esta cifra podría duplicarse para el año 2010, con un límite superior de 200 millones en 2050 (Wikipedia)

México es un país directamente vulnerable al cambio climático y que tan sólo en 2005 los huracanes ocasionaron pérdidas equivalentes al 0.6 % del PIB. El costo anual previsible podría incrementarse entre 3.5 y 4.2% <sup>73</sup> del PIB, esto como consecuencia de la pérdida de producción agropecuaria, de la menor disponibilidad de agua, de la deforestación, de los efectos en la salud y de la pérdida de biodiversidad.

<sup>73</sup> Estudio de la Universidad Nacional Autónoma de México: La economía del cambio climático en México.

## 7.5 Efecto Invernadero

Figura 65: Efecto Invernadero



Fuente: Google, GEI

El efecto invernadero es esencial para la vida del planeta: sin CO<sub>2</sub> ni vapor de agua (sin el efecto invernadero) la temperatura media de la Tierra sería unos 33 °C menos, del orden de 18 °C bajo cero, lo que haría inviable la vida. Actualmente el CO<sub>2</sub> presente en la atmósfera está creciendo de modo no natural por las actividades humanas, principalmente por la combustión de carbón, petróleo y gas. Por tanto es preciso diferenciar entre el efecto invernadero natural del originado por las actividades de los hombres (o antropogénico).



### Actividad 12: Esquema de Efecto Invernadero

1. Explica el concepto de eficiencia energética aplicado en un ejemplo del sector construcción o vivienda.
2. Dibuja un esquema del Efecto Invernadero que comprende radiaciones, absorciones, reflexiones, convecciones y los emisores principales.
3. Forma grupo de dos personas para explicarse y revisar mutuamente sus esquemas. Expliquen qué pasa con la capa de ozono, porque se calienta la tierra y como contribuyen los ecosistemas así como las fuentes antrópicas.

Los GEI tienen la propiedad de retener y re-emitir energía dentro de la atmósfera, su producción excesiva hace de la Tierra un invernadero, ya que absorbe energía que ocasiona su calentamiento. El calentamiento causa efectos negativos y en muchos casos irreversibles, como el deshielo de los glaciares, el aumento de la temperatura en los océanos, el aumento del nivel del mar, el deterioro de los suelos, los cambios de precipitación que producen sequías o inundaciones y los incendios forestales, entre otros.

#### 7.5.1 Protocolo de Kioto y posteriores convenciones de cambio climático

En la celebración de la Cumbre de Tierra en Rio de Janeiro, Brasil, en 1992, participaron 108 gobiernos y unos 22,400 representantes de organizaciones no gubernamentales (ONG). Como resultados se obtuvieron la *Convención para la Diversidad Biológica* y la *Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático*, la que incluye el Protocolo de Kioto sobre el cambio climático.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) logró en 1997 en Kioto, Japón, un acuerdo internacional con el Protocolo de Kioto que tiene por objetivo reducir las emisiones de los seis gases de efecto invernadero que causan el calentamiento global. El protocolo compromete a los 37 países industrializados y la Unión Europea a reducir sus emisiones de GEI, reconociendo que son los principales responsables de los elevados niveles de emisiones de GEI. Los Estados Unidos, el mayor emisor de gases de invernadero mundial, no ratificó el Protocolo hasta hoy día; Japón, Canadá y Nueva Zelanda firmaron el protocolo hasta 2002 y Rusia en 2004. Sobre China, India y Brasil hay controversias, como están reconocidos como países en vías de desarrollo, no están obligados a reducir sus emisiones, sin embargo son países con industrias fuertes y muy contaminantes.

A la primera Cumbre de Tierra en 1992 la han seguido varios encuentros internacionales para reportar los logros de los países miembros. La Conferencia de Partes (COP) que empezó en 1995 como órgano supremo de la CMNUCC y reúne cada año a los miembros para reportar y negociar la reducción y obligación de los GEI de cada país.

La (16ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático) se llevó a cabo en 2010 en Cancún. Como país anfitrión, México se comprometió a reducir 50% de sus emisiones de GEI hasta 2050, con relación a las emisiones emitidas en el año 2000.

Figura 66: 16ª Conferencia de las Partes de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático



Fuente: Greenpeace

## 7.6 Convenios y programas en México para la reducción de emisiones

En la Convención Marco de Naciones Unidas sobre Cambio Climático de 1992 los países firmantes asumieron compromisos para estabilizar y reducir la cantidad de CO<sub>2</sub> existente en la atmósfera. Se establecieron tres mecanismos para estos fines: el comercio de emisiones, la Implementación Conjunta y el Mecanismo de Desarrollo Limpio MDL. (ONU, 1992b, 1998)

Se instalaron varios fondos para asistencia técnica y financiera a proyectos de reducción de GEI y de producción de energía alterna como el Fondo Prototipo del Carbono del Banco Mundial, el Programa Latinoamericano del Carbono y el FOMECAR (Fondo Mexicano de entre administra por la SEMARNAT y la Comisión Intersectorial de Cambio Climático (CICC).

### 7.6.1 Certificados de Emisiones Reducidas CER o Bono de Carbono

Como signatario del Protocolo de Kioto y ratificado como país no incluido en el Anexo I, a México se le permite el comercio de certificados de reducción de emisiones, comúnmente conocidas como “Bonos de carbono” o Certificados de Emisiones Reducidas (CER) en los proyectos de mitigación registrados. Se han creado fondos gubernamentales y privados para apoyar el desarrollo de proyectos vinculados al Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) que permitan emitir CER.

## El Mercado de "Bonos de Carbono"

El nombre de "bonos de carbono" se ha dado como un nombre genérico a un conjunto de instrumentos que pueden generarse por diversas actividades de reducción de emisiones. Los países del Anexo I que inviertan en proyectos bajo el Mecanismo de Desarrollo Limpio, pueden obtener Certificados de Reducción de Emisiones por un monto equivalente a la cantidad de bióxido de carbono equivalente que se dejó de emitir a la atmósfera como resultado del proyecto. Para ello, el proyecto debió cumplir con los requisitos establecidos por el Consejo Ejecutivo del Mecanismo de Desarrollo Limpio.

El MDL representa un instrumento económico que permite comercializar CER en un mercado internacional para reducir los GEI. En el Anexo I del protocolo de Kioto se determinan los países en vías de desarrollo que pueden manejar proyectos de reducción de GEI y que, dentro de proyectos bilaterales, pueden ser apoyados por países industrializados, sobre la base de que todas las emisiones de GEI se distribuyen al nivel global pero es económicamente más eficiente desarrollar proyectos para su reducción en países en vías de desarrollo, donde son menores los costos de reducción de estas emisiones. Los proyectos participantes como MDL deben certificar la reducción de emisiones mediante monitoreo y sus CER se pueden comercializar en diferentes mercados. Cada CER equivale a una tonelada de emisiones reducida, que se calcula en CO<sub>2</sub> equivalente, el valor por tonelada no está estable, y en los últimos años ha decrecido. El CER empezó con un valor de 20 USD/ton, bajó de 18 hasta 12 USD/ton y para el cierre de 2014 se encuentra en 8 USD/ton.<sup>74</sup>

### 7.6.2 Ley General de Cambio Climático (LGCC)

*México ocupa el 11° lugar en emisión de gases de efecto invernadero (GEI) y contribuye con el 1.6 por ciento de las emisiones globales. La meta que tiene el Gobierno Federal al 2012 es de reducir 51 millones de toneladas de bióxido de carbono equivalente (MtCO<sub>2</sub> e) del total de emisiones anuales, con respecto al escenario tendencial (línea base 2012 que ascendería 786 MtCO<sub>2</sub> e) y como resultado de acciones desarrolladas en los sectores relacionados con la generación y uso de energía, agricultura, bosques y otros usos del suelo y desechos.*

Actualmente, las fuentes de emisión en orden de importancia son: producción y uso de energía, incluido el transporte, desechos, cambio de uso de suelo y silvicultura, procesos industriales y agricultura. En los últimos 20 años la producción de GEI casi se duplicó.

La Ley General de Cambio Climático entró en vigor en octubre de 2012 y tiene una visión integral que reconoce la importancia de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y de establecer criterios para reducir la vulnerabilidad de los ecosistemas ante los impactos del cambio climático.

---

<sup>74</sup> Existen diferentes Bolsas de Carbono al nivel global que publican constantemente el valor de los CER. El precio de los CER para un proyecto de MDL depende también del grado de avance del proyecto.

Los aspectos más destacables de la Ley incluyen:

1. La creación de un sistema nacional de cambio climático, que determina las instituciones de investigación, de toma de decisiones y de participación en la materia y que define la concurrencia entre la federación, las entidades federativas y los municipios.<sup>75</sup>
2. La regulación de las acciones de mitigación y adaptación.
3. El fomento a la educación, la investigación, el desarrollo y la transferencia de tecnología.
4. Los mecanismos para integrar la equidad de género e incluir a la sociedad civil, el sector privado, la academia, los jóvenes y las comunidades indígenas en la toma de decisiones.
5. El diseño y promoción de instrumentos económicos, fiscales y financieros.
6. La elaboración de previsiones presupuestales.
7. Mecanismos de evaluación y seguimiento de la Ley.

Las metas de reducción son:

**Hasta 2020:**

- Reducir un 30% de emisiones GEI con respecto a la línea base
- Por lo menos el 35% de la generación de electricidad deberá provenir de fuentes de energía limpia

**Hasta 2024**

- Reducir un 50% de emisiones GEI en relación con las emitidas en el año 2000

**Hasta 2050**

- Tasa cero de pérdida de carbono (sin plazo fijo)

*Fuente: [http://www.comoves.unam.mx/assets/revista/163/rafagas\\_163.pdf](http://www.comoves.unam.mx/assets/revista/163/rafagas_163.pdf)*

*La Ley: [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5365828&fecha=28/10/2014](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5365828&fecha=28/10/2014)*

---

<sup>75</sup> Como parte de la nueva ley, se crea el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático INECC, cuyo titular y seis consejeros representantes de la comunidad científica, académica o técnica, formarán la Coordinación de Evaluación para valorar periódicamente la política nacional del cambio climático y proponer ajustes.

**Figura 67: Instrumentos previstos en la Ley General del Cambio Climático LGCC**



Fuente: [www.inmujeres.gob.mx/inmujeres/images/stories/medioambiente/2014/09\\_SEPTIEMBRE-/estrategia\\_nacional\\_cambio\\_climatico.pdf](http://www.inmujeres.gob.mx/inmujeres/images/stories/medioambiente/2014/09_SEPTIEMBRE-/estrategia_nacional_cambio_climatico.pdf)

### 7.6.3 Programa Especial de Cambio Climático 2014-2018 (PECC)

El PECC se elaboró por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, con la participación y aprobación de la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático (CICC) y en él se establecen los objetivos, estrategias, acciones y metas para enfrentar el cambio climático mediante la definición de prioridades en materia de adaptación, mitigación, investigación, así como la asignación de responsabilidades, tiempos de ejecución, coordinación de acciones y de resultados y estimación de costos, de acuerdo con la Estrategia Nacional de Cambio Climático.

La estructura del PECC integra acciones en cuatro capítulos:

- 1. Mitigación.** Contiene las metas orientadas a reducir las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de origen antropogénico y está dividido en sectores y subsectores de fuentes emisoras.
- 2. Adaptación.** Presenta metas relacionadas con la reducción de la vulnerabilidad y los riesgos de los efectos del cambio climático en los sistemas humanos, naturales, en actividades productivas y en infraestructura clave. Las metas definidas para este capítulo se dividen en sistemas y subsistemas, adaptando al contexto mexicano los lineamientos del grupo de trabajo II del PICC.
- 3. Política transversal.** Describe las metas orientadas al aseguramiento de la eficacia del PECC mediante una estrategia de integración transversal. Las acciones clave identificadas para concretar el trabajo de la multiplicidad de actores involucrados en cada meta están divididas en secciones temáticas.
- 4. Visión de largo plazo.** Esta visión modela la trayectoria que debe seguir el país para asegurar la desviación de la línea base en materia de emisiones de GEI y la reducción de la vulnerabilidad ante el cambio climático. De las 294 metas del PECC, 53 están asociadas a reducciones de GEI en unidades de MtCO<sub>2</sub>e.



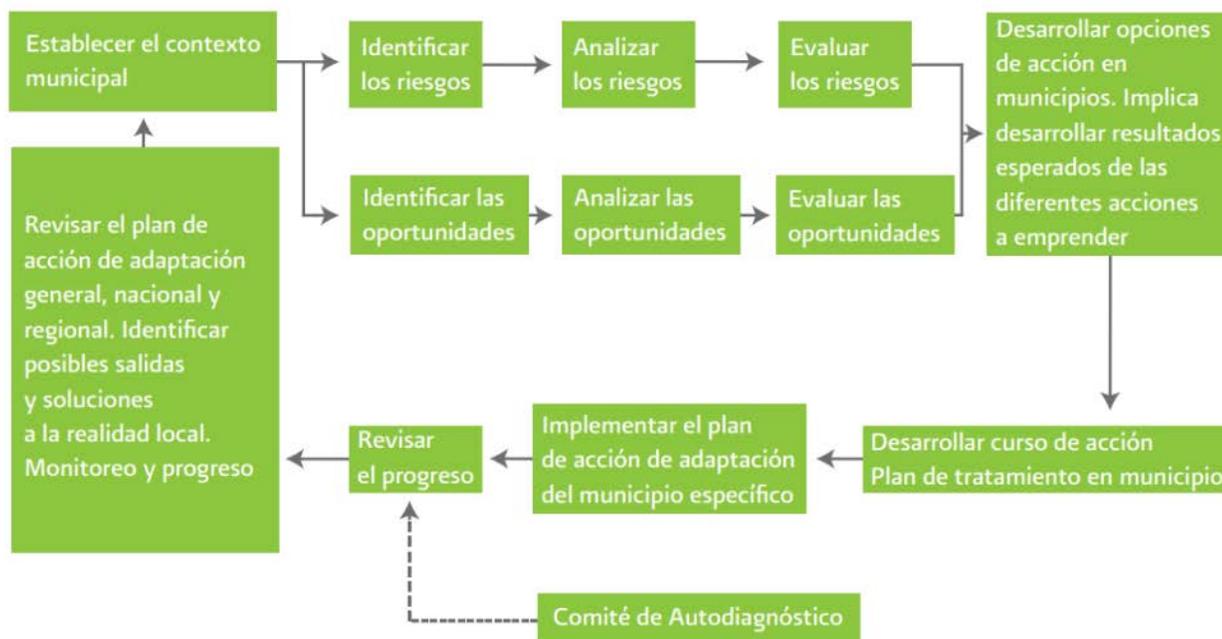
### 7.6.4 Guía Municipal de Acciones frente al Cambio Climático

México es uno de los países más vulnerables a fenómenos hidrometeorológicos. Aproximadamente 87.7 millones de habitantes residen en zonas de riesgo, de los cuales, el 70 por ciento se encuentra en zonas urbanas. Asimismo, el 34.4 por ciento de la población está expuesta a huracanes e inundaciones, y alrededor del 33.2 por ciento sólo a inundaciones. Asimismo, se estima que 90 mil hogares se asientan de manera irregular y, en muchos casos, coinciden con asentamientos localizados en zonas de alto riesgo. Es urgente actuar de inmediato con objeto de minimizar los efectos del cambio climático. (Sedesol - Guía metodológica para elaborar programas municipales de ordenamiento territorial, 2010.)

La Guía Municipal de Acciones frente al Cambio Climático se publicó de la Secretaria de Desarrollo Social en 2012. Está planteada como una guía dirigida a las autoridades municipales para fortalecer su gestión en materia de mitigación de gases de efecto invernadero y adaptación al cambio climático a través de una serie de medidas y acciones concretas. Se pone particular énfasis en la administración del desarrollo urbano y las facultades de los gobiernos municipales como se describen en el Artículo 115 (Orden político de los municipios de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos).

Se pide a los municipios hacer un autodiagnóstico sobre la exposición a los riesgos asociados al cambio climático de la población, los recursos naturales, los bienes inmuebles e infraestructura local, con el fin de tomar medidas de mitigación y adaptación a este fenómeno, aprovechando las fuentes de financiamiento que mencionamos y que actualmente están disponibles tanto por vía de los programas del gobierno federal, como por diversas agencias nacionales e internacionales.

**Figura 69: Proceso de Manejo de la Adaptación y el papel del Comité de Autodiagnóstico**



Fuente: elaboración propia con base en ICLEI (2010) Changing Climate, Changing Communities. Guide and Workbook for Municipal Climate Adaptation, ICLEI – Local Governments for Sustainability, Canada Office.

### 7.6.5 La Reforma Energética

Las Leyes secundarias fueron aprobadas en diciembre de 2013 por el Congreso de la que fijan las reglas para su instrumentación.

A continuación, citamos de CNN México (*Mauricio Torres, agosto de 2014*) los 20 puntos que te ayudarán a entender en qué consisten los cambios que conlleva la Reforma energética.

#### 1. Apertura en petróleo y gas

La reforma y sus leyes secundarias dejan entrar e invertir empresas privadas, nacionales o extranjeras en México en la exploración y explotación de hidrocarburos: petróleo, gas y sus derivados. Desde la expropiación petrolera de 1938, estas actividades eran exclusivas del Estado.

#### 2. Contratos petroleros

La manera en la que las empresas privadas podrán participar en la exploración y explotación de hidrocarburos será la celebración de contratos con el Estado. Estos contratos podrán ser de licencia, de servicios y de utilidad o producción compartida, y serán asignados a través de licitaciones por la Comisión Nacional de Hidrocarburos (CNH), uno de los dos órganos reguladores del sector.

#### 3. Ocupación de terrenos

La misma Ley de Hidrocarburos contempla la posibilidad de que el área contractual otorgada a un particular abarque terrenos en poder de un propietario. En ese caso, para poder iniciar sus actividades, el contratista tendrá que llegar a un acuerdo con el dueño de la tierra, ya sea de compraventa o para permitir el uso por medio de las figuras de servidumbre legal, ocupación temporal o afectación superficial.

#### 4. 'Fracking'

En relación con el punto anterior, la ley también abre la puerta a la explotación de gas de esquisto o shale, que se obtiene mediante una práctica conocida como fractura hidráulica o *fracking*. Esto consiste en perforar la tierra e introducir agua y químicos a presión para sacar el hidrocarburo.

#### 5. Apertura eléctrica

Así como la reforma abre a la inversión privada la industria de los hidrocarburos, también lo hace con el sector eléctrico. Esto significa que empresas privadas podrán generar y suministrar este tipo de energía, y competir con la CFE.

#### 6. Permisos

La entrega de permisos para la generación y el suministro de electricidad estarán a cargo del otro regulador del sector, la Comisión Reguladora de Energía (CRE). Según la Ley de la Industria Eléctrica, esta institución también estará facultada para modificarlos, revocarlos o prorrogarlos.

#### 7. Los árbitros

Tanto la CNH como la CRE ya existen actualmente. El Congreso les dio mayores facultades, así como modificar la composición de sus cuerpos de dirección.

#### 8. Reguladores independientes

La CNH y la CRE serán organismos reguladores "coordinados" con el gobierno federal. Según el PRI y el PAN, esta figura permitirá que tengan cierta autonomía y, al mismo tiempo, deban tomar decisiones que sean congruentes con la política energética definida por la Secretaría de Energía.

## **9. Más gasolineras**

La Ley de Hidrocarburos establece que, a partir del 1 de enero de 2016, la CRE podrá otorgar permisos para el libre expendio de gasolina y diésel, es decir, para la apertura de más gasolineras.

## **10. Multas millonarias**

Dentro de la misma ley, sin embargo, se contemplan multas de entre 1 millón y 20 millones de pesos para aquellas gasolineras que vendan litros incompletos de combustible, una práctica frecuentemente denunciada ante la Procuraduría Federal del Consumidor (Profeco).

## **11. Precio de gasolina y gas**

La nueva legislación contempla cambios en la política de precios de los combustibles.

## **12. Tarifas eléctricas**

En el caso de las tarifas eléctricas, las nuevas leyes no prevén cambios por el momento. Esto significa que se mantendrá el subsidio generalizado, aunque las normas apuntan a que los apoyos se concentren en los sectores de menores ingresos de zonas rurales y urbanas marginadas.

## **13. Pemex y CFE**

La reforma energética también implica nuevas leyes para ambas instituciones, que se convertirán en empresas productivas del Estado. Con esto, tendrán que modificar su forma de organización y adoptar un gobierno corporativo similar al de una compañía privada. Por ello, tendrán tanto un director, encargado de la operación diaria, como un consejo de administración, responsable de las decisiones de largo plazo.

## **14. Pasivos laborales**

Una de las últimas medidas incluidas en las leyes energéticas fue abrir la posibilidad para que el Estado asuma una parte de los pasivos laborales de Pemex y de la CFE, que ascienden a 1.6 billones de pesos por pensiones y jubilaciones de sus trabajadores. A decir del PRI y el PAN, esto es necesario para "sanear" las finanzas de ambas instituciones y dejarlas en mejores condiciones de competir con las compañías privadas que llegarán a México.

## **15. La relación con los sindicatos**

Sin embargo, la conversión de esos pasivos en deuda pública está sujeta a algunos requisitos. El más polémico es que Pemex y la CFE logren cambios en los contratos colectivos de trabajo con sus sindicatos, de manera que se establezcan nuevas condiciones de retiro para sus nuevos empleados, con edades de jubilación más elevadas y un sistema de cuentas de ahorro individuales.

## **16. Ingresos petroleros**

Con la apertura del sector energético, los promotores de la reforma esperan que crezcan los ingresos del país derivados de los hidrocarburos. Estos ingresos principalmente serán de tres tipos: derechos, que pagarán Pemex y sus subsidiarias; contraprestaciones, que pagarán los particulares con contratos de exploración y explotación, e impuestos, que pagarán los dos.

## **17. Fondo petrolero**

El fondo se constituirá como un fideicomiso dentro del Banco de México (Banxico), con la finalidad de administrar los ingresos derivados de los hidrocarburos. En ese sentido, tendrá que vigilar que cada contratista realice sus pagos y reciba las ganancias que le corresponden.

## **18. El Presupuesto de Egresos de la Federación PEF**

La ley del fondo petrolero establece que, cada año, éste tendrá que entregar recursos equivalentes al 4.7% del Producto Interno Bruto (PIB) para el Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF).

#### **19. Las 'cabezas' del fondo**

La nueva legislación señala que el fondo será dirigido por un comité técnico integrado por siete miembros: el secretario de Hacienda, el secretario de Energía, el gobernador del Banxico y cuatro independientes.

#### **20. Fondo para estados productores**

Dentro del paquete de normas fiscales de la legislación energética, también se contempla crear un fondo de recursos especial para los estados y municipios productores de petróleo. Esta bolsa se nutrirá del dinero recaudado vía los impuestos por actividades de exploración y explotación.

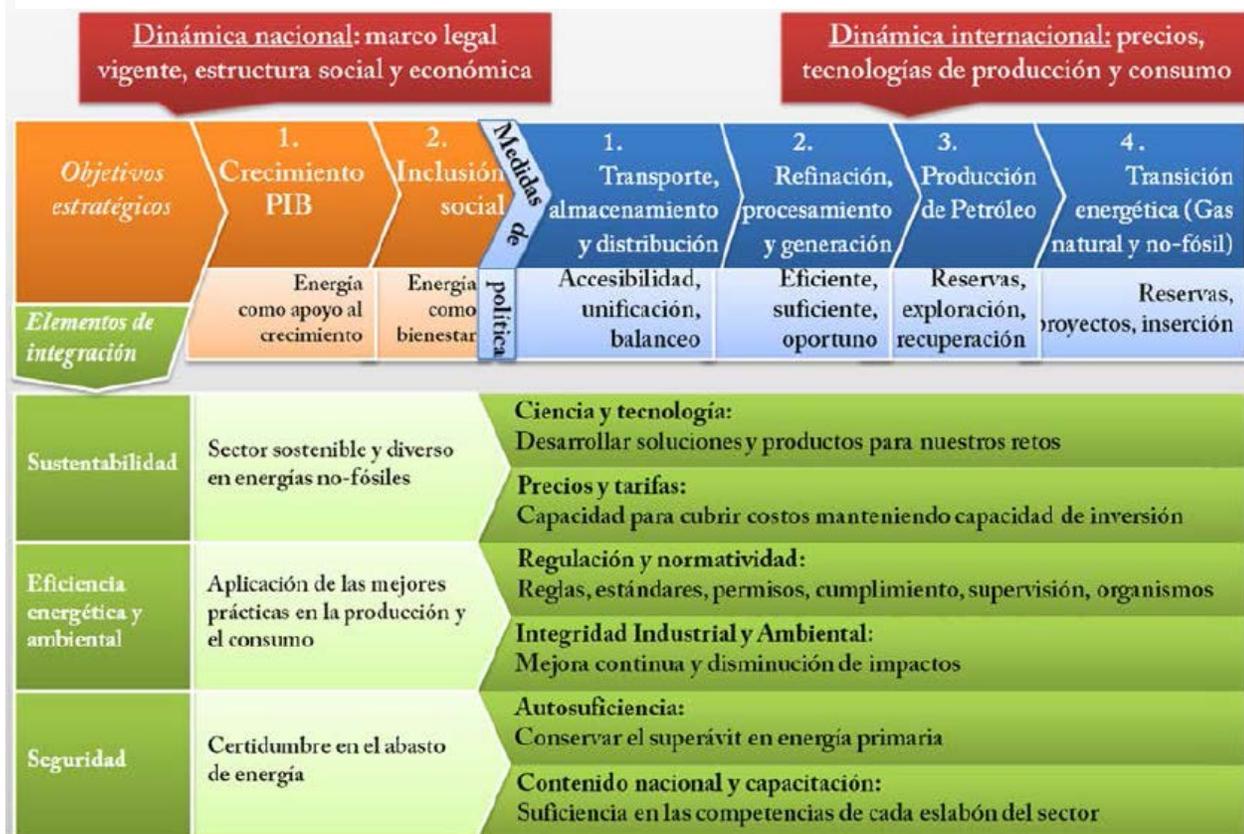
### **7.6.6 Estrategia Nacional de Energía 2013-2027 (ENE)**

*De 2000 a 2011 el consumo de energía en México creció a un promedio anual de 2.08%, tasa superior a la que presentó el Producto Interno Bruto (PIB), cuyo crecimiento anual fue de 1.82%. Por su parte, la producción de energía primaria disminuyó a una tasa anual de 0.3%. De continuar esta tendencia tanto en el consumo como en la producción de energía, para el 2020 México se convertiría en un país estructuralmente deficitario en energía.*

La ENE introduce suficiente flexibilidad para que el país pueda transitar los próximos años hacia una matriz energética de bajo carbono de una forma eficiente y sobre todo para poder administrar los costos de hacerlo. Busca aprovechar todas las oportunidades incluyendo el gas de lutitas (shale gas), la geotermia y el gran potencial de energías renovables. También incluye la opción nuclear, y de manera destacada, reconoce la importancia de aumentar la eficiencia energética (CMM, 2014)

Como aspecto clave la eficiencia energética en el consumo y en la producción de energía en México. La estrategia se elabora en base de con Objetivos estratégicos, Medidas de Política y Elementos de Integración. Como se puede leer en la siguiente figura. La ENE precisa que se deberá trabajar en desarrollar proyectos que generen valor agregado para la industria energética mexicana, fortalecer a los institutos de investigación y de educación del sector energético, fomentar el desarrollo de recursos humanos capacitados y especializados, y propiciar la creación de redes nacionales e internacionales con las instituciones y centros de investigación, entre otros.

Figura 70: Mapa de la Estrategia Nacional de Energía



Fuente: [www.energia.gob.mx/res/PE\\_y\\_DT/pub/2013/ENE\\_2013-2027.pdf](http://www.energia.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/ENE_2013-2027.pdf)



### Actividad 13: Discusión- Políticas para ER y EE

Discutan en grupo:

1. ¿El Protocolo de Kioto es un instrumento suficiente fuerte para mitigar el efecto del cambio climático?
2. ¿El compromiso de México en el COP 16 en Cancún fue suficiente?
3. ¿Los programas actuales del Gobierno reducirán las emisiones?
4. ¿En qué sectores se podrán ver mejores resultados de mitigación?





## Unidad C - Identificación y análisis de la envolvente térmica, muros, cubiertas y fachadas

---



*En este capítulo se abarca el gran tema de aislamiento térmico y su función en la envolvente de un edificio. La envolvente comprende desde la fachada, el techo, la cimentación, ventanas, puertas y otras aberturas hasta los materiales específicos que se aplican para garantizar el confort térmico de la vivienda. Mientras en zonas frías se trata de evitar que se transfiera el calor de adentro hacia a fuera, en México y otras zonas cálidas estamos previendo que no entre el calor ni la radiación solar y aplicamos diferentes diseños bioclimáticos así como materiales y tecnologías para climatizar el espacio interior.*

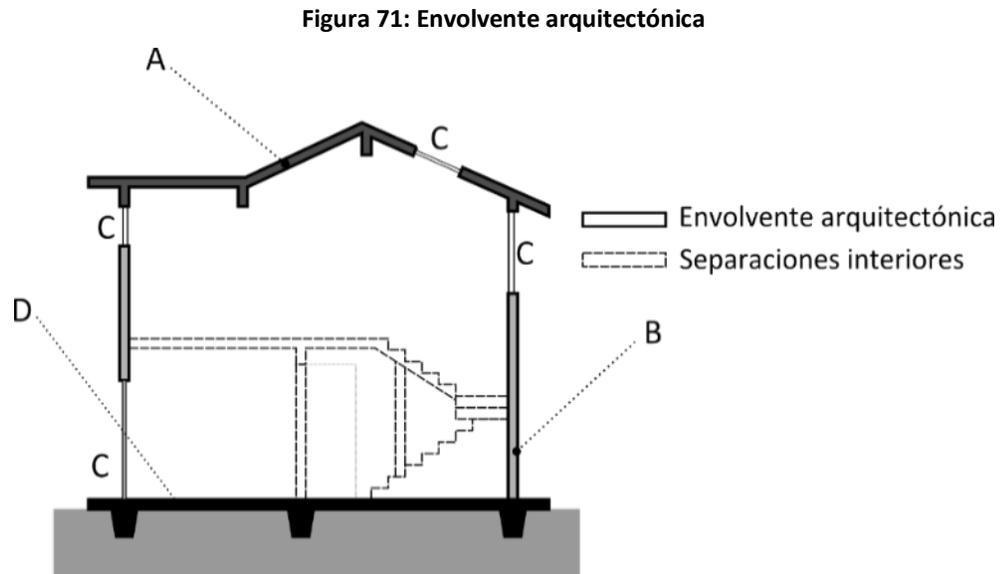
*Conoceremos los diferentes materiales de aislamiento térmico y sus características técnicas que ayudan para generar un confort térmico, un concepto que conocieron en el primer capítulo de diseño bioclimático y arquitectura vernácula. Empezamos con el análisis de fachadas y de materiales de construcción respecto a sus características térmicas, y terminamos el semestre con los primeros cálculos del el coeficiente global de transferencia de calor.*



## 8 Aspectos físicos y funciones energéticas de la fachada

### 8.1 La envolvente arquitectónica

La envolvente arquitectónica es la capa externa de un edificio que vincula los espacios interiores con el exterior; ya sea el aire libre, el agua, el terreno o una colindancia. Funciona como un regulador de las condiciones exteriores, para crear un ambiente interior (temperatura, luz y ventilación naturales)<sup>76</sup>.



*Fuente: Elaborado para Conalep*

Una envolvente arquitectónica está integrada por:

- A. Cubiertas, techos, losas, volados
- B. Muros y piel del edificio
- C. Aberturas, puertas y ventanas
- D. Superficie de contacto con el terreno: pisos

La envolvente, cumple tres funciones principales:

#### **Soporte**

Se refiere a que la edificación sea capaz de sostenerse a sí misma y responder a los esfuerzos estructurales para los que fue diseñada, para brindar seguridad a los usuarios. La envolvente puede formar parte del sistema constructivo (muros de carga) o estar adosada al mismo (fachadas superpuestas). Debe ser estructuralmente segura y sus elementos no deben representar riesgos para los habitantes o los transeúntes.

<sup>76</sup> Straube, John. "The Building Enclosure", Building Science Digest 18/ Building Science Press, 2006

## Control

Debe tener la capacidad de regular las cargas térmicas, cargas acústicas, las condiciones de iluminación natural, de humedad y el flujo y renovación del aire. Por ejemplo, mantener el calor en épocas de frío, aislar el ruido excesivo producido por autos, permitir el paso de la luz natural para prescindir de iluminación artificial durante el día, aislar de la lluvia y permitir la renovación del aire, para que se pueda respirar saludablemente.

## Presentación

Debe cumplir con una apariencia interior y exterior armónica, estética, acorde con su uso. También es importante que, el mantenimiento de la misma sea fácil de llevar a cabo por el usuario, los acabados sean duraderos y que tanto construcción como mantenimiento, resulten económicos y ecológicos.

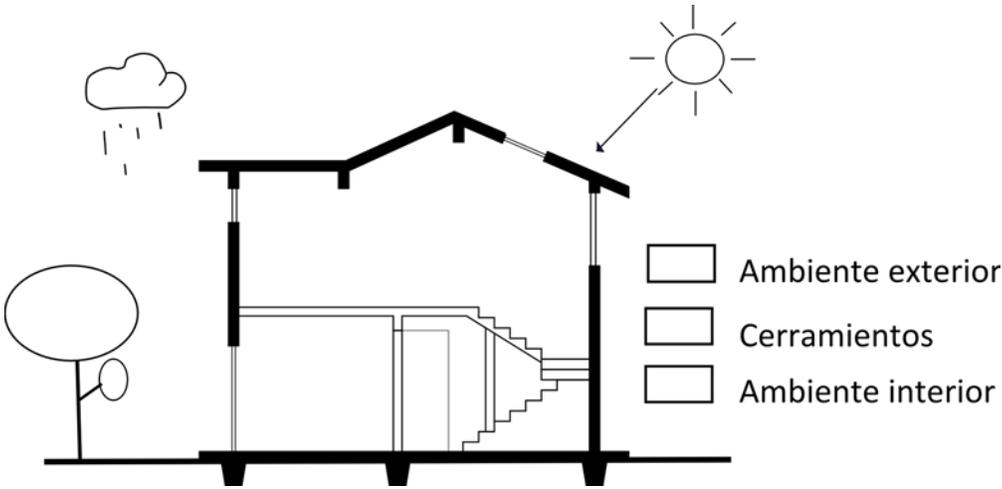
### 8.1.1 Sistema físico de la envolvente

La envolvente arquitectónica es parte de un sistema físico que abarca tres componentes<sup>77</sup>:

- **Ambiente exterior.** Se refiere al entorno, natural o urbano, en el que se ubica el edificio.
- **Cerramientos.** El “casarón” del edificio: muros, puertas, ventanas, pisos, invernaderos.
- **Ambiente interior.** Son las condiciones micro-climáticas que se obtienen como resultado de la interacción del sistema de cerramientos de la envolvente con el ambiente exterior.

**Actividad 14: Sistema físico de la envolvente** 

Utiliza tres colores distintos para señalar los elementos del sistema físico de la envolvente: Ambiente exterior, cerramientos, ambiente interior. Rellena cada rectángulo con el color según corresponda.



Ambiente exterior  
 Cerramientos  
 Ambiente interior

<sup>77</sup> Straube, J.F. and Burnett, E.F.P., "Rain Control and Design Strategies". J. Of Thermal Insulation and Building Envelopes, July 1999, pp. 41-56.

## 8.2 La fachada

Las fachadas arquitectónicas forman parte de la envolvente de un edificio. Es la primera impresión que da un edificio, y en conjunto, como en una ciudad, las fachadas son las que nos dan la idea de si es una ciudad muy bonita o no. Las fachadas cumplen, principalmente, una función estética, pero además es deseable que cumplan otras funciones como:

- proveer aislamiento térmico hacia el edificio,
- proveer aislamiento acústico,
- proveer impermeabilidad al agua y
- controlar la iluminación natural hacia el interior del edificio.

### 8.2.1 Fachada pesada

Esta categoría abarca todas las fachadas tradicionales, ya sean de ladrillo aparente, enfoscados, aplacados, piedra, madera u otras; además de las ventiladas y las prefabricadas. El muro de fachada debe tener la resistencia y espesor necesario para satisfacer las exigencias que se derivan de su función portante. Estas fachadas forman parte de la estructura del edificio y las cargas verticales descienden a través de él hasta la cimentación, por lo que son más pesadas que cuando la fachada es solamente un elemento de cerramiento.

El importante peso de estos muros puede ser una ventaja en cuanto a su comportamiento térmico ya que la construcción con elementos pesados implica más **inercia térmica** y, por lo tanto, un mantenimiento más estable de la temperatura en el tiempo, esto es, con un rango de temperaturas más estrecho. La masa térmica de un material determina la cantidad de calor que puede conservar y la velocidad con que la cede o absorbe del entorno.

Mediante la utilización de muros de gran masa esta propiedad puede aprovecharse en la construcción para conservar la temperatura del interior de los edificios más estable a lo largo del día. Durante el día se calientan al recibir la energía del Sol y por la noche, que es más fría, van cediendo el calor hacia el interior y exterior del edificio, lo que ayuda a lograr una temperatura de confort.

En verano, durante el día, absorben el calor y retrasan el tiempo necesario para que éste ingrese en el edificio. Por la noche se vuelven a enfriar con una ventilación adecuada, para prepararlos para el día siguiente. Un adecuado uso de esta característica puede evitar el uso de artificiales sistemas de climatización interior.

Imagen 35: Ejemplo de una fachada pesada



Fuente: Infojardín <<http://www.infojardin.com>>

## Masa térmica

**Imagen 36: Masa térmica**



*Fuente: Wikimedia Commons*

Los muros masivos pueden ser una ventaja en cuanto a su comportamiento térmico ya que la construcción con elementos pesados implica más **inercia térmica** y, por lo tanto, un mantenimiento más estable de la temperatura en el tiempo, esto es, con un rango de temperaturas más estrecho. La masa térmica de un material determina la cantidad de calor que puede conservar y la velocidad con que la cede o absorbe del entorno. Mediante la utilización de muros masivos esta propiedad puede aprovecharse en la construcción para conservar la temperatura del interior de los edificios más estable a lo largo del día.

Durante el día se calientan al recibir la energía del Sol y por la noche, que es más fría, van cediendo el calor hacia el interior del edificio, lo que ayuda

a lograr una temperatura de confort. En verano, durante el día, absorben el calor y retrasan el tiempo necesario para que éste ingrese en el edificio. Por la noche se vuelven a enfriar con una ventilación adecuada, para prepararlos para el día siguiente. Un adecuado uso de esta característica puede evitar el uso de artificiales sistemas de climatización interior.

Distintos materiales poseen distintos valores de masa térmica; hay algunos con elevada masa térmica que los hacen deseables para la construcción en climas extremos como en los desiertos donde la temperatura exterior durante el día puede alcanzar los 40°C y los 8°C por la noche. Algunos materiales con elevada masa térmica pueden incluir el adobe (y la tierra en general), el ladrillo, la piedra, el concreto y el agua.

## Fachada ligera

Es una fachada continua y anclada a una estructura auxiliar. Por sí misma, o en conjunto con la estructura del edificio, cumple las funciones normales de un muro exterior pero no asume característica alguna de soporte de carga de la estructura del edificio.

Las fachadas de vidrio en los edificios de oficinas o comerciales son ejemplos muy comunes en México de fachadas ligeras. Actualmente muchos oficinas utilizan este tipo de fachadas por cuestiones estéticas y porque permiten concluir los edificios en menor tiempo pero desde el punto de vista de la eficiencia energética son edificios que durante el verano se sobrecalientan al recibir la radiación solar lo que eleva su temperatura al interior del edificio. Por otro lado, en invierno son incapaces de retener el calor dentro de las oficinas debido a los numerosos puentes térmicos.

**Imagen 37: Ejemplo de fachada ligera.**



*Fuente: Carlos Óscar Ruíz*

En general los edificios con grandes fachadas de vidrio se comportan como grandes captadores de radiación solar y tienden a sobrecalentarse lo que implica que consuman una gran cantidad de energía para alimentar equipos de aire acondicionado. La fachada ligera puede ser de dos tipos: *muro cortina* o *fachada panel*.

### Fachada prefabricada

Las fachadas prefabricadas son preparadas en talleres y comprenden muros prefabricados que luego habrán de ensamblarse unos a otros en el lugar de la obra. Algunos módulos de fachadas prefabricadas ya traen incluidas las ventanas y puertas facilitando el trabajo y reduciendo el tiempo de construcción.

El material que tradicionalmente se usa es el concreto pero la madera también es muy utilizada. También se utilizan otros materiales más modernos como el hormigón reforzado con fibra de vidrio.

Imagen 38: Módulos prefabricados para fachada



Fuente: Fachadas de Casas <<http://fachadas-casas.com>>

Los sistemas de unión entre los distintos módulos ya vienen incorporados en las propias piezas, de modo que suelen ser construcciones de *junta seca* por lo que no es necesario utilizar algún aglutinante en su unión, y aunque esto supone algunas ventajas por el poco tiempo que toma lograr la unión también posee algunas desventajas importantes desde el punto de vista de la eficiencia energética como la creación de puentes térmicos. Aunque los puentes térmicos son un grave problema si no se evitan en la construcción, actualmente no existe en México normatividad que regule este problema y es común ver malas prácticas en la construcción, por lo que hay muros aislados que presentan problemas de puentes térmicos los cuales permiten la transferencia de calor con mayor facilidad.

**Imagen 39: Instalación de lana mineral en una fachada ventilada**



Fuente: Wikipedia, <<http://es.wikipedia.org>>

## Fachada ventilada

La fachada ventilada nace a finales de los años 80 como nuevo sistema de fachadas inteligentes y actualmente sigue en desarrollo, se hace investigación acerca de los diferentes tipos de revestimientos que se pueden integrar, tipos de aislamientos apropiados para el exterior y sistemas de anclaje que mejoren la seguridad y reduzcan los tiempos de colocación y mantenimiento.

El concepto de fachada ventilada se basa en una cámara de aire abierta entre el revestimiento exterior del edificio y su cerramiento, permitiendo una ventilación continua en el interior de la cámara.

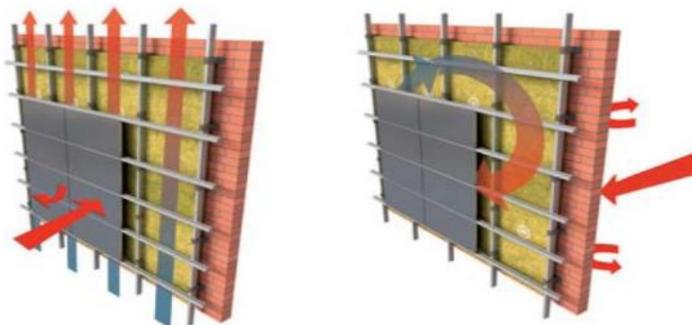
Se suele colocar el aislante sobre el cerramiento, para mejorar las características térmicas del edificio y cumplir con las necesidades impuestas por las normativas. De esta manera se reducen los consumos de energía por concepto de acondicionamiento de aire a fin de lograr el confort térmico, de tal modo que se utilizarían menos los equipos de aire acondicionado y/o de calefacción.

La fachada ventilada proporciona protección y mejora el confort térmico, gracias a la cámara de aire que queda entre muros, diseñada especialmente para aumentar el aislamiento térmico y/o acústico. Esta solución constructiva se utiliza de manera cada vez más frecuente en los proyectos arquitectónicos debido a que se obtienen, entre otras, las siguientes ventajas:

### ***Aislamiento Térmico***

En verano, la irradiación solar calienta el revestimiento externo que transmite su energía al aire de la cámara. Este aire se calienta y empieza a subir, por diferencia de densidad, hasta salir al exterior. De tal forma el calor por irradiación que llega a la pared del edificio es notablemente menor del que hubiera llegado sin fachada ventilada. En invierno el aislamiento térmico del edificio impide que el calor salga del edificio lo que aumenta el confort térmico dentro del mismo.

**Figura 73: Flujo del calor sobre una fachada ventilada en verano (izquierda) y en invierno (derecha)**



Fuente: MD5 Envoltentes arquitectónicas. Fachadas.

## Fachadas solares

Actualmente el método más utilizado para producir energía eléctrica a partir de la energía del Sol es el empleo de los paneles fotovoltaicos. El interés que tiene hoy la industria del diseño y la construcción por la captación

**Imagen 40: Fachada de un edificio que convierte la luz solar en energía eléctrica**



Fuente: Architings <<http://www.archithings.com>>

solar ha desarrollado nuevas tendencias y avanzadas tecnologías. Los sistemas fotovoltaicos son perfectamente integrables a la fachada de un edificio y sus cubiertas como puede apreciarse en la imagen en la que las ventanas con celdas fotovoltaicas reducen la insolación a la vez que producen energía eléctrica.

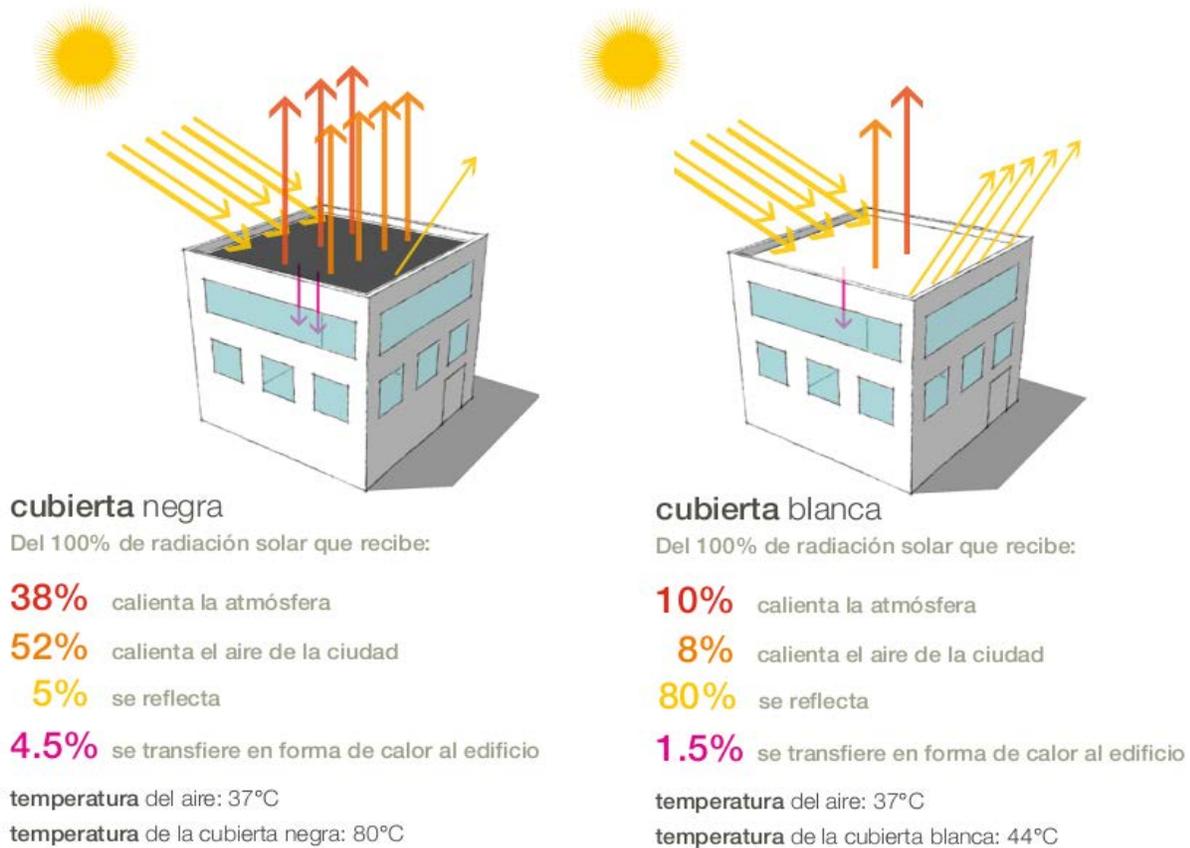
Dadas las latitudes de la República Mexicana la mejor manera de aprovechar la radiación solar sería en planos con inclinaciones igual al valor de la latitud en la localidad donde se localice, por lo que ubicar los paneles solares en paramentos verticales implica no aprovechar al máximo la cantidad de energía solar que incide. Este efecto se ve reducido en países más septentrionales.

### 8.2.2 Recubrimientos y revoques

Un elemento más al que se puede recurrir para generar mejor confort térmico dentro de un edificio, por medio de su fachada, es la utilización de recubrimientos y acabados especiales que disminuyen la conductividad térmica de la envolvente, además protegen los muros de agentes atmosféricos y la contaminación.

En ocasiones se utiliza una mezcla de perlita con yeso que es apta para lograr acabados termoaislantes. La perlita es un vidrio volcánico amorfo que tiene un contenido de agua relativamente alto. Es un mineral que aparece en la naturaleza, y tiene la propiedad poco común de expandirse entre 7 y 16 veces su tamaño cuando se calienta a temperaturas de 850 a 900 °C. Una vez expandida con este procedimiento quedan grandes cantidades de aire en su interior lo que le confiere características como aislante térmico y acústico. Es posible aplicarse sobre prácticamente cualquier superficie como recubrimiento exterior. Este tipo de recubrimiento provee propiedades de impermeabilidad, aislamiento acústico y aislamiento térmico. Existen también revoques aislantes como el que se logra con una mezcla de cemento, arcilla y corcho que además son considerados como ecológicos, otros con una mezcla de cemento, arena y perlitas de EPS.

**Figura 74: Albedo sobre un edificio**



Fuente: MD5 Envoltentes arquitectónicas. Fachadas.

### **Reflectividad Solar (RS)**

La RS es la habilidad de reflejar la radiación solar reduciendo la transferencia de calor hacia el interior del edificio. Se expresa como una fracción entre 0 y 1, o como un porcentaje entre 0 y 100 (valor alto de emitancia  $\epsilon$ )

Una superficie con valores altos de RS y  $\epsilon$  que está expuesta a la radiación solar, tendrá una temperatura superficial inferior comparada con superficies similares con valores de RS y  $\epsilon$  menores. Si esta superficie es parte de la envolvente del edificio, esto puede resultar en una disminución del calor que entra en el edificio; y si esta superficie es parte del tejido urbano (pavimentos, banquetas, etc.) estos valores contribuyen a disminuir la temperatura del aire; ya que la convección de superficies más frescas es menor. La reflectancia de las superficies es la capacidad que tienen éstas para reflejar la luz. Se define como la relación entre el flujo luminoso reflejado y el flujo luminoso incidente.

## Islas de Calor y Cool Roofs

Es posible conseguir una disminución de la temperatura superficial utilizando acabados que reflejten una porción significativa de la radiación solar incidente de onda corta, lo cual resulta en un mejor desempeño térmico comparado con superficies tradicionales. A ésta y otras estrategias se les conoce en inglés como COOL ROOFS: cubiertas y superficies reflectivas.

La tecnología de cubiertas y superficies reflectivas es una alternativa de eficiencia energética, financieramente viable y una solución sustentable para mitigar los efectos de isla de calor en las ciudades y reducir el consumo de energía requerido para el enfriamiento de los edificios.

Un aspecto fundamental para la implementación exitosa de este tipo de tecnologías es la existencia, aplicación y supervisión de un marco regulatorio adecuado. Actualmente la normatividad mexicana vigente en materia de eficiencia energética en envolventes (NOM-008-ENER-2001, NOM-020-ENER-2011, NMX-C-460-ONNCCE-2009) no contempla el efecto de las cubiertas y superficies reflectivas. Sin embargo, establece valores máximos permitidos para la ganancia de calor a través de la envolvente de una edificación, con objeto de racionalizar el uso de la energía en los sistemas de enfriamiento.

**Figura 75: Efecto de la isla de calor**



*Fuente: MD5 Envolventes arquitectónicas. Fachadas.*

### 8.2.3 Sombreamiento

Además de los elementos de sombreado que se especifican en la NOM-020-ENER-2011 existen otros que han dado muy buenos resultados a nivel mundial. Algunos de ellos son totalmente estáticos (elementos pasivos) mientras otros pueden ser mecanizados e incluso robotizados (elementos activos) para ajustar el nivel de sombreado de acuerdo a la latitud del lugar, hora del día y a la estación del año.

## Sombreamiento pasivo

Existen numerosos elementos que están diseñados para impedir total o parcialmente la cantidad de radiación solar que incida sobre superficies que se desean proteger. Estos varían en su funcionamiento, coste, mantenimiento, bloqueo de luz natural y de vistas. Por lo general estos sistemas suelen ser pasivos. Su costo inicial suele amortizarse gracias a un buen control solar y adecuada iluminación natural que permite reducir la iluminación artificial y las instalaciones de refrigeración necesarias para el confort.

**Imagen 41: Edificio Kuggen en Gotemburgo, Suecia**



Fuente: Tord-Rikard Soderstrom <<http://www.archdaily.mx/171749/kuggen-wingardh-arkitektkontor/>>

Un buen ejemplo de cómo se pueden aprovechar estos elementos pasivos de sombreado es el edificio Kuggen en Suecia. Se hace uso del diseño para contar con ventilación y, iluminación adaptable, calefacción y refrigeración interactiva, e iluminación natural dentro del edificio.

El edificio Kuggen está construido totalmente de concreto, una capa de elementos prefabricados con una alta *masa térmica*. Al comparar el edificio con sistemas de iluminación eléctrica y de ventilación o refrigeración convencionales que son activados por energía eléctrica es considerable la reducción en el consumo de electricidad ya que en el Kuggen esta energía se utiliza sólo cuando es realmente necesario.

Las ventanas ocupan una cuarta parte de la superficie de la pared, hace que el calor se mantenga, mientras que las aberturas de forma triangular permiten el paso de la luz donde más se necesita desde donde la luz puede penetrar perfectamente al núcleo del edificio.

## Sombreamiento activo

Los elementos de sombreado activo hacen uso de cierta energía para modificar las condiciones de sombreado según se requieren en el instante. Así se pueden tener persianas que ajustan su posición de acuerdo a las necesidades de los ocupantes y de la posición relativa del Sol. Estos dispositivos suelen ser más costoso pero también más eficientes al momento de controlar la cantidad de luz que se desea tener en un recinto.

**Imagen 42: Kiefer technic showroom, Austria**



*Fuente: Paul Ott <<http://www.architonic.com/aisht/dynamic-facade-kiefer-technic-showroom-ernst-giselbrecht-partner/5100449>>*

La fachada del edificio Kiefer technic show-room incorpora un sistema de persianas móviles en su exterior, las cuáles pueden variar su posición a voluntad del usuario o mediante un programa para permitir o bloquear total o parcialmente el paso de la luz y, por consiguiente, del calor del Sol cuando este es indeseable.

*Video sobre la fachada y su movimiento: <https://www.youtube.com/watch?v=kY3l64YQa5I>*

### Diseño de control solar

En el documento “Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables en México”, la Comisión Nacional de la Vivienda<sup>78</sup> publicó las siguientes recomendaciones para el diseño del control solar en diferentes zonas climáticas de México.

**Tabla 9: Recomendaciones para sombreamiento en función de la zona climática**

		Recomendaciones Guía CONAVI
<b>Cálido-húmedo</b>	Norte	Protección solar completa por alero
	Este/Oeste	Parteluces
		Alero según comportamiento solar
	Sur	Alero de mayor dimensión
<b>Cálido-seco extremo</b>	Norte	Ventana remetida / Aleros  Parteluces para protección en las tardes y en verano
	Este/Oeste	Ventana remetida / Aleros  En las fachadas este y oeste se debe considerar parteluces
	Sur	Ventana remetida / Aleros  Alero grande para evitar asoleamiento por las tardes, combinado con parteluces
<b>Templado</b>	Norte	Aleros combinados con Parteluces
	Este/Oeste	Parteluces en ventanas de fachada este y oeste, combinados con aleros
	Sur	Alero para evitar ganancia directa en primavera y verano
<b>Semifrío</b>	Norte	---
	Este/Oeste	Parteluces en ventanas de la fachada oeste, para evitar las ganancias de primavera
	Sur	Aleros en ventanas de fachada sur para evitar sobrecalentamiento de primavera y verano

<sup>78</sup> Comisión Nacional de Vivienda 2008, *Criterios e indicadores para desarrollos habitacionales sustentables en México*, CONAVI, México, <<http://www.conavi.gov.mx/estudios-investigaciones-publicaciones>>.

## 9 Azoteas verdes

El efecto Isla de Calor existe en muchas ciudades. En ocasiones, los espacios abiertos sólo lo están parcialmente, porque están “encerrados” por los edificios de la periferia y son insuficientes para garantizar una compensación contra la contaminación del aire, la absorción de la precipitación del agua y un espacio propicio para un ecosistema natural.

Las fachadas y cubiertas verdes reducen el calentamiento atmosférico y humedecen el ambiente urbano, creando así un clima más agradable y sano.

**Imagen 43: Casas con cubierta de tierra y pasto en Escandinavia**



*Fuente: Wikipedia*

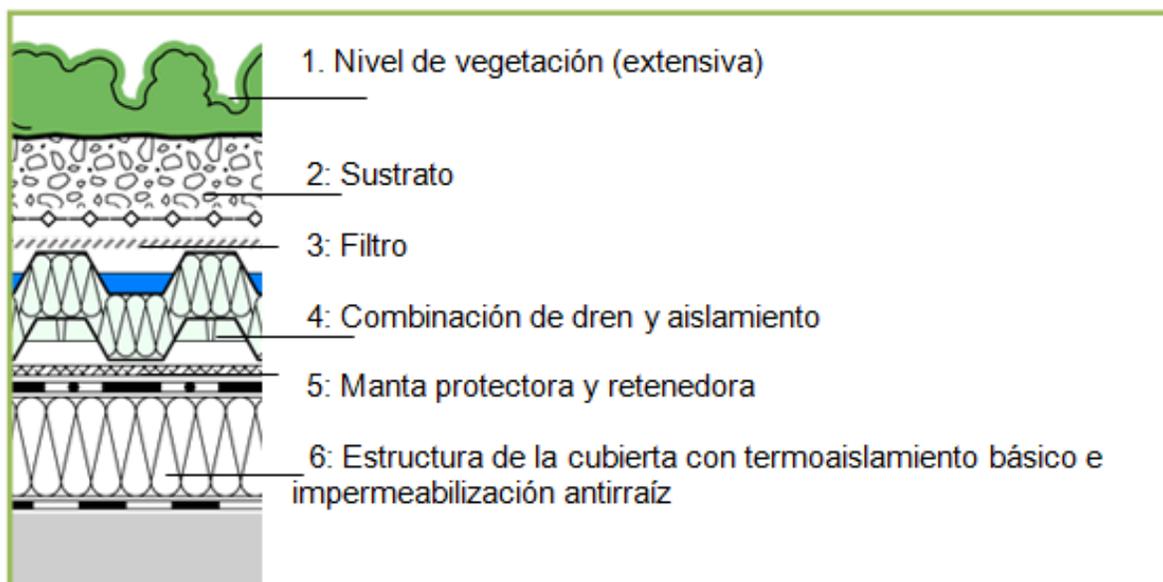
Un techo verde, azotea verde o cubierta ajardinada es la parte de un edificio que está parcial o totalmente cubierta de vegetación, ya sea en suelo o por medio de un cultivo apropiado (sustrato). Para los techos verdes modernos se usan sistemas integrales, compuestos por varias capas de materiales, diseñados para promover el crecimiento de la vegetación elegida. El término techos verdes no se refiere a techos con pasto sintético de color verde, ni tampoco a techos con jardines en macetas.

Las cubiertas ajardinadas son capaces de retener hasta el 90 % de la precipitación. Azoteas y fachadas con vegetación actúan como un filtro que retiene elementos tóxicos, por lo que contribuyen a reducir la contaminación atmosférica. Del mismo modo, el sustrato filtra el agua de la lluvia reduciendo en ella las sustancias nocivas. Además constituyen azoteas y fachadas con vegetación un hábitat para los invertebrados, como insectos y arañas, que se convertirán a su vez en alimento de aves.

Una cubierta vegetal extensiva requiere siguientes componentes:

- A. La estructura del techo con una impermeabilización anti raíz y de preferencia también con una capa de una material aislante (6).
- B. Mantas protectoras (5), que protegen las láminas anti raíz de daños producidos por golpes y retienen agua y nutrientes para las plantas.
- C. Capas drenantes (4), cuya función es almacenar el agua de lluvia y riego en las cavidades superiores de las placas, y conducir el agua sobrante de manera rápida y segura a los sumideros de la cubierta a través de sus canaletas inferiores. Las capas drenantes, aseguran una adecuada oxigenación del sustrato y de las plantas.
- D. Capas filtrantes (3), evitan que los granos finos de la capa adhesiva superior se corroan y al mismo tiempo aseguran una capa portante estable y un funcionamiento seguro del drenaje.
- E. Sustratos (2), que garantizan un crecimiento adecuado para las plantas. Los componentes de los sustratos son elegidos según las plantas.
- F. Capas vegetales (1). La composición del sustrato debe ajustarse exactamente a las necesidades particulares de la vegetación de la cubierta, para garantizar su máximo desarrollo.

**Figura 76: Sistema de azotea verde en combinación con aislamiento.**



Fuente: Zinco <<http://www.zinco.de>>

### 9.1.1 Azotea verde extensiva

En general, las cubiertas naturadas extensivas no necesitan mantenimiento periódico como el riego o la fertilización. Su mantenimiento se limita a hacer entre dos y cuatro recorridos anuales de control, aunque pueden volverse necesarias algunas medidas de mantenimiento dependiendo de cuál sea el objetivo de la cubierta naturada, por ejemplo, de la función estética de la apariencia verde, de las circunstancias o situación climática. Normalmente, las cubiertas naturadas extensivas no son transitables y no requieren un acceso fácil y directo.

### 9.1.2 Azotea verde intensiva

A los jardines en los techos que requieren de un espesor de suelo considerable para cultivar plantas grandes y césped tradicional, se les considera "intensivos". La naturación intensiva puede contener gramíneas, plantas perennes, arbustos y hasta árboles. El diseño y aprovechamiento son similares a los de un jardín al nivel del suelo y necesitan por eso un acceso cercano. Las plantas utilizadas en el sistema de naturación intensiva, tienen requerimientos elevados de sustrato. Mantener este tipo de naturación sólo es posible con un cuidado intensivo, sobre todo, con una alimentación frecuente y permanente de agua y nutrientes. Estas naturaciones son generalmente transitables para peatones y en ocasiones, hasta soportar tráfico pesado, por esta razón requieren una estructura de la cubierta suficientemente fuerte para la carga mecánica de la azotea verde intensiva.

**Imagen 44: Jardín Botánico en la Azotea de CICENA en México D.F.**



Fuente: Panoramio < <http://www.panoramio.com/photo/12352722> >

### 9.1.3 Azotea verde semi-intensiva

En la naturación semi-intensiva domina generalmente una cobertura compacta con gramíneas, plantas perennes y el estrato medio de pastos. El aprovechamiento y diseño es un poco más limitado comparado con el de las naturaciones intensivas. En estos sistemas, las plantas exigen menos del sustrato, tanto en agua como en nutrientes. A su vez, los requerimientos de mano de obra y gastos de instalación son menores en comparación con la naturación intensiva y el mantenimiento requerido, también es menor.



### Actividad 15: Cuestionario - Envolventes, fachadas y recubrimientos

1. Explica cuál es la diferencia entre una envolvente y una fachada.
2. Explica el funcionamiento de la fachada ¿Cómo funciona la ventilación en climas fríos y en climas cálidos?
3. ¿En qué tipo de vivienda y fachada se encuentra masa térmica y cómo apoya al ambiente interior de día y de noche?
4. Explica qué es el Efecto Isla de Calor - ¿Dónde lo encuentras y cómo lo puedes evitar?
5. ¿Dónde encuentras elementos de sombreado pasivo y activo en tu barrio?  
¿Cómo aplicarías sombreado a tu casa?
6. ¿Cómo podrían mejorar el confort térmico es su plantel por medio de la fachada, elementos de sombreado o recubrimientos, etc.?

## 10 Aislamiento térmico y materiales aislantes

### 10.1 Introducción al aislamiento

La principal característica física de un material aislante es su baja conductividad térmica. Ésta es la característica que expresa la capacidad del material de permitir la transferencia de calor.

Imagen 45: ¿Cuál es la diferencia entre estas dos cafeteras?



Fuente: Yopi <[www.yopi.de](http://www.yopi.de)>

Estas dos cafeteras cumplen con la misma función, que es preparar café. La diferencia relevante entre la cafetera blanca y la negra es que la negra almacena el café en un termo. Por lo general un termo consiste de dos capas con una capa de aire sellada o al vacío en el medio, lo que sirve como aislante. Una vez preparado el café, se almacena caliente en el termo y así conserva su calor por mucho tiempo, mientras la cafetera blanca mantiene el café caliente por medio de una placa calentadora, que consume permanentemente energía eléctrica. El calor en la jarra se pierde rápidamente, ya que el cristal tiene una alta tasa transferencia de calor.

Entonces, el aislante establece una barrera al paso del calor entre dos medios, impidiendo que entre o salga calor; tal y como sucede en una vivienda con aislamiento térmico o en las paredes de un refrigerador. Un aislante térmico es un material usado en la construcción y la industria para mantener algo caliente o frío, se caracteriza por su alta resistencia térmica. La resistencia térmica de un material representa la capacidad del material de oponerse al flujo del calor.

Los materiales de uso frecuente en la construcción como el acero y el vidrio son buenos conductores de calor, es decir, son materiales que dejan traspasar el calor, que no aíslan. Sin un aislamiento térmico, la energía térmica puede transmitirse de manera fácil del interior al exterior y viceversa. Por esto, es muy recomendable recubrir la envolvente con un material que tenga una conductividad térmica baja, es decir, que mantenga la temperatura en el interior del edificio y se defina como un mal conductor de calor. La única función de los materiales aislantes es aislar ya sea térmica y/o acústicamente, mientras otros materiales como el concreto y acero cumplen con la función estructural.

Puede decirse que lo que realmente aísla no es el material, sino el aire atrapado en ellos, más del 90% del volumen de un aislante es aire.

### **Razones para aplicar el aislamiento térmico**

#### *1) Mantener estable la temperatura del interior de una vivienda*

Ya sea que se refrigere, se calefaccione o simplemente por el intercambio de temperaturas entre el exterior y el interior de una edificación, el aislamiento térmico permite mantener un rango de temperatura de confort (generalmente entre 18° a 24°C en el que la mayoría de las personas se siente cómoda). Para lograr y mantener esta temperatura se aplican materiales aislantes que ayudan a mantener las temperaturas deseadas en el espacio interior de los edificios.

#### *2) Reducción de ruido y vibración*

Un beneficio adicional del aislamiento térmico es su capacidad de amortiguar las ondas sonoras. Con una selección apropiada del material aislante, se pueden lograr además de un aislamiento térmico, también un aislamiento acústico.

#### *3) Reducción de la contaminación ambiental*

Cuanta menos energía sea utilizada para calentar o enfriar un espacio, menos recursos naturales y combustibles se consumen, lo que significa una reducción del CO<sub>2</sub> y de otros gases que afectan la salud humana y al ambiente produciendo el “Efecto Invernadero”.

#### *4) Ahorro de dinero y valor agregado*

En cuanto menos se utilice el aire acondicionado o la calefacción, menos se gasta en energía y /o electricidad. Cuando la demanda de aire acondicionado se reduce en total a causa de un buen aislamiento, se pueden instalar equipos más pequeños que salen más económicos en la inversión inicial y los costos de operación a largo plazo. Para el sector de vivienda en México se estima que con la instalación de aislamiento en techos y muros se reduce la necesidad de refrigeración por lo menos entre un 27 y 38%.

Una vivienda que tiene menos consumo de electricidad resulta más económica en sus costos operativos a largo plazo que una vivienda donde el habitante paga una factura de electricidad más alta, es así se está aumentando el valor de la vivienda.

## **10.2 Balance energético de un edificio<sup>79</sup>**

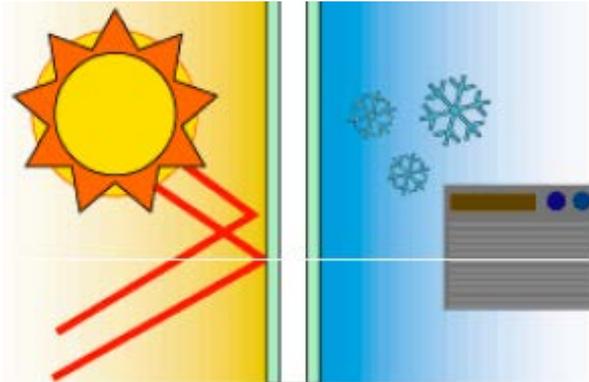
Según la segunda Ley de la Termodinámica, la transferencia de calor es el paso de energía térmica desde un cuerpo de mayor temperatura a otro de menor temperatura. En zonas de clima frío, esto implica que haya una pérdida del calor del interior de la casa hacia el exterior, que presenta temperaturas más bajas. Estas pérdidas se dan a través de muros, ventanas, techos y suelos. En cambio, en las zonas de clima caliente tratamos de “proteger” el espacio interior ante la invasión del calor del exterior que entra por toda la envolvente.

---

<sup>79</sup> Szokolay, SV 2008, *Introduction to Architectural Science. The Basis of Sustainable Design*. Elsevier, London.

### 10.2.1 Aislamiento térmico: Protección contra el frío o el calor

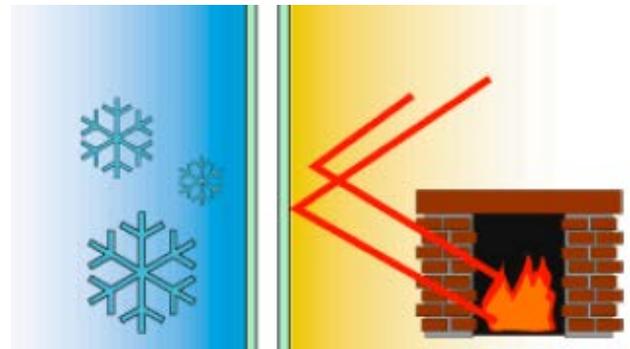
Imagen 46: Ventana aislante en clima cálido



Fuente: Desconocido

En los climas cálidos, un muro o una ventana aislante nos ayuda a reducir las ganancias de calor por la envolvente, como consecuencia, el espacio interior se mantiene más fresco y se consume menos energía eléctrica en los equipos de aire acondicionado para enfriar la casa.

Imagen 47: Ventana aislante en clima frío



Fuente: Desconocido

En las zonas frías un muro o una ventana aislante nos ayuda a reducir las pérdidas de calor del interior hacia el exterior, en consecuencia, la casa se enfría menos y se consume menos energía para calentar la casa.

### 10.2.2 ¿Cómo pasa el calor? - Conceptos de conducción convección y radiación

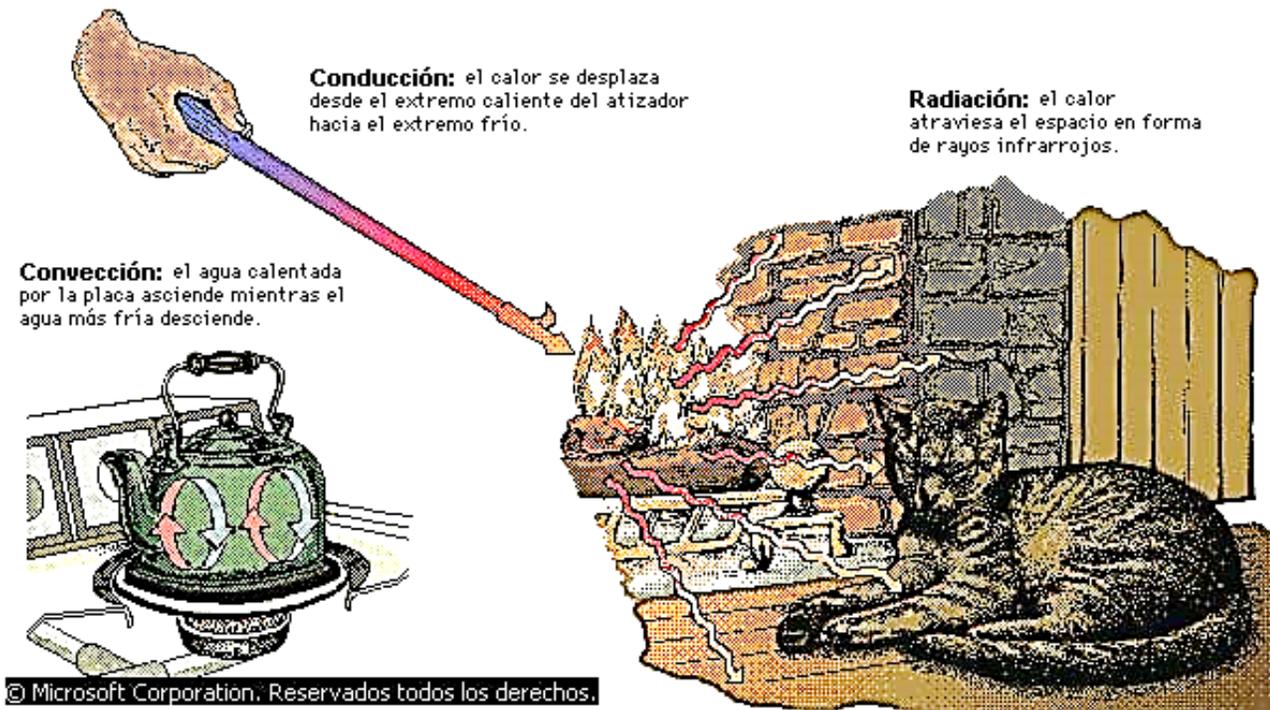
El calor puede transmitirse por uno o más de los **tres mecanismos básicos** siguientes:

**Conducción.** Se habla de “conducción” cuando el calor se transmite a través de un cuerpo por la transferencia de la cantidad de movimiento de sus partículas o átomos sin que exista mezcla. Ejemplo: transmisión de calor a través de ladrillos de un horno.

**Convección.** Se habla de “convección” cuando el calor se transmite entre zonas con diferentes temperaturas por mezcla de las partes calientes con las frías de un mismo material. La convección está restringida al caso de fluidos (líquido o gas).

**Radiación.** Es la transmisión de la energía, a través del espacio por medio de ondas electromagnéticas. Si encuentra materia en su camino, la radiación será transmitida, reflejada o absorbida. Únicamente la energía absorbida es la que nos interesa ya que es la que aparece en forma de calor, y su transformación es cuantitativa.

**Figura 77: Convección, conducción y radiación**

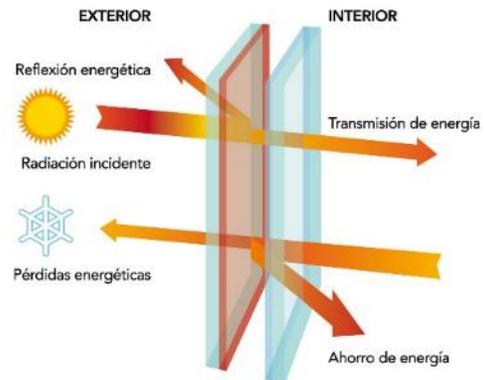


Fuente: Enciclopedia Encarta

Para el caso de las ventanas es importante señalar que los tres mecanismos básicos de transmisión de calor mencionados anteriormente también aplican, es decir:

- Ganancias o pérdidas de calor por conducción (transmitancia) a través del vidrio y el marco.
- Ganancias de calor por radiación solar, a través de las partes transparentes (vidrios).
- Ganancias o pérdidas de calor por convección, por la ventilación, por ejemplo cuando ventilamos en la noche en verano, para enfriar la casa, o por medio de fugas.

**Figura 78: Flujos de calor en una ventana**



Fuente: AMTT <[www.amtt.ua](http://www.amtt.ua)>

### 10.2.3 Sistema térmico: Ganancias y pérdidas de calor

Un edificio se puede considerar como un **sistema térmico**, el cual tiene una serie de entradas de calor (ganancias) y de salidas de calor (pérdidas). Este sistema se puede describir con la ecuación siguiente:

$$Q_i + Q_c + Q_s + Q_v + Q_e = \Delta S$$

$Q_i$	Ganancias internas de calor (p.e. el calor que emite un cuerpo humano o una computadora)
$Q_c$	Ganancias o pérdidas de calor por conducción
$Q_s$	Ganancias de calor por radiación solar
$Q_v$	Ganancias o pérdidas de calor por ventilación
$Q_e$	Pérdidas de calor por evaporación

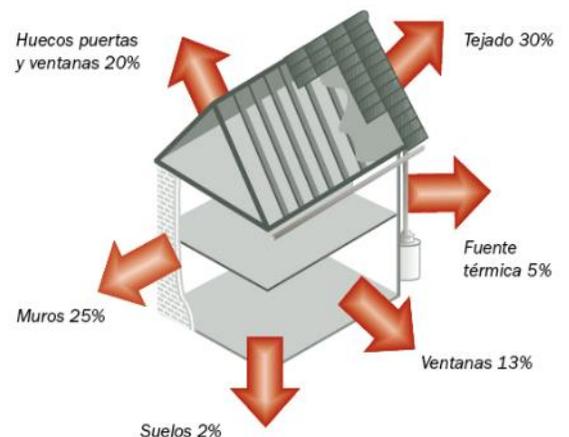
En esta ecuación la suma  $\Delta S$  representa la cantidad de calor guardado dentro del edificio. Cuando  $\Delta S$  es mayor a cero, la temperatura interior aumenta, pero cuando  $\Delta S$  es menor a cero, la temperatura interior disminuye.

### 10.2.4 Pérdidas y ganancias de calor en una vivienda

Se muestra una casa modelo de una zona fría con una temperatura interior mayor a la exterior, así que los flujos de calor es desde el interior hacia el exterior, cuándo la mayor parte de la energía se pierda por los techos y muros no aislados.

- La mayor parte del calor entra a la edificación principalmente por los techos y muros (respectivo un 30% y 25%).
- Por las ventanas pasa un 13% del calor total.
- Por el suelo se pierde un 2% de calor. En las normas mexicanas no se considera como un parte de la envolvente que se debe aislar.
- Por huecos, puertas, ventanas y puentes térmicos se pierde un 20% del calor interior.
- Fuentes térmicas como calentadores se responsabilizan para otro 5% de pérdidas térmicas, en su caso se trata también de radiación o convección (por aire / agua).

Figura 79: Esquema de pérdidas de calor en una vivienda



Fuente: Desconocido



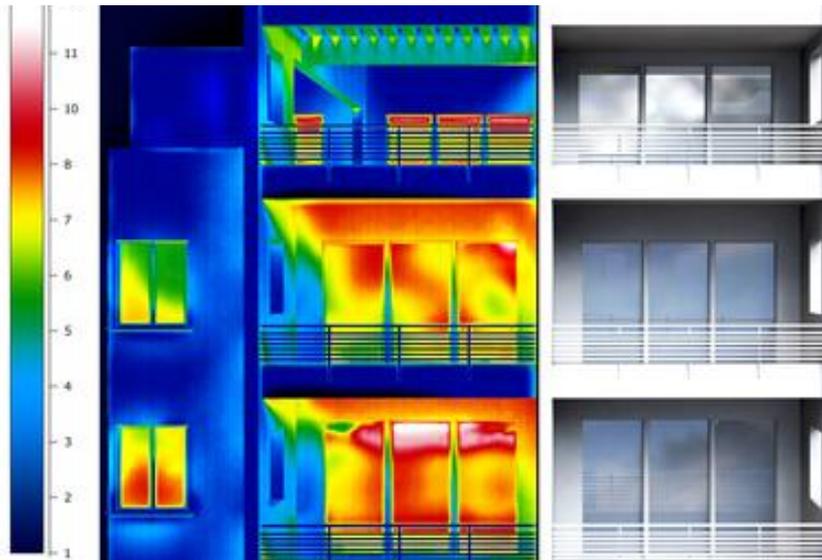
### Actividad 16: Cuestionario - Pérdidas y ganancias calor en diferentes zonas climáticas

1. ¿El esquema de pérdidas y ganancias de calor funciona igual en zonas frías y zonas cálidas?
2. ¿Qué importancia tiene el aislamiento hacia el suelo en México y por qué?

### 10.2.5 Puentes térmicos

Se consideran puentes térmicos las zonas de la **envolvente** del edificio en las que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción, ya sea por un cambio del espesor del cerramiento, de los materiales empleados, por penetración de elementos constructivos con diferente conductividad, etc., lo que conduce a una reducción de la resistencia térmica con respecto al resto de los cerramientos.

Figura 80: Termografía



Un puente térmico es parte del cerramiento de un edificio donde la resistencia térmica pierde uniformidad debido a:

*Una foto termográfica aprueba la hermeticidad, mostrando las diferentes zonas de calor y así las fugas o puentes térmicos (en rojo).*

*Fuente: [www.five.es](http://www.five.es)*

- Penetraciones completas o parciales en el cerramiento de un edificio,
- De materiales de diferentes conductividades térmicas; y/o un cambio en el espesor y/o,
- Una diferencia entre áreas interiores y exteriores, tales como intersecciones de paredes, suelos o techos.

<http://www.construmatica.com/>

El material aislante o el aislamiento estructurado, debe colocarse en forma continua para evitar en lo posible puentes térmicos, sólo puede ser interrumpido por tuberías y canalizaciones para las instalaciones o por muros o elementos estructurales que intercepten al muro exterior y por columnas. Para sellar las penetraciones de las instalaciones y tuberías que atraviesan las capas de aislamiento existen soluciones puntuales y cintas especiales.

El flujo y la cantidad de calor que pasa por un **puente térmico** se debe imaginar como un agujero en una cubeta de agua: Toda el agua se escapará por este agujero, sin importar lo pequeño que sea. Por esta razón es de suma importancia evitar puentes térmicos en un edificio

**Imagen 48: Sellado hermético de las penetraciones de las instalaciones**



Fuente: [www.de.proclima.com](http://www.de.proclima.com)

#### Actividad 17: Cuestionario - Conductividad térmica, aislamiento y puentes térmicos



1. ¿Qué significa cuando un material tiene buena calidad térmica?
2. ¿Dónde se utiliza aislamiento térmico?
3. ¿En dónde se utiliza aislamiento en tu vida diaria y por qué?
4. ¿Cuál es la diferencia entre envolvente y aislamiento?
5. ¿Dónde se ubica la pérdida o ganancia más grande de calor en una vivienda?
6. ¿Dónde detectas en tu casa puentes térmicos y como se podrían evitar?
7. ¿Dónde se aplican materiales aislantes en los edificios?

### 10.3 Materiales aislantes

Los materiales aislantes se clasifican según su origen en natural, artificial o sintético.

Los materiales naturales son aquellos que se encuentran en la naturaleza. Existen minerales (metales, piedra, arena), vegetales (madera, corcho, algodón, fibras vegetales) y animales (cuero, lana). Los materiales artificiales son aquellos fabricados por el hombre a partir de los materiales naturales, como el papel. Los materiales sintéticos son aquellos creados a partir de otros materiales como todos los polímeros, derivados del petróleo.

**Imagen 51: Panel aislante de papel reciclado**



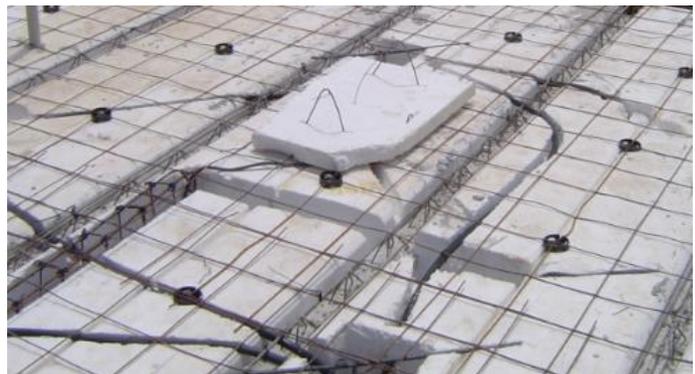
*Fuente: MD2 Aislamiento térmico y uso de materiales aislantes*

**Imagen 51: Fibra aislante de cáñamo con bastidor para fijación**



*Fuente: MD2 Aislamiento térmico y uso de materiales aislantes*

**Imagen 49: Prefabricado de poliestireno**



*Fuente: MD2 Aislamiento térmico y uso de materiales aislantes*

Los materiales aislantes se clasifican por su origen y por sus *características físicas*, tema que tratará en el próximo capítulo. En el sector de la construcción en México se emplean más los aislantes sintéticos, debido entre otros factores a la disponibilidad del mercado, la disposición de petróleo y a la inalterabilidad del material. A su vez, este tipo de materiales aislantes presentan desventajas desde el punto de vista ecológico por estar fabricados con materias primas no renovables, con altos consumos de energía primaria y por la dificultad de reciclarlos.

Por otra parte, muchos materiales naturales han servido tradicionalmente para guardar el calor y se aplican como aislantes en la construcción hasta estos días; como es el caso del corcho o la lana de oveja (suéter de

lana) o de cáñamo. También existen aislantes de materia reciclada (como la celulosa de papel), los cuales por ser materiales naturales y/o reciclables, contribuyen a ahorrar recursos, definiéndose así como materiales ecológicos o amigables al medio ambiente.

### 10.3.1 Definición y certificaciones para materiales y edificios ecológicos

“Los productos amigables con el ambiente son los menos perjudiciales para el medio ambiente y/o la salud humana, en comparación con productos competidores que sirven para el mismo propósito<sup>80</sup>”.

La amigabilidad de un material con el medio ambiente se mide considerando:

- Material (recursos escasos, regionales, nocivos o cancerígenos).
- Durabilidad del producto (montaje, mucho recorte).
- Reciclabilidad.
- Esfuerzo energético para producir el material (ACV).

**Figura 81: Primera certificación alemana**



Fuente: *Der Blaue Engel*

“Der Blaue Engel” (el ángel azul) es la primera certificación ambiental, data de 1978 y tuvo lugar en Alemania, calificando productos y servicios como respetuosos con el medio ambiente tras asegurarse de que estos no contaminan ni dañan el medio ambiente.

Otro etiquetado ecológico es el Ecolabel<sup>81</sup> de la Unión Europea, un programa voluntario establecido en 1992 para estimular la comercialización de productos y servicios respetuosos con el medio ambiente, estos se identifican con la etiqueta Eco Europea. Dicha etiqueta garantiza que el consumo de productos y servicios tiene un bajo impacto ambiental a lo largo de todo el ciclo de vida del mismo.

En el tema de las edificaciones, la certificación en boga es LEED (por las siglas del inglés Leadership in Energy and Environmental Design) con posible traducción al español como Directivas en Energía y Diseño Ambiental, establecida en 1994 por el Consejo del Edificio Verde de los Estados Unidos.

<sup>80</sup> ECO BUY, “Sustainable procurement advice and support based on international best practice” 2006. [en línea]. <<http://ecobuy.org.au/>>. [Consulta: 2014].

<sup>81</sup> ECOLABEL Europa. s/a, [en línea]; <<http://ec.europa.eu/environment/ecolabel/>>. [Consulta: 2014].

Figura 82: Categorías de la certificación LEED

LEED es una certificación que evalúa el diseño y desempeño de un edificio según 6 categorías:

- Emplazamiento sostenible.
- Eficiencia en el uso de agua.
- Uso de energía y emisiones a la atmósfera.
- Materiales y recursos.
- Calidad del ambiente interior (aire).
- Innovación en las operaciones y prioridad por lo regional.

En los siguientes Módulos conocerán y aprenderán aplicar una certificación mexicana que desarrollo Infonavit para medir y evaluar el consumo de energía y recursos de viviendas de interés social y su calidad, el Sisevive- Ecocasa.



Fuente: USGBC

### Actividad 18: Cuestionario - Productos ecológicos



¿Qué es un producto ecológico?

¿Qué material de construcción en México podría aplicar al Ángel Azul?

¿En qué ciudades de México tenemos edificios LEED, cómo y quién los califica?

### 10.3.2 Tipos de aislantes

Existen muchos tipos de materiales aislantes y los principales que se encuentran en México son:

- Fibras Minerales (lana mineral y fibra de vidrio)
- Poliestireno (expandido y extruido)
- Poliuretano y Polisocianurato
- Concreto celular
- Mezclas de perlita mineral
- Paneles de fibra de madera

## Fibras Minerales

Las fibras minerales son fibras de roca, vidrio y escoria, con o sin aglutinante, y se ofrecen en diferentes presentaciones en el mercado.

Pueden ser placas, rollos y colchonetas armadas. También se ofrecen en forma granulada para usarse en la envolvente térmica de todo tipo de edificaciones, fachadas, cubiertas, entrepisos, plafones, muros y cimentaciones.

La *fibra mineral de vidrio* es un material inorgánico fibroso que contiene silicatos de aluminio o de calcio y se produce a partir de roca, arcilla, escoria y vidrio.

La *fibra mineral de roca* es semejante a los vidrios volcánicos, se produce a partir del basalto o de la escoria de alto horno, o incluso, una combinación de ambos.

Imagen 52: Instalación de fibra mineral



*Fuente: MD2 Aislamiento térmico y uso de materiales aislantes*

Pueden tener un recubrimiento superficial o reforzado, como una malla o una hoja de aluminio que también sirve como una barrera de vapor. Las fibras también sirven como aislantes acústicos, por lo que muchos materiales de las diferentes marcas se ofrecen en el mercado como aislantes termo-acústicos.

Aplicación: En cualquier caso, las fibras minerales requieren de una estructura constructiva dentro de la cual se instalan. El calibre estructural es de lámina esmaltada o de aluminio y se reticula a las medidas de la placa que se pone encima (i.e. tabla de yeso) y/o del ancho del material aislante.

Por su flexibilidad se instalan fácilmente entre muros, bajo techos y entre muros divisorios interiores a base de placas de yeso y sobre el plafón. Las colchas, colchonetas o rollos se cortan fácilmente a mano y se adaptan a inclinaciones y a superficies irregulares de equipos y tuberías.

Las fibras finas irritan las vías respiratorias y la piel, así se trabajan con protección de boca y de manos.

## Poliestireno (expandido y extruido) – EPS y XPS

**Imagen 54: Sistema de bovedillas con EPS**



*Fuente: MD2 Aislamiento térmico y uso de materiales aislantes*

La abreviación para aislantes de poliestireno expandidos es EPS y para poliestireno extruido es XPS. El poliestireno expandido se elabora a partir de resina de poliestireno por proceso de expansión previa y moldeo en forma discontinua, produciendo una espuma rígida de estructura celular cerrada. El poliestireno extruido es elaborado a partir de resina de poliestireno por un proceso de extrusión continua. Los productos finales tienen la misma presentación.

Los materiales aislantes se presentan en forma de placas de poliestireno expandido y de bovedillas de poliestireno expandido.

Aplicaciones: El poliestireno se presenta comúnmente en tablas que por su rigidez se colocan de forma fácil en superficies planas como paredes y techos. Se pegan con cemento o se montan con fijación mecánica como con tornillos y placas. No deben quedarse fugas entre las tablas montadas y/o en su intersección con otras partes constructivas. Las tablas se pueden recubrir con una malla como portador del revoque o directamente con un aplicado (por ejemplo, cemento).

## Poliuretanos PUR y Espumas de Poliuretanos SPUR

Los Poliuretanos se presentan en el mercado en forma de termoestables o termoplásticos. Los termoplásticos se presentan en forma de planchas y bloques, planchas revestidas y paneles encolados, en tipo de paneles sándwich.

**Imagen 55: Aplicación de aislantes en la construcción de viviendas GEO**



*Fuente: CONAVI*

**Imagen 56: Aplicación de espuma como aislante (SPUR)**

De los poliuretanos termoestables más habituales están las espumas (SPUR), frecuentemente utilizadas en forma de aerosol (spray) como aislantes térmicos.

Aplicaciones: La espuma (SPUR) es una mezcla de dos componentes que se reúnen en la punta de una pistola y constituye una espuma que se rocía en losas de concreto, en las cavidades de la pared, contra la parte interior de revestimientos, o a través de los agujeros perforados en revestimientos o paneles de tablaroca, o en la cavidad de un muro terminado.



*Fuente: MD2 Aislamiento térmico y uso de materiales aislantes*

## ¿Por qué traen protección respiratoria los instaladores de la espuma?

Información adicional e importante sobre el producto:

Muchas de estas formas de aislamiento (excepto espuma hormigón) al quemarse liberan al aire químicos nocivos y vapores tóxicos. Los gases usados en la expansión son extremadamente tóxicos para la salud humana.

Muchas espumas utilizan HCFC (Hidroclorofluorocarburos) o HFC (Hidrofluorocarburos) como agentes espumantes. Ambos son potentes gases de efecto invernadero, y los HCFC tienen algún potencial de agotamiento del ozono.

## Concreto termoaislante

El concreto termoaislante, llamado también concreto ligero, es un concreto de peso ligero con propiedades de aislamiento térmico, empleado en la construcción de losas de azoteas y de muros de las edificaciones.

El *concreto ligero celular* es un concreto de peso ligero, el cual contiene células macroscópicas estables de aire distribuidas uniformemente dentro de la mezcla. Las células de aire comúnmente se agregan a la mezcladora, en forma de espuma estable preformada, dosificada desde una boquilla calibrada e integrada a fondo en la mezcla. Los concretos celulares pueden incluir o no arena y/o grava.

Se pueden adicionar agregados ligeros artificiales tales como arcilla, pizarras expandidas, ceniza volante sinterizada, perlita y vermiculita, o bien, agregados ligeros naturales como pómez, escoria o toba.

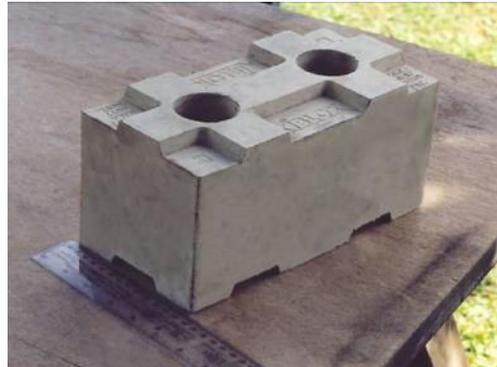
Aplicaciones: Existen tapeques, bloques, paneles y otros elementos prefabricados de concreto celular que se colocan como cualquier otro tipo de tabique o bloque de cemento.

*Fuentes:*

<http://maturin.olx.com.ve/bloques-y-prefabricados-de-concreto-celular-iiid-180486741>

<http://www.pamacon.com.mx/>

Imagen 57: Bloques de concreto celular



*Fuente: MD2 Aislamiento térmico y uso de materiales aislantes*

## Mezclas de perlita mineral

La perlita es un mineral que aparece en la naturaleza, tiene la propiedad poco común de expandirse en profusión cuando se calienta lo suficiente. Debido a su baja densidad (30–150 kg/m<sup>3</sup>) y precio relativamente bajo, han aparecido muchas aplicaciones comerciales de ésta. En México existen varios yacimientos como en Durango.

Imagen 58: Bultos con mezclas de perlita



Fuente: MD2 Aislamiento térmico y uso de materiales aislantes

### **La perlita atiende a diferentes mercados:**

Uno es el de la construcción con aislamiento térmico como: relleno dentro de losas y muros; como agregado ligero a bloques de cemento termoaislantes (véase Cap. 3.2.2.4); o ya mezclada con acabados para servir como recubrimiento térmico de muros y fachadas.

Otro uso en la construcción es como relleno para pendientes pluviales en azoteas.

Otros mercados son el uso como aditivo liviano en morteros ignífugos y como aditivo de la arcilla en alfarería.

Fuente: <http://www.termolita.com.mx/>

BD: Termolita

## Paneles o tableros de fibra de madera

Los tableros de fibras de madera, empleados como aislamiento en la construcción, se fabrican a partir de restos de madera aglomerados con agua y posteriormente prensados.

Estas tablas, por estar fabricadas con restos de la industria forestal, por el empleo de agua como aglomerante y por ser biodegradables, se caracterizan como un material amigable al medio ambiente.

Los paneles tienen una estructura porosa que favorece la difusión de vapor y la calidad de absorber ondas sonoras. Estos pueden utilizarse

Imagen 59: Tablero de fibra de madera



Fuente: MD2 Aislamiento térmico y uso de materiales aislantes

en el aislamiento acústico y térmico de tejados, muros, suelos y paredes.

Link: <http://www.gutex.de/en/Home/>

En México existen tablas de fibra de madera en forma de tablas de fibra de densidad media (DM o MDF por sus siglas en inglés de *Medium Density Fibreboard*), pero no son para el aislamiento térmico.

Las tablas de fibra de madera reforzadas están compuestas aproximadamente en un 60% de fibras largas y resistentes de madera y en un 40% por cementantes minerales (cemento Portland). En su fabricación, se mezcla cemento, agua y cloruro de calcio con las fibras de madera, para posteriormente colocar uniformemente la mezcla en un molde donde se adhiere por presión. Las tablas ligeras ( $240 \text{ kg/m}^3$  a  $500 \text{ kg/m}^3$ ) y porosas (no estructurales) se aplican en muros, techos y cubiertas; por ejemplo, en cimbras perdidas y en falsos plafones.

**Imagen 60: Tableros de fibra de madera y cemento portland**



Fuente: MD2 Aislamiento térmico y uso de materiales aislantes

Fuente: <http://www.pamacon.com.mx>

### Aislamiento térmico y acústico con celulosa

La presentación principal del aislamiento celulosa es en grano aunque también existe en forma de tablas. Se insufla en cámaras de ventilación, en fachadas, en buhardillas, en entrepisos, en falsos techos y entre paneles de tablaroca.

La celulosa consiste en papel periódico reciclado, molido y triturado. Se agregan sales bóricas (Bórax) contra plagas de insectos y para proporcionar resistencia al fuego.

El material aislante de celulosa es 100% material reciclado (madera/papel) y no contiene ninguna sustancia nociva.

**Imagen 61: Ingredientes de celulosa**



*Fuente: MD2 Aislamiento térmico y uso de materiales aislantes*

**Imagen 62: Aplicación pulverizada**



*Fuente: MD2 Aislamiento térmico y uso de materiales aislantes*

También puede aplicarse de forma pulverizada, adherida con presión y agua en superficies porosas, donde aísla y absorba ondas sonoras.

En México la comercialización y aplicación de la fibra de celulosa no es frecuente, ni para aislamiento acústico ni térmico.

#### **Biblioteca Digital:**

*IsoCell\_AislanteCelulosa*

*Fuente: <http://isofloc.com/index.php?com-cellulose-thermal-insulation>*

### 10.3.3 Marco normativo para materiales aislantes

Dentro de la normatividad mexicana podemos encontrar normas obligatorias, como las Norma Oficial Mexicana, llamadas NOM, y normas cuyo cumplimiento es voluntario, como las Normas Mexicanas, llamadas NMX.

El objetivo de esta normatividad es asegurar que el diseño, los productos o servicios de los bienes de consumo cumplen con ciertos valores, cantidades y características mínimas o máximas.

Algunas de sus características de estos tipos de normas son:

- **Norma Oficial Mexicana (NOM).** Son expedidas por dependencias de gobierno a través de sus Comités Consultivos Nacionales de Normalización. Su cumplimiento es obligatorio para quienes caen en su alcance de aplicación. Se publican en el Diario Oficial de la Federación y están disponibles para todo el público.
- **Norma Mexicana.** Son expedidas por iniciativa de organismos privados. Su cumplimiento es voluntario para quienes caen en su alcance de aplicación. No se encuentran disponibles íntegramente en el Diario Oficial de la Federación y su uso se considera restringido ya que tienen un costo monetario para su adquisición. Cabe resaltar que la aplicación de este tipo de normas puede ser obligatoria si así lo indica una NOM.

#### Normas para el aislamiento

En la siguiente tabla se enlistan las normas que aplican para los materiales termoaislantes según diferentes tipos de construcción, equipos y aplicaciones. Algunas son de carácter obligatorio (NOM) y otras de carácter voluntario (NMX).

**Tabla 10: Normas para aislamiento**

Norma	Nombre
NMX-C-213-1984	Industria de la construcción – Materiales termoaislantes – Densidad de termoaislantes sueltos utilizados como relleno – Método de prueba.
NMX-C-260-1986	Industria de la construcción – Materiales termoaislantes – Terminología.
NMX-C-238-1985	Industria de la construcción – Materiales termoaislantes – Perlita suelta como relleno – Especificaciones.
NMX-C-261-1992	Industria de la construcción – Materiales termoaislantes – Perlita expandida en bloque y tubo – Especificaciones.
NMX-C-262-1986	Industria de la construcción – Materiales termoaislantes – Silicato de calcio en bloque y tubo – Especificaciones.

NMX-C-460-ONNCCE-2009	Industria de la construcción - Aislamiento térmico – Valor “R” para las envolventes de vivienda por zona térmica para la República Mexicana - Especificaciones y verificación.
NOM-018-ENER-2011	Aislantes térmicos para edificaciones. Características, límites y métodos de prueba.
NOM-008-ENER-2001	Eficiencia energética en edificaciones, envolvente de edificios no residenciales
NOM-020-ENER-2011	Eficiencia Energética en Edificaciones - Envoltente de edificios para uso habitacional”
NOM -024 - ENER 2012	Características térmicas y ópticas del vidrio y sistemas vidriados para edificaciones. Etiquetado y métodos de prueba.

Fuente: *Código de Edificación de Vivienda (CEV), CONAVI, 2010*

Para las envolventes de la vivienda hay tres normas que son de mayor interés: la NOM-020-ENER -2011, la NOM-018-ENER-2011 y la NMX-C-460-ONNCCE-2009.

- NOM-020-ENER-2011. EFICIENCIA ENERGÉTICA EN EDIFICACIONES.-ENVOLVENTE DE EDIFICIOS PARA USO HABITACIONAL. Evalúa el desempeño energético de la envolvente de un edificio para uso habitacional. Su objetivo es asegurar que este tipo de edificios limitan, en cierta medida, la ganancia de calor a través de su envolvente. Los Institutos Nacionales de Vivienda exigen el cumplimiento de esta norma para poder otorgar financiamiento. Los edificios que cumplen con esta norma muestran una etiqueta que indica el porcentaje de cumplimiento.
- NOM-018-ENER-2011 AISLANTES TÉRMICOS PARA EDIFICACIONES.CARACTERÍSTICAS Y MÉTODOS DE PRUEBA. Emitida por primera vez en el año 1997 y actualizada en el año 2011, esta norma se utiliza para la certificación de las características físicas de los materiales aislantes que se utilizan en la edificación. Con esta prueba se obtiene el valor de la conductividad térmica del material.
- NMX-C-460-ONNCCE-2009. Industria de la construcción - Aislamiento térmico – Valor “R” para las envolventes de vivienda por zona térmica para la República Mexicana - Especificaciones y verificación. Esta norma establece las especificaciones de resistencia térmica total (valor R) que deben cumplir las viviendas en su envolvente para mejorar el confort y reducir la demanda de electricidad que se utilizaría para acondicionar térmicamente su interior. Este valor R se está referenciado con la zona térmica del país en que se ubique la vivienda. Aunque se trata de una norma voluntaria, su cumplimiento es obligatorio en caso de que el desarrollador de vivienda pretenda contar con subsidio federal para vivienda del programa Ésta es tu Casa, de la Comisión Nacional de Vivienda (Conavi), o de la Hipoteca Verde, del Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores (Infonavit).

### **Especificaciones de los materiales aislantes**

Respecto al material aislante existe la obligación para el fabricante de indicar según la norma NOM-018-ENER-2011 algunas especificaciones o características técnicas de su material, como la densidad aparente, la conductividad térmica, la permeabilidad al vapor de agua, la adsorción de humedad.

Imagen 63: Certificado de material

**ORGANISMO NACIONAL DE NORMALIZACIÓN Y  
CERTIFICACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN Y  
EDIFICACIÓN**



No. de Acreditación: 09/10  
Vigente a partir del 01/06/2010  
Aprobación de la CONUEE: TIS.- 107/2012

Otorga el presente

**CERTIFICADO**

No. NGO-017-001/13 con una vigencia del 20 de noviembre de 2013 al 20 de noviembre de 2014.

A LA EMPRESA:

**Protexa Construcción Avanzada, S. A. de C. V.**

**PRODUCTO:** ProCreto

Densidad aparente	1 286,05 kg / m <sup>3</sup>
Conductividad Térmica	0,1710 W /m·K
Permeabilidad de vapor de agua	0,223 ng / Pa·s·m
Absorción de humedad	% masa (3,06) % volumen (3,94)
Absorción de agua	% masa (19,38)

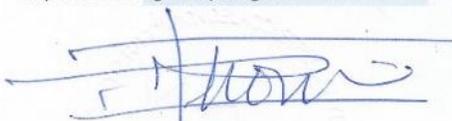
El valor de la resistencia térmica debe ser calculado por el proyectista, así mismo, este documento no ampara la aplicación efectuada por terceros que modifique la dosificación y características del producto certificado.

**CARACTERÍSTICAS**

Productos que cumplen con las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana NOM-018-ENER-2011 "Aislantes térmicos, para edificaciones -Características y métodos de prueba", y con el Anexo Técnico ATNOM018.ENER, con base en el informe No. 468, emitido por el Laboratorio de Poliestireno y Derivados, S. A., laboratorio de prueba acreditado y aprobado conforme a la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, con No. de acreditación C-0061-008/11 vigente a partir de 2011-04-27.

**CONDICIONES**

- 1.- El presente certificado ampara al producto de fabricación nacional de la empresa Protexa Construcción Avanzada, S. A. de C. V., cuya planta se encuentra ubicada en Luis Donaldo Colosio No. 265, San Francisco, C. P. 66368, Santa Catarina, Nuevo León.
- 2.- La empresa titular de este certificado asume la responsabilidad de que él(los) producto(s) que se indica(n) en el mismo, cumpla(n) con las especificaciones, los términos establecidos en la(s) norma(s) oficial(es) mexicana(s) y el contrato de prestación de servicios No. PRNOMSENER-NGO/13 firmado por ambas partes que incluye el uso de la marca ONNCE y la visita de vigilancia acordada.
- 3.- Cuando los productos a que se refiere el presente certificado se dejen de fabricar, o se pretenda realizar en ellos modificaciones de carácter técnico o comercial, el titular deberá dar el aviso que proceda a este Organismo, o presentar la solicitud respectiva, por escrito, con una anticipación de 30 días.
- 4.- La violación a cualquiera de las condiciones que antecede, motivará la suspensión de la presente certificación, sin perjuicio de la aplicación de las sanciones que pudieran proceder, conforme a lo establecido en la Ley y demás disposiciones legales que rigen la materia.



**Arq. Evangelina Hirata Nagasako**  
Directora Técnica del ONNCE

México, D. F., a 20 de noviembre de 2013.

Ceres No. 7  
Col. Crédito Constructor, C.P. 03940  
Benito Juárez, México, D.F.  
comutador: 5863-2950  
Internet: <http://www.onnce.org.mx>  
e-mail: [onnce@mail.onnce.org.mx](mailto:onnce@mail.onnce.org.mx)

## 10.4 Cálculo de la ganancia de calor en un edificio y del coeficiente global de transferencia de calor

### 10.4.1 Explicaciones de las características físicas de aislamientos

Los **aislantes térmicos** son materiales específicamente diseñados para reducir el flujo de calor limitando la conducción, convección o ambos. Las barreras de radiación, son materiales que reflejan la radiación, reduciendo así el flujo de calor proveniente de fuentes de radiación térmica. Los buenos aislantes no son necesariamente buenas barreras de radiación, y viceversa. Los metales, por ejemplo, son excelentes reflectores pero muy malos aislantes.

La efectividad de un aislante está indicada por su **Resistencia**, para la cual que se maneja el Valor “R”.

Las unidades para la resistencia de aislantes térmicos (“Valor R”) son en el **Sistema Internacional:  $m^2K/W$** .

Las unidades para el **coeficiente de conductividad** o transmitancia térmica (Factor “k” o Factor “U”, se emplean ambos nombres) es el inverso del Valor R:  **$U= 1/R (W/m^2K)$**

#### Resistencia Térmica y Conductancia Térmica

La *Resistencia térmica* representa la capacidad del material de oponerse al flujo del calor. Es la razón entre el espesor del material y su *Conductividad térmica* ( $\lambda$ ).

$$R = \frac{e}{\lambda}$$

También es el inverso de la *Conductancia térmica* (C) del material

$$R = \frac{1}{C}$$

El valor de la Resistencia Térmica (valor R) es el que se establece deben de cumplir cualquier sistema de aislamiento térmico para la construcción de vivienda según la NMX-C-460-ONNCCE-2009.

La *Conductancia térmica* (C), es una medida de la transferencia de calor a través de los materiales, formados por una o varias capas. Se mide en condiciones de laboratorio y se obtiene midiendo la cantidad de calor transferido a través del material en un tiempo y superficie unitarios, para un espesor especificado (no necesariamente unitario). Su valor es inverso a la Resistencia Térmica (R)

$$C = \frac{1}{R}$$

La Resistencia térmica (R) y la Conductancia térmica (C) de los materiales son inversamente recíprocas una con otra y ambas pueden derivarse de la conductividad térmica ( $\lambda$ ) y el grosor de los materiales.

### **Valor $\lambda$ – Conductividad Térmica**

La *Conductividad térmica* es una característica física de los materiales y que mide la capacidad de éstos para conducir el calor. Se mide en  $W/m \cdot K$  (Watts sobre metro por Kelvin).

Cuanto mayor sea el valor de conductividad térmica, un material será mejor conductor del calor. Cuanto menor sea, el material será más aislante.

Los métodos de prueba para obtener el valor  $\lambda$  se establecen en la NOM-018-ENER-2011 y se llevan a cabo en laboratorios especializados.

### **Coefficiente Global de Transferencia de Calor (K)**

Este valor describe la densidad del *flujo de calor* ( $W/m^2$ ) cuando existe una diferencia de temperatura ( $\Delta T$ ) de 1 K entre el aire interior y el aire exterior. Se mide en unidades de  $W/m^2K$ .

Este valor también es comúnmente conocido como valor “U” y cuanto mayor sea su valor mayor será la capacidad aislante del material.

La metodología para calcular el Coeficiente Global de Transferencia de Calor (K) tanto para materiales homogéneos como no homogéneos está explicada en el Apéndice B de la NOM-020-ENER-2011

### **Permeabilidad de Vapor de Agua**

Es el producto de la permeancia por el espesor. La permeabilidad de vapor de agua de un material homogéneo es una propiedad del material y es la cantidad de vapor de agua transmitida por unidad de tiempo a través de una área dada de material, por unidad de diferencia de presión de vapor entre sus caras por una unidad de espesor, expresada en el sistema internacional como  $ng/Pasm$ , o en el sistema inglés como *Perm*.<sup>82</sup>

### **Adsorción de humedad**

Proceso a nivel microscópico que consiste en que un sólido poroso tiene la capacidad de retener en su superficie partículas de un fluido cuando entran en contacto. La Adsorción de humedad se define según la norma como retención, adhesión o concentración en la superficie de un sólido de sustancias disueltas o dispersas en un fluido.

---

<sup>82</sup> Especificación Sello FIDE. En línea: [http://www.fide.org.mx/uploads/ESP4426\\_3.pdf](http://www.fide.org.mx/uploads/ESP4426_3.pdf)

### 10.4.2 Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor (k)

Para el cumplimiento de las normas NOM-008-ENER-2001 y NOM-020-ENER-2011 es necesario calcular el Coeficiente Global de Transferencia de Calor (K), ya que este valor determina la cantidad de calor que ganaría el edificio que busca cumplir con alguna de las normas mencionadas.

En ambas normas se establece la metodología a seguir para obtener el valor K tanto para materiales de construcción homogéneos como materiales no homogéneos.

Así, se establece que el Coeficiente Global de Transferencia de Calor es el inverso del aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio de superficie a superficie, llamado valor M.

$$K = \frac{1}{M}$$

Al aislamiento térmico total (M) se le conoce como valor R en la NMX-C-460-ONNCCE-2009, así, para fines prácticos, la M que se calcula en las NOM es igual a la R que se calcula en la NMX

$$M = R$$

Por lo anterior se tiene entonces que es posible calcular el valor K haciendo:

$$K = \frac{1}{R}$$

El procedimiento de cálculo que se especifican en la NMX-C-460-ONNCCE-2009 se presenta a continuación:

Los elementos constructivos que constituyen a la envolvente de la vivienda, tales como techos, muros y entrepisos ventilados deben tener una Resistencia Térmica Total (Valor "R total") igual o mayor a las indicadas en la Tabla 2: *Valor "R" por sistema y zona climática* de acuerdo a la zona térmica en donde se localice la vivienda.

#### Procedimiento de cálculo

Se debe presentar una memoria descriptiva de la solución adoptada, anexando:

Método de cálculo basado principalmente en:

- Obtener la resistencia de cada parte térmicamente homogénea del componente
- Combinar estas resistencias individuales (A) para obtener la resistencia térmica total del Componente, incluyendo (donde sea necesario) el efecto de las resistencias superficiales

El procedimiento de cálculo debe ser llevado a cabo tal como se indica en el Apéndice Normativo A.2. (Método simplificado).

**Para poder realizar un cálculo de la Resistencia Total (valor R) se requiere:**

El “Valor R” de todos los materiales del sistema por calcular (techo, muros, entrepiso). Estos datos se encuentran, ya sea en la ficha técnica del producto, en la tabla 4 de la NMX-C-460-ONNCCE-2009, página 16 o en el Apéndice D: “Valores de Conductividad y Aislamiento Térmico de Diversos Materiales” en la NOM-008-ENER-2001.

- La conductancia superficial interior ( $h_i$ ) y la conductancia superficial exterior ( $h_e$ ) que se encuentran en la de la norma NOM-020-ENER-2011 o también en seguida en “Explicación de la fórmula de la Resistencia Total Factor R” (pág. 35).

- Un corte del sistema que especifique los espesores de cada material aplicado.

- En el caso de que no se trate de un sistema con una distribución homogénea de los materiales (como es el caso de la losa de vigueta y bovedilla), se deben hacer cálculos más complejos para las diferentes composiciones constructivas.

**Presentación esquemática de la resistencia total**

$$R_T = r_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + r_{se} = \frac{1}{h_i} + \frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{L_2}{\lambda_2} + \frac{L_n}{\lambda_n} + \frac{1}{h_e}$$

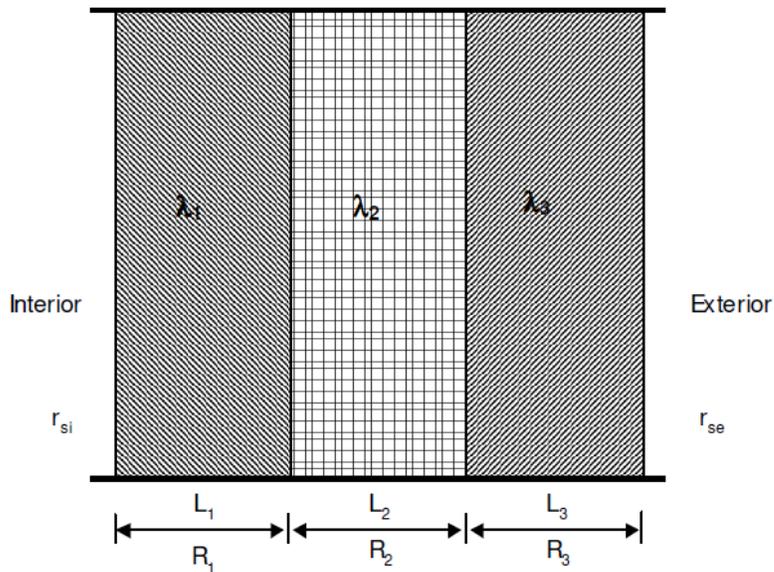
(m<sup>2</sup>K /W)

Fuente: NMX-C-460-ONNCCE-2009

**Y el coeficiente de Transmisión Térmica K es:**

$$K = \frac{1}{R_T} = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{L_1}{\lambda_1} + \frac{L_2}{\lambda_2} + \frac{L_n}{\lambda_n}}$$

(W/m<sup>2</sup>K)

**Donde:**

$L$  es el espesor de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio, en m

$\lambda$  es el coeficiente de conductividad térmica de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio, en W/mK,

$h_i$  es la conductancia superficial interior, en W/m<sup>2</sup>K, su valor (de la norma NOM-020-ENER-2011) es: 8,1 para superficies verticales, 9,4 para superficies horizontales con flujo de calor hacia arriba (de piso hacia el aire interior o del aire interior hacia el techo), 6,6 para superficies horizontales con flujo de calor hacia abajo (del techo al aire interior o del aire interior al piso)

$h_e$  es la conductancia superficial exterior, en W/m<sup>2</sup>K, su valor es igual a 13 W/m<sup>2</sup> (de la norma NOM-020-ENER-2011).

$n$  es el número de capas que forman la porción de la envolvente del edificio.

$R_T$  es la resistencia térmica total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, m<sup>2</sup> K/W

Fuente: NMX-C-460-ONNCCE-2009



### Actividad 19: Calcula el coeficiente de transferencia de calor

Combinación de trabajo individual y en grupo bajo supervisión y revisión del docente.  
Evaluación final.

1. Estudia en la Biblioteca Digital en la ponencia: GEO\_ UsoAislamientoTermicoCalculoFactorR el capítulo: MÉTODOS DE CÁLCULO DE LA RESISTENCIA TÉRMICA (Preparación individual)
2. Estudien en común en las páginas del anteproyecto de la NMX-C460-ONNCEE-2009 el Cálculo de la resistencia térmica. Método simplificado (se encuentra al fin del anexo) ¿Cómo llenarían el formato de la Figura “Ejemplo de Cálculo del Factor R”? (En clase con docente)
3. Elige un sistema constructivo, dibuja el corte de una pared y un corte de un techo tal como se requiere para realizar el cálculo del Factor R. (Tarea individual en clase o casa)
4. Busquen en la NMX-C-460-ONNCEE-2009 en la TABLA 4.- “Conductividad térmica de materiales” los valores para los materiales que ustedes eligieron en sus cortes de la pared y del techo. (Tarea individual en clase)
5. Re-dibujan en una hoja el formato de Ejemplo de Cálculo del Factor R y realicen en este nuevo formato el cálculo para la resistencia térmica de los dos cortes (techo y pared) que dibujaron cada uno. (Tarea Individual en clase)

#### 10.4.3 Cálculo de la ganancia de calor en un edificio

En el año 2001 la Secretaría de Energía (SENER) publicó a través de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CONUEE) la Norma Oficial Mexicana NOM-008-ENER-2001 *Eficiencia energética en edificaciones. Envoltente de edificios no residenciales*. Esta norma obliga a los diseñadores a que todos los edificios nuevos y que no se usen con fines habitacionales limiten la ganancia de calor a través de la envoltente.

Posteriormente la SENER publica en el año 2011 la norma NOM-020-ENER2011 *Eficiencia energética en edificaciones. Envoltente de edificios para uso habitacional*. Similar a la NOM-008-ENER-2001 esta norma obliga a que los edificios que se construyan para uso habitacional limiten la ganancia de calor a través de su envoltente. Un ejemplo de cálculo de la NOM-020-ENER-2011 se verá a detalle y paso a paso en el MD3.

La metodología se resume en comparar la ganancia de calor del proyecto  $\Phi_p$  con la ganancia de calor de un edificio de referencia  $\Phi_r$ . Para cumplir con lo exigido por la NOM la ganancia de calor del proyecto deberá ser menor o igual a la ganancia de calor del edificio de referencia.

$$\Phi_p \leq \Phi_r$$

El edificio de referencia se genera a partir del edificio del proyecto que se pretende construir y es igual en dimensiones, orientación y distribución de los espacios. La diferencia está en que el edificio de referencia tiene valores de K predeterminados para los muros y techo; además de limitar el porcentaje del edificio que se compone de ventanas y tragaluces.

**Actividad 20: Calcula la ganancia de calor de un edificio**



Las ganancias de calor tienen un impacto en las condiciones de confort dentro del edificio, en el bienestar de las personas que lo ocupan y consecuentemente en el consumo de energía ya que es necesario recurrir a aparatos de aire acondicionado para alcanzar las condiciones de temperatura y humedad deseadas.

Para entender la medida en que afectan las cargas térmicas debidas a la radiación solar, tanto por conducción a través de los materiales como por radiación a través de las ventanas, se realiza el siguiente ejemplo de cálculo.

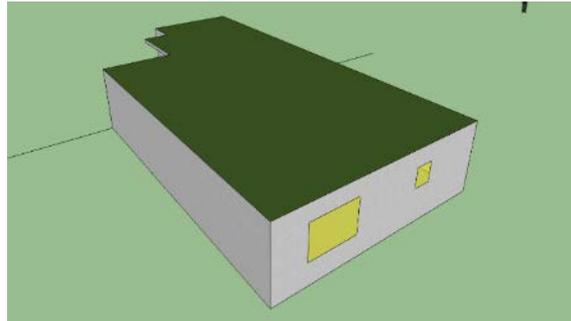
Considere la siguiente vivienda típica de 50 m<sup>2</sup> con la fachada principal orientada hacia el norte.

Para calcular las ganancias de calor que tendría esta vivienda es necesario saber la ubicación del proyecto y el clima al que pertenece la localidad, el sistema constructivo y las características de la envolvente. En este ejemplo:

- Localización: Los Mochis, Sinaloa, México (25°47' N, 108 59' O)

- Tipo de clima: Cálido húmedo
- Materiales utilizados en su construcción: block hueco de concreto (muros) y losa de vigueta y bovedilla (techo)
- Conductividad térmica de los materiales de construcción: 1.11W/mK (muros) y 0.286W/mK (techo)
- Ventanas: Vidrio simple de 3mm con marco de Aluminio
- Superficies: Tórnense los valores mostrados en la siguiente tabla

**Figura 83: Vivienda tipo de 50m<sup>2</sup>**



Fuente: MD5 Envolvertes arquitectónicas.  
Fachadas

**Tabla 11: Superficies de la vivienda de ejemplo**

Muro	Parte opaca (muros) en m2	Parte no opaca (ventanas) en m2
Norte	12*	2*
Sur	12	4
Este	22	Inexistente
Oeste	22*	Inexistente
<b>Área total del techo: 50m<sup>2</sup></b>		

\*Es la suma de los muros en esas orientaciones

De acuerdo a la metodología de cálculo mostrada en la NOM-0 (capítulo) la ganancia total de energía hacia la vivienda por conducción

$$\phi_{pc}=1,966.66 \text{ W}$$

Y la ganancia por radiación:

$$\phi_{ps}=664 \text{ W}$$

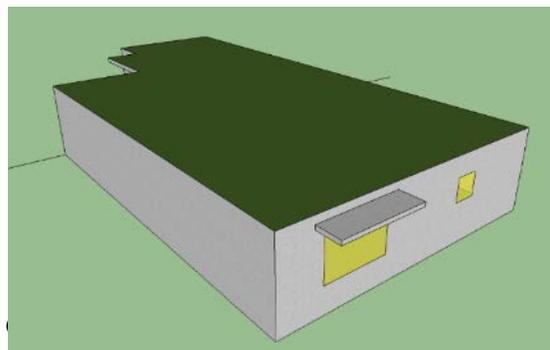
Por lo que la ganancia total, que es la suma de la ganancia por conducción y radiación es:

$$\phi_p=\phi_{pc}+\phi_{ps}=1,966.66 \text{ W}+664 \text{ W}=2,630.66 \text{ W}$$

$$\phi_p=2,630.66 \text{ W}$$

Al incorporar 1 pulgada (2.54cm) de algún aislante térmico tanto en techos como en muros, por ejemplo, uno de conductividad térmica igual a 0.038W/mK, la ganancia de calor por conducción sería:

**Figura 84: Volado extendido sobre la vivienda**



Fuente: MD5 Envolvertes arquitectónicas.  
Fachadas

$$\phi_{pc}=532.38 \text{ W}$$

Con esto se logra reducir la ganancia de calor por conducción, sin embargo las ganancias de calor por radiación permanecen inalterables y no se cumpliría con la norma.

Para poder reducir las ganancias de calor por radiación solar es necesario recurrir a elementos de sombreado colocados de manera estratégica en las áreas críticas.

### Efectos del sombreado sobre edificios como elemento de diseño

Para explicar cómo el sombreado influye directamente en la ganancia de calor de un edificio colocamos algunos elementos de sombreado exterior.

Para este ejemplo se coloca algún elemento de sombreado como el *volado extendido* (ver figura 10), que es uno de los elementos que reconoce la NOM-020-ENER-2011, en la ventana de mayor asoleamiento, que en nuestro ejemplo es la ventana en el muro orientado hacia el sur.

De acuerdo a la misma metodología de cálculo de la NOM-020-ENER-2011 (ver anexo al final de este capítulo) la ganancia de calor por radiación sería:

$$\phi_{ps}=454 \text{ W}$$

Con lo que el nuevo valor de la ganancia total de calor de nuestra vivienda a la que hipotéticamente se le agregó aislamiento térmico y un volado simple como elemento de sombreado externo en una ventana sería:

$$\phi_p=\phi_{pc}+\phi_{ps}=532.38 \text{ W}+454\text{W}=986.78 \text{ W}$$

$$\phi_p=986.78 \text{ W}$$

### Resumen de cálculo de ganancias de calor

Con los valores obtenidos es posible construir la siguiente tabla:

**Tabla 12: Resumen de cálculo de ganancias de calor**

Ganancia de calor	Por conducción (en Watts)	Por radiación solar (en Watts)	Total (en Watts)
Vivienda sin aislamiento ni elemento de sombreado	1,966.66	664	2,630.66
Vivienda con aislamiento y con volado simple	532.38	454	986.78
Diferencia	1,434.28	210	1,643.88
		Ahorro en porcentaje	62.5%

Para el cálculo de las ganancias de calor por radiación solares es importante conocer el Coeficiente de Ganancia de Calor Solar (CGCS), y/o el Coeficiente de Sombreado (CS).

El coeficiente de ganancia de calor solar se conoce también como factor g, o como SHGC por sus siglas en inglés.

Con el CGCS se mide la porción de la radiación solar incidente, que se transmite como ganancia de calor hacia el interior. La ganancia de calor transmitida es la suma de la radiación solar transmitida directamente y la fracción de la radiación absorbida, que se transfiere por radiación o convección hacia el espacio interior.

EL CGCS es un valor adimensional entre 0 y 1.

Con el CS se mide el desempeño del CGCS de un vidrio específico con referencia al CGCS de un vidrio claro de 3 mm de espesor.

El CS se usa en el cálculo de ganancias de calor por radiación solar según la NOM-020-ENER-2011.

Es un valor adimensional entre 0 y 1 que se obtiene de los certificados otorgados según la NOM-024-ENER-2014, al igual que el valor K para los sistemas vidriados.

## 11 Anexo

### 11.1 Cálculo del Coeficiente Global de Transferencia de Calor (K)

El coeficiente global de transferencia de calor se calcula utilizando la siguiente ecuación  $K=1/M$

Donde:

**K** es el coeficiente global de transferencia de calor de una porción de la envolvente del edificio para uso habitacional, de superficie a superficie, en  $W/m^2 K$ ;

**M** es el aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en  $m^2 K/W$ .

#### 11.1.1 Cálculo del aislamiento térmico total de las porciones de la envolvente de un edificio para uso habitacional formado por capas homogéneas.

El aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio para uso habitacional formado con capas térmicamente homogéneas y perpendiculares al flujo del calor, deben calcularse con la siguiente ecuación

$$M = \frac{1}{he} + \frac{1}{hi} + \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{l_n}{\lambda_n}$$

Donde:

**M** es el aislamiento térmico total de una porción de la envolvente del edificio, de superficie a superficie, en  $m^2 K/W$

**hi** es la conductancia superficial interior, en  $W/m^2 K$ .

*Su valor es de 8,1 para superficies verticales, 9,4 para superficies horizontales con flujo de calor hacia arriba (del piso hacia el aire interior o del aire interior hacia el techo), y 6,6 para superficies horizontales con flujo de calor hacia abajo (del techo al aire interior o del aire interior al piso)*

**he** es la conductancia superficial exterior, y es igual a  $13 W/m^2 K$ ;

**n** es el número de capas que forman la porción de la envolvente del edificio;

**l** es el espesor de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio en metros

**λ** es el coeficiente de conductividad térmica de cada uno de los materiales que componen la porción de la envolvente del edificio para uso habitacional, en  $W/m K$

#### 11.1.2 Cálculo del aislamiento térmico total de porciones formadas por capas homogéneas y capas no homogéneas

El aislamiento térmico total de las porciones de la envolvente de un edificio para uso habitacional, formado con capas térmicamente homogéneas y térmicamente no homogéneas paralelas a la superficie, como se muestra esquemáticamente en la figura b.1, se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$M = \frac{1}{\frac{F_1}{M_{parcial} + g/\lambda_1} + \frac{F_2}{M_{parcial} + g/\lambda_2} + \dots + \frac{F_m}{M_{parcial} + g/\lambda_m}}$$

Donde

$$M_{parcial} = \frac{1}{he} + \frac{1}{hi} + \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{l_n}{\lambda_n}$$

#### 11.1.3 Ejemplo de cálculo

Supóngase un muro estructurado de la forma siguiente: madera con triplay y mortero en la superficie exterior, tablero de yeso en la superficie interior y entre ambos una estructura de madera con polines verticales y aislante térmico.

Entonces, la estructura de madera (polines), y el aislamiento térmico son lo que se llama capas no homogéneas. En este caso particular se asume que el aislante térmico es el material 1 y que los polines son el material 2. Para fines de cálculo se utilizarán las áreas totales.

Datos requeridos para el cálculo:

$$h_e = 13 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Mortero de cal al exterior de 5 mm

$$\lambda = 0,872 \text{ W/mK}$$

$$l = 0,005 \text{ m}$$

Triplay de 9,6 mm

$$\lambda = 0,116 \text{ W/mK}$$

$$l = 0,0096 \text{ m}$$

Aislante térmico

$$\lambda = 0,035 \text{ W/mK}$$

$$l = 0,1 \text{ m}$$

Polín de madera de 0,05 por 0,1 m

$$\lambda = 0,130 \text{ W/mK}$$

$$l = 0,1 \text{ m}$$

Tablero de yeso de 9,6 mm

$$\lambda = 0,168 \text{ W/mK}$$

$$l = 0,0096 \text{ m}$$

$$h_i = 8,1 \text{ W/m}^2\text{K}$$

El muro es de 2,4 m de altura y de 10 m de ancho. La distancia entre polines es de 60 cm; por lo tanto, incluyendo los polines de los extremos, se cuenta con 17 polines

$$\text{Área de muro} = 2,4 \times 10 = 24 \text{ m}^2$$

$$\text{Área de polines} = 17 \times 0,05 \times 2,4 = 2,04 \text{ m}^2$$

$$\text{Fracción del área total de polines} = 2,04/24 = 0,085$$

$$\text{Fracción del área total de aislante térmico} = (24-2,04)/24 = 0,915 = 1 - 0,085$$

$$M_{parcial} = \frac{1}{h_e} + \frac{1}{h_i} + \frac{l_1}{\lambda_1} + \frac{l_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{l_n}{\lambda_n}$$

Sustituyendo

$$M_{parcial} = \frac{1}{8,1} + \frac{1}{13} + \frac{0,005}{0,872} + \frac{0,0096}{0,116} + \frac{0,0096}{0,168}$$

$$M_{parcial} = 0,3460152 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$M = \frac{1}{\frac{F_1}{M_{parcial} + g/\lambda_1} + \frac{F_2}{M_{parcial} + g/\lambda_2} + \dots + \frac{F_m}{M_{parcial} + g/\lambda_m}}$$

Sustituyendo

$$M = \frac{1}{\frac{0,085}{0,3460152 + \frac{0,1}{0,130}} + \frac{0,91}{0,3460152 + \frac{0,1}{0,035}}}$$

$$M = 2,7634 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Recordemos que

$$K = \frac{1}{M}$$

Sustituyendo

$$K = \frac{1}{2,7634 \frac{\text{m}^2 \text{ K}}{\text{W}}}$$

$$K = 0,3619 \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \text{ K}}$$



## 11.2 Estándar de competencia EC0431. Promoción del ahorro en el desempeño integral de los sistemas energéticos de la vivienda.



### ESTÁNDAR DE COMPETENCIA

conocimiento • competitividad • crecimiento

#### I.- Datos Generales

Código	Título
EC0431	Promoción del ahorro en el desempeño integral de los sistemas energéticos de la vivienda

#### Propósito del Estándar de Competencia

Servir como referente para la evaluación y certificación de las personas que realizan la función de promoción del ahorro en el desempeño integral de los sistemas energéticos de la vivienda, diagnosticando el desempeño y proponiendo estrategias de diseño/mejora para los sistemas energéticos de la vivienda.

Asimismo, puede ser referente para el desarrollo de programas de capacitación y de formación basados en Estándares de Competencia (EC).

El presente EC se refiere únicamente a funciones para cuya realización no se requiere por disposición legal, la posesión de un título profesional. Por lo que para certificarse en este EC no deberá ser requisito el poseer dicho documento académico.

Para alcanzar la competencia en este Estándar de Competencia, se requieren, en promedio, 2 años de experiencia laboral o 1 año de experiencia con 80 horas de capacitación.

#### Descripción general del Estándar de Competencia

Este EC evalúa las capacidades y actividades de un asesor energético y ambiental encargado de diagnosticar los sistemas energéticos de la vivienda, programando las visitas con los usuarios de las viviendas para realizar el levantamiento de la información de los equipos y de los sistemas energéticos existentes en la vivienda para con ello, generar el diagnóstico de la vivienda existente o nueva, y proponer las estrategias de mejora integral para promover la eficiencia de los sistemas energéticos.

El presente EC se fundamenta en criterios rectores de legalidad, competitividad, libre acceso, respeto, trabajo digno y responsabilidad social.

#### Nivel en el Sistema Nacional de Competencias: Tres

Desempeña actividades tanto programadas y rutinarias como impredecibles. Recibe orientaciones generales e instrucciones específicas de un superior. Requiere supervisar y orientar a otros trabajadores jerárquicamente subordinados.

Comité de Gestión por Competencias que lo desarrolló  
Energías Renovables y Eficiencia Energética.

Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores INFONAVIT

Fecha de aprobación por el Comité  
Técnico del CONOCER:

4 de diciembre de 2013

Fecha de publicación en el Diario Oficial  
de la Federación:

7 de marzo de 2014

**Periodo de revisión/actualización del EC:**

2 años

**Tiempo de Vigencia del Certificado de competencia en este EC:**

5 años

**Ocupaciones relacionadas con este EC de acuerdo con el Sistema Nacional de Clasificación de Ocupaciones (SINCO)**

**Grupo unitario**

Sin referente en el SINCO

**Ocupaciones asociadas**

Sin referente en el SINCO

**Ocupaciones no contenidas en el Sistema Nacional de Clasificación de Ocupaciones y reconocidas en el Sector para este EC**

Asesor energético

**Clasificación según el sistema de Clasificación Industrial de América del Norte (SCIAN)**

**Sector:**

54 Servicios profesionales, científicos y técnicos

**Subsector:**

541 Servicios profesionales, científicos y técnicos

**Rama:**

5413 Servicios de arquitectura, ingeniería y actividades relacionadas

**Subrama:**

54133 Servicios de ingeniería

**Clase:**

541330 Servicios de ingeniería

El presente EC, una vez publicado en el Diario Oficial de la Federación, se integrará en el Registro Nacional de Estándares de Competencia que opera el CONOCER a fin de facilitar su uso y consulta gratuita.

**Organizaciones participantes en el desarrollo del Estándar de Competencia**

- Asociación de Empresas para el Ahorro de Energía en la Edificación(AEAEE)
- Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI)
- Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores(INFONAVIT)
- Secretaría de Energía (SENER)
- Centro de Capacitación Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía y Sustentabilidad. A.C. (CCIDTES)
- Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)
- ARVINGER
- Cien Consultores, S.C.
- Gobiernos locales por la sustentabilidad (ICLEI)
- Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH (Cooperación Alemana al Desarrollo)

- GOPA Consultants (GOPA)
- Taller Passivhaus México S.A de C.V.
- CABAAC
- Promotora Arkitos, S.A. de C.V.

### Aspectos relevantes de la evaluación

- Detalles de la práctica:
- Para demostrar la competencia en este EC, se recomienda que la evaluación para vivienda existente se realice en un contexto real de trabajo, en una vivienda que se encuentre habitada, y la evaluación para vivienda nueva puede realizarse de manera simulada. El evaluador deberá de asegurar que la vivienda cuente con las características necesarias para poder evaluar todos los aspectos especificados en este Estándar de Competencia.

- Apoyos/Requerimientos:
- Herramienta de simulación vigente aprobado por el sector
  - Equipo de Cómputo
  - Hoja de cálculo
  - La encuesta para diagnóstico energético de la vivienda con datos de referencia del cliente (vivienda existente)
  - Equipos medidores de consumo eléctrico
  - Cámara fotográfica
  - Equipo para generar la georeferencia
  - Equipo telefónico
  - Planos o croquis de las viviendas

### Duración estimada de la evaluación

- 8 horas en gabinete y 4 horas en campo, totalizando 12 horas

### Referencias de Información

- NOM-008-SCFI-2002: Sistema General de Unidades de Medida
- NOM-020-ENER-2011: Eficiencia energética en edificaciones.- Envoltente de edificios para uso habitacional.
- NOM-001-SEDE-2012: Instalaciones eléctricas. (utilización)
- Manual explicativo vivienda ecológica, Hipoteca Verde, INFONAVIT.
- Guía del uso eficiente de la energía en la vivienda, CONAFOVI Concepto Demanda y Consumo.
- Guías de eficiencia energética CONUEE.

## II.- Perfil del Estándar de Competencia

### Estándar de Competencia

Promoción del ahorro en el desempeño integral de los sistemas energéticos de la vivienda.

### Elemento 1 de 2

Diagnosticar el desempeño integral de los sistemas energéticos de la vivienda.

### Elemento 2 de 2

Proponer estrategias de diseño/mejora para los sistemas energéticos de la vivienda.



### III.- Elementos que conforman el Estándar de Competencia

Referencia	Código	Título
1 de 2	E1409	Diagnosticar el desempeño integral de los sistemas energéticos de la vivienda

#### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

#### DESEMPEÑOS

1. Programa la visita para realizar el diagnóstico con el usuario de la vivienda existente:
  - Contactando previamente al usuario mediante una llamada telefónica,
  - Proporcionando los datos de quien llama,
  - Explicando en qué consistirá la visita,
  - Acordando con el usuario el día, la hora y la duración de la visita,
  - Pidiendo autorización para pasar a las distintas áreas de la vivienda,
  - Solicitando al usuario que prepare la documentación referente a la vivienda existente,
  - Acordando con el usuario que la persona que lo vaya a atender conozca las costumbres de los habitantes y los usos de equipo consumidores de energía y agua, y
  - Preguntando al usuario por la accesibilidad de zonas de difícil acceso en la vivienda.
2. Realiza una plática de introducción con el usuario de la vivienda existente:
  - Tomando fotografía georeferenciada de la fachada principal, al llegar a la vivienda,
  - Presentando su identificación oficial al usuario de la vivienda,
  - Explicando el procedimiento que se va a realizar,
  - Explicando los beneficios de realizar la asesoría energética,
  - Proporcionando la información referente a las opciones de financiamiento,
  - Solicitando autorización para el levantamiento fotográfico del interior de la vivienda, equipos consumidores de energía/agua y materiales de construcción, y
  - Solicitando los recibos de energía y agua.
3. Realiza el levantamiento de información de los equipos consumidores de energía y agua:
  - Verificando si presentan etiquetas de las Normas de eficiencia y la antigüedad de equipo,
  - Verificando que los equipos tengan certificación de la normatividad vigente, y
  - Registrando el consumo eléctrico de los aparatos de mayor impacto energético mediante un equipo medidor de consumo.
4. Comprueba que no existan fugas en equipos y dispositivos de agua:
  - Identificando mediante revisión del WC que no exista fugas/goteo,
  - Identificando mediante revisión de los grifos que no exista fugas/goteo,
  - Identificando mediante revisión de las llaves que no exista fugas/goteo, e
  - Identificando mediante revisión de las tuberías que no exista fugas/goteo.
5. Identifica el estado de los sistemas eléctricos:
  - Revisando que los cables de alimentación de corriente eléctrica no presenten alteraciones,
  - Revisando que los contactos no presenten alteraciones,
  - Revisando que el interruptor de la acometida este en un gabinete,
  - Verificando que las conexiones eléctricas no estén sobrecargadas, y

- Verificando que existe tierra física en la instalación eléctrica de la vivienda.
- 6. Identifica el estado de las instalaciones de gas:
  - Revisando que las llaves de paso no presenten corrosión/alteraciones/fugas,
  - Revisando que las tuberías no presenten corrosión/alteraciones/fugas, y
  - Revisando que los equipos de gas no presenten corrosión/alteraciones /fugas.
- 7. Programa la visita para hacer el diagnóstico con el responsable del proyecto de la vivienda nueva:
  - Contactando al responsable del proyecto, mediante una llamada telefónica, y
  - Solicitando al responsable del proyecto que prepare el proyecto para poder realizar el diagnóstico de la vivienda a analizar.
- 8. Realiza una plática introductoria con el responsable del proyecto de la vivienda nueva:
  - Explicando los alcances y beneficios de la asesoría al responsable del proyecto,
  - Avisando los tiempos de entrega del diagnóstico,
  - Solicitando el proyecto de la vivienda nueva, y
  - Proporcionando la información referente a las opciones de financiamiento.

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

#### PRODUCTOS

1. La lista de control de resultado de las llamadas elaborada:
  - Presenta el nombre y apellidos de quien recibió la llamada,
  - Presenta la fecha de la llamada, y
  - Contiene la fecha de la cita acordada/razón de la negativa.
2. La encuesta para diagnóstico energético de la vivienda existente elaborada:
  - Contiene la información de los datos generales de la vivienda incluyendo calle, número interior, número exterior, manzana y nombre de la unidad habitacional, y corresponde con la información recopilada,
  - Contiene la información sobre la tipología de la vivienda y corresponde con el levantamiento fotográfico de la fachada,
  - Contiene información sobre el número de habitantes de la vivienda, nivel de formación académica de la persona que más aporta, y el estatus de propiedad de la vivienda,
  - Contiene información de la percepción del nivel de confort dentro de la vivienda en días cálidos y en días fríos,
  - Contiene información sobre el modo de traslado de los habitantes de la vivienda al trabajo, así como del tiempo que les toma, y
  - Contiene información de los consumos de energía y agua del año inmediato anterior.
3. La lista de inventario de equipos elaborada:
  - Contiene información sobre los equipos consumidores de energía y agua que se encuentren en la cocina, identificando la potencia en W, el consumo en kWh, la potencia en stand by en W, consumo en lt/sy el tiempo de uso de cada uno de los equipos, y corresponde con el levantamiento fotográfico,

- Contiene información sobre los equipos consumidores de energía que se encuentren en la sala comedor, identificando la potencia en W, el consumo en kWh, la potencia en stand by en W, consumo en lt/s y el tiempo de uso de cada uno de los equipos, y corresponde con el levantamiento fotográfico,
  - Contiene información sobre los equipos consumidores de energía que se encuentren en la recámaras, identificando la potencia en W, el consumo en kWh, la potencia en stand by en W, consumo en lt/s y el tiempo de uso de cada uno de los equipos, y corresponde con el levantamiento fotográfico,
  - Contiene información sobre los equipos consumidores de energía y agua que se encuentren en el baño, identificando la potencia en W, el consumo en kWh, la potencia en stand by en W, consumo en lt/s y el tiempo de uso de cada uno de los equipos, y corresponde con el levantamiento fotográfico,
  - Contiene información sobre los equipos consumidores de energía y agua que se encuentren en la zotehuela /patio de servicio, identificando la potencia en W, el consumo en kWh, la potencia en stand by en W, consumo en lt/s y el tiempo de uso de cada uno de los equipos, y corresponde con el levantamiento fotográfico, y
  - Contiene información sobre los equipos de aire acondicionado, ventilación y calefacción encontrados en la vivienda, sobre la potencia de estos equipos, así como el coeficiente de rendimiento de los equipos de aire acondicionado, y corresponde con el levantamiento fotográfico.
4. El levantamiento fotográfico de los equipos de consumo de energía y agua recopilado:
- Tiene relación de acuerdo con la nomenclatura utilizada en el inventario de equipos,
  - Son legibles/calidad fotográfica, e
  - Incluye datos de etiqueta de eficiencia energética Norma Oficial Mexicana /de certificación de Eficiencia Energética de consumo del equipo.
5. La sección levantamiento arquitectónico capturada:
- Presenta la ubicación geográfica de la vivienda,
  - Muestra la orientación de la fachada principal respecto al norte,
  - Incluye listado de materiales de los sistemas constructivos identificando la orientación de las fachadas y corresponde al levantamiento fotográfico,
  - Muestra el listado de materiales de puertas y ventanas, y corresponde al levantamiento fotográfico,
  - Presenta las superficies de sistemas constructivos de la envolvente térmica y corresponde al levantamiento fotográfico,
  - Presenta elementos de sombreados para las ventanas, incluyendo elementos móviles y fijos, y corresponde al levantamiento fotográfico,
  - Incluye distancia a los edificios vecinales, e
  - Incluye altura de los edificios vecinales.
6. El croquis arquitectónico elaborado:
- Presenta la acotación de cada espacio de la vivienda,
  - Incluye ventanas y muros en cada espacio,
  - Incluye espesores de muros,
  - Presenta medidas exteriores a las colindancias,
  - Indicando cual es la fachada principal que se utilizó para definir la orientación geográfica,

- Incluye altura de piso terminado al lecho bajo de la losa,
  - Contempla simbología referenciada a las listas de materiales del levantamiento arquitectónico, y
  - Presenta extensiones adicionales de la vivienda marcadas en el plano.
7. El levantamiento arquitectónico fotográfico recopilado:
- Tiene relación entre datos, levantamiento arquitectónico y croquis,
  - Son legibles/calidad fotográfica, y
  - Contempla 2 ángulos por espacio.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

**CONOCIMIENTOS**

1. Manual explicativo vivienda ecológica, Hipoteca Verde, INFONAVIT.
2. Guía del uso eficiente de la energía en la vivienda, CONAFOVI Concepto Demanda y Consumo.
3. Diseño técnico de la NAMA vivienda sustentable: Tipología de vivienda.
4. NOM-020-ENER-2011. Objetivo, alcance y sistemas constructivos de la vivienda.
5. NOM-001-SEDE-2005. Objetivo y campo de aplicación.
6. NOM-008-SCFI-2002. Unidades de medida de volumen y de energía
7. CFE, CONUEE Conceptos de diagnóstico eléctrico. Conceptos de demanda y consumo eléctrico, propuestas de ahorro de energía.
8. Guías de eficiencia energética CONUEE. Etiquetas de eficiencia energética. Iluminación eficiente en el hogar.

**NIVEL**

- Comprensión
- Comprensión
- Conocimiento
- Conocimiento
- Conocimiento
- Conocimiento
- Comprensión
- Conocimiento

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

**ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES**

1. Orden: La manera y secuencia en que solicita y procesa la información obtenida.
2. Responsabilidad: La manera en que se presenta con el usuario/esponsable del proyecto en el tiempo establecido.

**GLOSARIO**

- Alteraciones: Rotos, con fisuras, recubiertos con cinta de aislar, etc.
- Aparatos de mayor impacto energético: Refrigerador, televisión, equipos de cómputo.
- Coeficiente de rendimiento: CoP Es la relación entre la energía útil y la energía consumida del equipo de aire acondicionado.
- Consumo de energía: Energía eléctrica utilizada por toda o por una parte de una instalación de utilización durante un periodo determinado.

**ESTÁNDAR DE COMPETENCIA**

- **Demanda eléctrica:** Requerimiento instantáneo a un sistema eléctrico de potencia, normalmente expresado en megawatts (MW) o kilowatts (kW )
- **Documentación de la vivienda existente:** Se refiere a recibos de electricidad, agua y gas de al menos un año inmediato anterior, Planos arquitectónicos de la vivienda y dirección completa del domicilio con referencias.
- **Elementos de sombreado fijos:** Partesol, volados y remetimientos.
- **Elementos de sombreado móviles:** Cortinas y persianas.
- **Energía:** Electricidad, gas natural, gas LP.
- **Envoltente térmica:** Referida al techo, paredes, vanos, puertas, piso y superficies inferiores, que conforman el espacio interior de un edificio para su uso habitacional.
- **Estatus de propiedad de la vivienda:** La vivienda puede ser rentada, hipotecada, prestada o propia.
- **Fachada principal:** Fachada que da acceso a la calle.
- **Proyecto:** Conjunto de planos y documentos de una obra o edificio, con datos y detalles suficientes para que se pueda ejecutar. Todo proyecto consta de una parte gráfica (plantas, emplazamientos, alzados, secciones, etc.) y de otra documental (memoria, pliego de condiciones, etc.) y de otra documental (memoria, pliego de condiciones y presupuesto). Código de Edificación Vivienda CONAVI 2010.
- **Sobrecargadas:** Saturación de conexiones eléctricas en el diseño de la instalación.
- **Tipología de vivienda:** Para efectos de este documento, la tipología de vivienda puede ser clasificada como:
  - Vivienda aislada. Estas viviendas no comparten ni muros ni losas con las viviendas colindantes.
  - Vivienda adosada. Esta vivienda está construida unida a otros, con los que comparte una o más paredes laterales.
  - Vivienda dúplex. Son 2 viviendas que comparten una pared lateral, o una losa de entrepiso, puede ser dúplex horizontal, o dúplex vertical.
  - Vivienda vertical. Es la vivienda que comparte losa de entrepiso, en un edificio de tres o más niveles.
- **Zona de difícil acceso:** Área o espacio donde no existan los requerimientos mínimos de seguridad o elementos para el acceso y que representen un peligro para la persona.

Referencia	Código	Título
2 de 2	E1410	Proponer estrategias de diseño/mejora para los sistemas energéticos de la vivienda.

### CRITERIOS DE EVALUACIÓN

La persona es competente cuando demuestra los siguientes:

#### DESEMPEÑOS

1. Comunica al usuario/responsable del proyecto los resultados del diagnóstico elaborado de la vivienda existente/nueva:
  - Explicando la metodología que se siguió para elaborar el diagnóstico,
  - Presentando el diagnóstico elaborado,
  - Presentando los resultados de la ficha de desempeño y potencial de mejora, y
  - Explicando los beneficios y ahorros potenciales que el usuario podría tener al implementar las medidas propuestas.

La persona es competente cuando obtiene los siguientes:

#### PRODUCTOS

1. El reporte del diagnóstico eléctrico elaborado:
  - Contiene los consumos del levantamiento de equipos elaborado y corresponde con el consumo de la última facturación,
  - Contiene la justificación de los consumos anuales analizados por los hábitos de consumo / periodos de ausencia,
  - Incluye fotografía legible de la lectura del medidor,
  - Contiene una justificación sobre la concordancia entre la lectura del medidor y el incremento promedio diario del recibo eléctrico,
  - Incluye el balance energético de la distribución del consumo actual basado en el inventario de equipos y en los recibos recabados, e
  - Incluye el balance energético de la distribución del consumo para las medidas propuestas basadas en las oportunidades de mejora, incluyendo cambio de hábitos, cambio de equipos ineficientes y mejora de instalaciones.
2. El reporte de la simulación energética capturado:
  - Contiene información sobre las dimensiones superficies, materiales, orientación, colindancias, elementos sombreadores del levantamiento arquitectónico/proyecto arquitectónico proporcionado,
  - Contiene información sobre el espesor de los materiales homogéneos y no homogéneos y conductividad térmica de los materiales identificados en el levantamiento arquitectónico/proyecto arquitectónico proporcionado,
  - Contiene información sobre las dimensiones de las ventanas, orientación, elementos sombreadores y coeficiente de sombreado del levantamiento arquitectónico/proyecto arquitectónico proporcionado,
  - Contiene información sobre la orientación, distancia y altura de los edificios vecinales y dimensiones de los elementos sombreadores del levantamiento arquitectónico/proyecto arquitectónico proporcionado,
  - Contiene información sobre los equipos de ventilación, refrigeración y calefacción, que coincide con la lista de los equipos,



- Contiene información sobre los equipos para calentamiento de agua, que coincide con la lista de los equipos, y
  - Contiene información sobre las fuentes de energía utilizadas, para poder calcular la demanda de energía primaria, y coincide con la lista de equipos.
3. La Ficha de desempeño y potencial de mejora de la vivienda existente elaborada:
- Presenta medidas/estrategia de mejora basada en el diagnóstico eléctrico realizado,
  - Presenta medidas/estrategia de mejora basada en la simulación energética realizada con la herramienta válida,
  - Contempla el costo de implementación de las medidas propuestas,
  - Presenta el análisis económico, costo, beneficio con el período de recuperación acumulado, e
  - Incluye las recomendaciones de implementación.
4. La Ficha de desempeño y recomendaciones para la vivienda nueva elaborada:
- Presenta medidas/estrategia de mejora basada en la simulación energética realizada con la herramienta válida,
  - Contempla el costo de implementación de las medidas propuestas, e
  - Incluye el análisis económico, costo, beneficio con el período de recuperación acumulado.

La persona es competente cuando posee los siguientes:

**CONOCIMIENTOS**

- 1. Conoce tu tarifa: Sistema tarifario domestico de Comisión Federal de Electricidad y permisionario.

**NIVEL**

Comprensión

La persona es competente cuando demuestra las siguientes:

**ACTITUDES/HÁBITOS/VALORES**

- Iniciativa: La manera en que soluciona situaciones no previstas.
- Responsabilidad: La manera en que maneja la confidencialidad del usuario/responsable de proyecto.

**GLOSARIO**

- ACS: Agua Caliente Sanitaria: Agua destinada al consumo humano (agua potable) que ha sido calentada por medio de un aparato convencional o un colector solar.
- Energía primaria: Aquella que proviene de una fuente disponible en la naturaleza, puede ser renovable o no renovable.
- Responsable del proyecto: La persona encargada del proyecto de vivienda.

### 11.3 Índice de actividades

Actividad 1: Cuestionario sobre clima y tiempo .....	22
Actividad 2: Matriz de agrupación bioclimática de ciudades mexicanas .....	38
Actividad 3: Actividades humanas y degradación ambiental .....	49
Actividad 4: Análisis del video "Revolución industrial" .....	52
Actividad 5: Cuestionario sobre deterioro e impacto ambiental.....	65
Actividad 6: Excursión y reporte / Actividad 6b: Exposición.....	79
Actividad 7: Discusión - Energía eléctrica y térmica en la edificación.....	103
Actividad 8: Discusión: Estrategias para implementar medidas de ahorro.....	105
Actividad 9: Encuesta- Consumo de energía en tu casa .....	106
Actividad 10: Discusión - Energías limpias, alternativas y renovables .....	118
Actividad 11: Estudio de una tecnología de energías renovables.....	130
Actividad 12: Esquema de Efecto Invernadero .....	134
Actividad 13: Discusión - Políticas para Energías Renovables y Eficiencia Energética .....	144
Actividad 14: Sistema físico de la envolvente.....	150
Actividad 15: Cuestionario - Envolventes, fachadas y recubrimientos .....	164
Actividad 16: Cuestionario - Pérdidas y ganancias calor en diferentes zonas climáticas.....	170
Actividad 17: Cuestionario - Conductividad térmica, aislamiento y puentes térmicos.....	171
Actividad 18: Cuestionario - Productos ecológicos .....	174
Actividad 19: Muestrario de Materiales aislantes.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Actividad 20: Calcula el coeficiente de transferencia de calor .....	190
Actividad 21: Calcula la ganancia de calor de un edificio .....	191

### 11.4 Índice de figuras

Figura 1: Factores y elementos del clima .....	21
Figura 2: Aumento de la temperatura global.....	22
Figura 3: El ciclo hidrológico .....	23
Figura 4: Humedad del aire.....	24
Figura 5: Circulación global de vientos .....	25
Figura 6: Presión atmosférica .....	26
Figura 7: Representación de la nubosidad.....	27
Figura 8: Irradiación Global Horizontal en México y Alemania.....	28
Figura 9: Latitud y longitud .....	29
Figura 10: Relieve continental.....	30
Figura 11: Grupos y subgrupos climáticos, según INEGI, basado en Köppen-García .....	32
Figura 12: Mapa de grupos y subgrupos climáticos. ....	35
Figura 13: Matriz para la agrupación bioclimática de ciudades.....	36
Figura 14: Mapa de agrupación bioclimática de Víctor Fuentes y Aníbal Figueroa .....	37
Figura 15: Sistema climático global .....	40
Figura 16: Capas de la Tierra.....	41
Figura 17: Componentes del medio ambiente.....	42
Figura 18: Efecto invernadero.....	44
Figura 19: Emisiones de GEI para 2012 .....	45
Figura 20: Balance de energía Tierra-Atmósfera .....	45
Figura 21: Paleolítico y Neolítico.....	50

Figura 22: Edad media y Revolución industrial.....	51
Figura 23: Informe del planeta viviente WWF.....	59
Figura 24: Huella ecológica mundial .....	60
Figura 25: Índice sustentabilidad ambiental, 2005 .....	61
Figura 26: Análisis del Ciclo de Vida .....	62
Figura 27: Ejemplo de ACV 1/2 .....	63
Figura 28: Ejemplo de ACV 2/2 .....	64
Figura 29: Ejemplo de edificación bioclimática .....	80
Figura 30: Confort humano .....	81
Figura 31: Soluciones pasivas .....	83
Figura 32: Mosaico de estrategias bioclimáticas .....	85
Figura 33: Diagrama esquemático que muestra.....	86
Figura 34: Trayectoria de la Tierra alrededor del Sol .....	87
Figura 35: Trayectorias solares en verano e invierno .....	88
Figura 36: Esquemas de análisis bioclimático.....	89
Figura 37: Gráficas de análisis de parámetros climáticos.....	90
Figura 38: Carta psicrométrica.....	91
Figura 39: Triángulos de Evans .....	92
Figura 40: Carta bioclimática .....	93
Figura 41: Análisis solar y de viento con maquetas .....	94
Figura 42: Clasificación de las energías .....	112
Figura 43: Perdidas en la transformación de energías primaria en energía .....	113
Figura 44: Consumo de energías por tipo .....	113
Figura 45: Distribución de energías renovables en México.....	114
Figura 46: Fuentes de energía no renovables.....	115
Figura 47: Consumo de energía final en México, 2011 .....	117
Figura 48: Consumo de energía por combustible 2008 (7979PJ) .....	117
Figura 49: Participación en el consumo total de electricidad por aparatos .....	118
Figura 50: Consumo eléctrico con A. A. - Clima templado .....	119
Figura 51: Consumo eléctrico con A.A. - Clima cálido.....	119
Figura 52: Permisos para la generación de energía eléctrica a través de fuentes renovables.....	120
Figura 53: Esquema de un molino de aserrar activado con agua .....	121
Figura 54: Esquema planta hidroeléctrica .....	121
Figura 55: Energía undimotriz.....	122
Figura 56: ¿Cómo funciona un aerogenerador? .....	123
Figura 57: Potencial eólico en México.....	124
Figura 58: Energía geotérmica aplicada en una vivienda .....	125
Figura 59: Grupos de biomasa .....	126
Figura 60: Fuentes vegetales y animales de biomasa .....	126
Figura 61: Sistema biobolsa .....	127
Figura 62: Sistema interconectado .....	129
Figura 63: Sistema autónomo .....	129
Figura 64: Emisiones de CO <sub>2</sub> por sector en México .....	131
Figura 65: Efecto Invernadero .....	133
Figura 66: 16ª Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático .....	135
Figura 67: Instrumentos previstos en la Ley General del Cambio Climático LGCC .....	138
Figura 68: Acciones de Mitigación de la Ley General del Cambio Climático .....	139
Figura 69: Proceso de Manejo de la Adaptación y el papel del Comité de Autodiagnóstico .....	140

Figura 70: Mapa de la Estrategia Nacional de Energía .....	144
Figura 71: Envoltente arquitectónica.....	149
Figura 2: Sistema físico de la envoltente.....	150
Figura 73: Flujo del calor sobre una fachada ventilada en verano y en invierno.....	154
Figura 74: Albedo sobre un edificio.....	156
Figura 75: Efecto de la isla de calor .....	157
Figura 76: Sistema de azotea verde en combinación con aislamiento.....	162
Figura 77: Convección, conducción y radiación .....	168
Figura 78: Flujos de calor en una ventana .....	168
Figura 79: Esquema de pérdidas de calor en una vivienda.....	169
Figura 80: Termografía .....	170
Figura 81: Primera certificación alemana .....	173
Figura 82: Categorías de la certificación LEED .....	174
Figura 83: Vivienda tipo de 50m <sup>2</sup> .....	192
Figura 84: Volado extendido sobre la vivienda.....	192

## 11.5 Índice de imágenes

Imagen 1: Monstruo de Gila, desierto de Sonora. Clima seco.....	33
Imagen 2: Manglares de la costa oeste mexicana. Clima cálido .....	33
Imagen 3: Lago de Xochimilco, Ciudad de México. Clima templado.....	34
Imagen 4: Deforestación.....	48
Imagen 5: Panorámica de Tokio, Japón .....	52
Imagen 6: Terremoto de 1972 en Managua, Nicaragua.....	53
Imagen 7: Huracán Dennis, 2005. Keywest, Florida .....	53
Imagen 8: Inundación en Minatitlán, Veracruz, 2005 .....	54
Imagen 9: Bahía Kanapou, en Hawaii .....	55
Imagen 10: Sarcófago nuclear, 2009 .....	56
Imagen 11: El río Rín teñido de rojo .....	57
Imagen 12: Incendio de la plataforma de British Petroleum.....	57
Imagen 13: Limpieza de residuos de algas tras el derrame de BP .....	57
Imagen 14: Vivienda vernácula maya.....	66
Imagen 15: Iglú.....	67
Imagen 16: Vista interior de un iglú .....	68
Imagen 17: Mujeres kazajas dentro de una yurta.....	68
Imagen 18: Interior de una yurta .....	69
Imagen 19: Desmontando una Yurta.....	70
Imagen 20: Entrada a la casba de Udayas .....	71
Imagen 21: Hotel Kasbah Ennakhile, Marruecos .....	71
Imagen 22: Museo de palafitos de Unteruhldingen, Alemania .....	72
Imagen 23: Palafitos en el lago Inle, Myanmar.....	73
Imagen 24: Vivienda unifamiliar de adobe .....	74
Imagen 25: Cueva de las ventanas, Chihuahua.....	75
Imagen 26: Patio de vivienda prehispánica en Paquimé, siglo XIII .....	76
Imagen 27: Casas del centro de Tlacotalpan, Veracruz .....	77
Imagen 28: Calle del centro histórico, Mineral del Monte .....	78
Imagen 29: Mineral del Monte, Hidalgo.....	79

Imagen 31: Hotel Alto Atacama, Chile .....	96
Imagen 32: Exterior de uno de los pabellones .....	97
Imagen 33: Vista de conjunto del Centro Cultural Jean-Marie Tjibaou .....	98
Imagen 34: Refugio alpino Monte Rosa .....	99
Imagen 35: Parque eólico en el Itsmo.....	124
Imagen 35: Ejemplo de una fachada pesada .....	151
Imagen 36: Masa térmica .....	152
Imagen 37: Ejemplo de fachada ligera .....	152
Imagen 38: Módulos prefabricados para fachada .....	153
Imagen 39: Instalación de lana mineral en una fachada ventilada.....	154
Imagen 40: Fachada de un edificio que convierte la luz solar en energía eléctrica.....	155
Imagen 41: Edificio Kuggen en Gotemburgo, Suecia .....	158
Imagen 42: Kiefer technic showroom, Austria .....	159
Imagen 43: Casas con cubierta de tierra y pasto en Escandinavia .....	161
Imagen 44: Jardín Botánico en la Azotea de CICENA en México D.F. ....	163
Imagen 45: ¿Cuál es la diferencia entre estas dos cafeteras? .....	165
Imagen 46: Ventana aislante en clima cálido .....	167
Imagen 47: Ventana aislante en clima frío .....	167
Imagen 48: Sellado hermético de las penetraciones de las instalaciones .....	171
Imagen 49: Fibra aislante de cáñamo con bastidor para fijación .....	172
Imagen 50: Panel aislante de papel reciclado .....	172
Imagen 51: Prefabricado de poliestireno .....	172
Imagen 52: Fibra mineral.....	175
Imagen 53: Instalación de fibra mineral.....	175
Imagen 54: Sistema de bovedillas con EPS .....	176
Imagen 55: Aplicación de aislantes en la construcción de viviendas GEO .....	177
Imagen 56: Aplicación de espuma como aislante (SPUR) .....	177
Imagen 57: Bloques de concreto celular .....	178
Imagen 58: Bultos con mezclas de perlita .....	179
Imagen 59: Tablero de fibra de madera.....	179
Imagen 60: Tableros de fibra de madera y cemento portland .....	180
Imagen 61: Ingredientes de celulosa .....	181
Imagen 62: Aplicación pulverizada .....	181
Imagen 63: Certificado de material.....	184

## 11.6 Índice de tablas

Tabla 1: Conversión de temperaturas .....	22
Tabla 2: Clasificación anual de llluvias.....	23
Tabla 3: Clasificación de llluvias según intensidad media por hora .....	24
Tabla 4: Temperatura para agrupación bioclimática de ciudades .....	37
Tabla 5: Precipitación pluvial para agrupación bioclimática de ciudades .....	37
Tabla 6: Fenómenos naturales extremos .....	54
Tabla 7: Unidades de medida.....	104
Tabla 8: Potencia eléctrica generada por fuente .....	114
Tabla 9: Recomendaciones para sombreadamiento en función de la zona climática .....	160
Tabla 10: Normas para aislamiento.....	182
Tabla 11: Superficies de la vivienda de ejemplo .....	192
Tabla 12: Resumen de cálculo de ganancias de calor .....	193

## 12 Glosario

<b>Aislantes térmicos</b>	Materiales específicamente diseñados para reducir el flujo de calor limitando la conducción, convección o ambos. Las barreras de radiación, son materiales que reflejan la radiación, reduciendo así el flujo de calor de fuentes de radiación térmica. Los buenos aislantes no son necesariamente buenas barreras de radiación, y viceversa. Los metales, por ejemplo, son excelentes reflectores pero muy malos aislantes.
<b>Absortancia</b>	Es la fracción de la radiación incidente absorbida en un material, con relación a la radiación incidente.
<b>Acabado</b>	Tratamiento final de una superficie para pavimentos y revestimientos.
<b>Acústico</b>	Parte de la física que trata de la producción, control, transmisión, recepción y audición de los sonidos, y también, por extensión, de los ultrasonidos.
<b>Aglutinante</b>	Son productos pulverizados que cuando se mezclan con agua sufren unas transformaciones químicas que producen su endurecimiento al aire o bajo el agua, este proceso se conoce como fraguado, por ejemplo el cemento y el yeso.
<b>Aislamiento acústico</b>	Es la protección de un recinto contra la penetración de sonidos que interfieran la actividad que se desea realizar en su interior.
<b>Aislamiento térmico</b>	Es la capacidad de los materiales para oponerse al paso de calor por conducción. Se evalúa por la resistencia térmica que tienen o, lo que es lo mismo, por la capacidad de aislar térmicamente.
<b>Altitud</b>	Distancia vertical de un objeto o punto sobre un plano de comparación, usualmente en relación al nivel del mar.
<b>Arquitectura bioclimática</b>	Es aquella que toma las condiciones naturales del entorno y el confort del ser humano como punto de partida para el diseño de espacios.
<b>Arquitectura vernácula</b>	Modo tradicional en que las comunidades producen su propio hábitat. Forma parte de un proceso continuo, que incluye cambios necesarios y una continua adaptación como respuesta a los requerimientos sociales y ambientales; es la expresión fundamental de la identidad de una comunidad, de sus relaciones con el territorio y al mismo tiempo, la expresión de la diversidad cultural del mundo
<b>Barrera de vapor</b>	Es un material, producto o componente de un muro o techo que proporciona resistencia a la transmisión de vapor de agua en forma continua sobre la totalidad de la superficie del muro o techo.
<b>Bioclima</b>	Cada uno de los tipos de clima que pueden distinguirse atendiendo a los factores que afectan a los seres vivos.

<b>Biomasa</b>	Se denomina biomasa a toda la materia orgánica que se encuentra en la tierra. Como fuente de energía presenta una enorme versatilidad, permitiendo obtener mediante diferentes procedimientos tanto combustibles sólidos como líquidos o gaseosos. De origen vegetal o animal, que incluye los materiales que proceden de la transformación natural o artificial. Cualquier tipo de biomasa proviene de la reacción de la fotosíntesis vegetal, que sintetiza sustancias orgánicas a partir del CO <sub>2</sub> del aire y de otras sustancias simples, aprovechando la energía del sol.
<b>Biósfera</b>	Capa constituida por agua, tierra y una masa delgada de aire, en la cual se desarrollan los seres vivos; comprende desde unos 10 km de altitud en la atmósfera hasta los fondos oceánicos. //Conjunto que forman los seres vivos con el medio en que se desarrollan.
<b>Bovedilla de poliestireno</b>	Componente fabricado con poliestireno expandido que se utiliza como relleno ligero y cimbra muerta para adaptarse a las secciones de vigueta, ya sea pretensada, de alma abierta o colada en obra, entre otras.
<b>Carga térmica</b>	Cantidad de calor que absorbe una determinada masa de agua en el calentador, para elevar su temperatura en un cierto intervalo. Es la medida de la cantidad de energía térmica, en la unidad de tiempo que un edificio, o cualquier otro recinto cerrado, intercambia con el exterior debido a las diferentes condiciones higrotérmicas del interior y del exterior. El cálculo de estas cargas permite disponer los sistemas adecuados de calefacción o refrigeración para compensarlas.
<b>Celda fotovoltaica</b>	Elemento mínimo de conversión de energía solar en energía eléctrica.
<b>Clima</b>	Conjunto de condiciones atmosféricas propias de un lugar, constituido por la cantidad y frecuencia de lluvias, la humedad, la temperatura, los vientos, etc., y cuya acción compleja influye en la existencia de los seres sometidos a ella.
<b>Clorofluorocarbonos</b>	Es una familia de productos químicos que contiene cloro, flúor y carbono derivados de hidrocarburos saturados en los que los átomos de hidrógeno se sustituyen por cloro y flúor. Debido a su estabilidad química y su nula toxicidad se han usado como refrigerantes, propelentes de aerosoles, disolventes de limpieza y en la fabricación de espumas que sirven como material aislante.
<b>Coefficiente de ganancia de calor solar (CGCS)</b>	Es la proporción de la ganancia de calor que entra a través de un sistema vidriado por la radiación solar incidente. La ganancia de calor solar incluye la radiación solar transmitida directamente y la fracción de la radiación solar absorbida, que se transfiere por radiación o convección hacia el espacio interior.
<b>Coefficiente de sombreado (CS)</b>	Es la razón entre la energía solar que se gana a través de un vidrio específico, a la energía solar que se gana a través de un vidrio claro de 3 mm de espesor, bajo idénticas condiciones.

<b>Coefficiente visible térmico (CVT)</b>	Es la razón entre la transmitancia visible y el coeficiente de ganancia de calor solar de un sistema vidriado. Nota: Comúnmente conocido como valor “LSG”.
<b>Concreto termoaislante</b>	Es un concreto de peso ligero con propiedades de aislamiento térmico, empleado en la construcción de losas de azotea y muros de las edificaciones, así como en rellenos aislantes.
<b>Condensaciones</b>	El aire del ambiente siempre tiene un contenido de vapor de agua en equilibrio gaseoso con el aire, dando lugar a una presión parcial de vapor de agua representada por gramos de agua por kilo de aire seco. La cantidad de vapor de agua máxima admisible en el aire depende de la temperatura y es creciente con ella, cantidades de vapor de agua menores que el máximo admisible se mantienen en equilibrio indefinidamente; por el contrario, si la cantidad de vapor tendiera a ser mayor que la admisible, el exceso no puede mantenerse en equilibrio y se condensaría. Se denomina “Humedad relativa” (HR) al porcentaje de vapor de agua en el aire, a una temperatura dada, respecto a la cantidad de vapor máxima admisible en el límite de la condensación (NMX-C460-ONNCCE-2009).
<b>Conductancia Térmica</b>	Es la cantidad de calor transmitida a través de la unidad de área de una muestra de material o de una estructura de espesor $D$ , dividida por la diferencia de temperaturas entre las caras calientes y frías en condiciones estacionarias. Cuando las caras caliente y fría no constituyan dos superficies plano-paralelas, será necesario aclarar en qué condiciones se da la conductancia térmica. Ésta es expresada en el sistema internacional en $W/m K$ o en el sistema inglés en $Btu / hr \cdot ft^2 \cdot ^\circ F$ . Nota: La conductancia térmica depende del espesor ( $l$ ) del material, mientras la conductividad térmica se refiere a la unidad de espesor del material. $ft^2 \cdot ^\circ F$ .
<b>Conductividad térmica</b>	Es la cantidad de calor que pasa a través de la unidad de área de una muestra con extensión infinita, con caras plano-paralelas y con espesor unidad; esto cuando se establece una diferencia de temperaturas entre sus caras de $1K$ ( $1^\circ C$ ). En el sistema internacional es expresada en $W/mK$ , y en el sistema inglés en $Btu / hr \cdot ft^2 \cdot ^\circ F$ .
<b>Confort</b>	La sensación de bienestar proporcionada por el ambiente. El confort en la arquitectura, involucra condiciones de temperatura, humedad ambiental, calidad del aire, un ambiente sonoro libre de ruido y la sensación de seguridad que brinda el espacio contra las condiciones adversas del entorno inmediato.
<b>Consumo de energía</b>	Es la cantidad de energía eléctrica consumida en un determinado tiempo y su unidad se representa en kWh.
<b>Contaminación</b>	La contaminación es la introducción de algún tipo de sustancia o energía que atentaría contra el normal funcionamiento y equilibrio que ostentaba el medio inicialmente, provocando además un daño casi irreversible.

<b>Corriente</b>	Es el flujo de electrones que pasan por unidad de tiempo a través de un material conductor. Su unidad de medida es el ampere y se representa como A. Haciendo una analogía con un sistema hidráulico, la corriente es equivalente al flujo de agua.
<b>Criósfera</b>	La criósfera, derivado de las palabra griegas κρύος (cryos) cuyo significado es frío, escarcha o hielo y σφαῖρα (esfera) cuyo significado original era globo, pelota; es el término que describe las partes de la superficie de la Tierra donde el agua se encuentra en estado sólido, que incluye el hielo del mar, el hielo del lago, el hielo del río, los glaciares, las capas de hielo y terreno congelado, incluyendo los hielos perpetuos.
<b>DEEVi</b>	Diseño Energéticamente Eficiente de la Vivienda. Herramienta de cálculo para estimar el balance energético de un edificio de uso residencial, en formato Excel.
<b>Demanda energética</b>	Es la energía necesaria para mantener en el interior del edificio las condiciones de confort térmico y lumínico definidas mediante el uso del edificio. Se determina la demanda energética de calefacción, correspondiente a los meses de la temporada de calefacción y la de refrigeración, corresponde a los meses de la temporada de refrigeración.
<b>Demandas térmicas anuales</b>	Se resumen las demandas térmicas de un año en $kWh/m^2$ .
<b>Ecotecnologías</b>	Ecotecnología es una ciencia aplicada que integra los campos de estudio de la ecología y la tecnología. Consiste en utilizar los avances de la tecnología para conseguir mejorar el medio ambiente mediante una menor contaminación y una mayor sostenibilidad.
<b>Efecto fotovoltaico</b>	Fenómeno mediante el cual la energía solar es convertida directamente en energía eléctrica. Se presenta en ciertos materiales semiconductores cuando un haz de fotones incide sobre ellos lo que excita los electrones de valencia para ser liberados de su órbita en el átomo.
<b>Efecto Joule</b>	Se conoce como efecto Joule al fenómeno por el cual si en un conductor circula corriente eléctrica, parte de la energía cinética de los electrones se transforma en calor debido a los choques que sufren con los átomos del material conductor por el que circulan, elevando la temperatura del mismo. El nombre es en honor a su descubridor el físico británico James Prescott Joule.
<b>Eficacia</b>	Es la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en lumen por watt ( $lm/W$ ).

<b>Eficiencia</b>	La eficiencia de una fuente de luz es simplemente la fracción de la energía eléctrica convertida en luz, es decir, los watts de luz visible producidos por cada watt de energía eléctrica, independientemente de la longitud de onda en que se irradia la energía. Por ejemplo, una lámpara incandescente convierte 7% de la energía eléctrica en luz, mientras las lámparas de descarga convierten de 25% a 40% de la energía en luz.
<b>Emitancia (<math>\epsilon</math>)</b>	Es la cantidad de flujo luminoso que emite una superficie por unidad de área. Su unidad de medida es el Lux (lx)
<b>Energía térmica</b>	Es la forma de energía que interviene en los fenómenos caloríficos. Cuando dos cuerpos a diferentes temperaturas se ponen en contacto, el caliente comunica energía al frío; el tipo de energía que se cede de un cuerpo a otro como consecuencia de una diferencia de temperaturas.
<b>Envolvente (de una edificación)</b>	Son todas las superficies de un edificio construido en contacto con el ambiente exterior. Es el conjunto de elementos como: techos, muros, vanos.
<b>Eólico</b>	Que está producido o accionado por el viento.
<b>Fachada ligera</b>	El conjunto de elementos verticales y horizontales conectados conjuntamente, anclados en la estructura del edificio y rellenos para formar una superficie continua y de bajo peso.
<b>Fachada panel</b>	Es la fachada que está situada entre los forjados y en consecuencia apoyada en ellos.
<b>Fachada pesada</b>	Abarca todas las fachadas tradicionales, ya sean de ladrillo visto, enfoscados, aplacados, de piedra, de madera u otras.
<b>Fachada prefabricada</b>	Son fachadas compuestas por módulos de pared que vienen hechos de taller, ensamblándose unos a otros en obra. Dependiendo del nivel de prefabricación pueden incluso montarse paredes de fachada con las ventanas o la puerta ya instaladas.
<b>Fachada solar</b>	Es aquella que aprovecha la luz solar para generar electricidad a partir de ella
<b>Fibra mineral</b>	Aislantes compuestos principalmente de fibras elaboradas a partir de roca, escoria o vidrio, con o sin aglutinante.
<b>Fibra mineral de roca</b>	Es aquella cuya composición es semejante a los vidrios volcánicos. Se producen a partir del basalto o de la escoria de alto horno, o una combinación de ambos.
<b>Fibra mineral de vidrio</b>	Es un material inorgánico fibroso que contiene silicatos de aluminio o de calcio y que se produce a partir de roca, arcilla, escoria y vidrio.
<b>Flujo luminoso</b>	El flujo luminoso describe la potencia luminosa total emitida por una fuente de luz. Su unidad de medida es el lumen (lm).
<b>Geósfera</b>	La Geósfera es la capa del planeta Tierra formada por material rocoso (sólido o fluido), sin tener en cuenta la hidrosfera ni la atmósfera.

<b>Grados día de refrigeración (GDR) y Grados día calefacción (GDC)</b>	Son las temperaturas acumuladas y sus diferencias respecto a una temperatura de referencia, la cual indica si una vivienda necesita calentamiento o enfriamiento para mantener la temperatura de confort en su interior.
<b>Hidrosfera</b>	La hidrosfera o hidrosfera <sup>1</sup> (del prefijo hidro-, este del prefijo griego ύδρο- [hydro], ‘agua’, y del griego σφαίρα [sfaira], ‘esfera’) <sup>2 3</sup> describe en las ciencias de la Tierra el sistema material constituido por el agua que se encuentra bajo y sobre la superficie de la Tierra.
<b>Hipertermia</b>	La hipertermia es un aumento de la temperatura por encima del valor hipotalámico normal por fallo de los sistemas de evacuación de calor.
<b>Hipotermia</b>	Hipotermia (del griego hypo que significa debajo y therme que significa calor) es el descenso involuntario de la temperatura corporal por debajo de 35 °C (95 °F) medida con termómetro en el recto o el esófago.
<b>Homeostasis</b>	a homeostasis (del griego homos (ὅμος), ‘similar’, <sup>1</sup> y stasis (στάσις), ‘estado’, ‘estabilidad’) <sup>2</sup> es una propiedad de los organismos vivos que consiste en su capacidad de mantener una condición interna estable compensando los cambios en su entorno mediante el intercambio regulado de materia y energía con el exterior (metabolismo).
<b>Humedad relativa</b>	El estado higrométrico o humedad relativa es la relación de cantidad de vapor de agua, expresada en gramos, realmente contenida en un volumen de un metro cúbico de aire, y la cantidad que contiene ese volumen si estuviese saturado de vapor de agua; ambas mediciones a la misma temperatura. El resultado, llamado estado higrométrico, se suele expresar en un tanto por ciento. Según la temperatura, puede el aire admitir más o menos humedad.
<b>Incandescente</b>	Dispositivo hermético de cristal, al vacío o llenos de gas inerte, dentro del cual se produce luz mediante un filamento que se calienta hasta la incandescencia por el paso de la corriente eléctrica.
<b>Incandescente con alógeno</b>	La lámpara halógena es una variante de la lámpara incandescente con un filamento de tungsteno dentro de un gas inerte y una pequeña cantidad de halógeno.
<b>Indicador ambiental</b>	Un indicador es un parámetro calculado mediante técnicas estadísticas para resumir información relativa a algún aspecto determinado, pudiendo tratarse de un aspecto concreto o de la agrupación de datos sobre varios elementos. Un sistema de indicadores se configura como una herramienta de análisis que permite obtener información clave sobre el estado y la evolución del medio ambiente de una región.
<b>Inercia térmica</b>	Es la propiedad que indica la cantidad de calor que puede conservar un cuerpo y la velocidad con que la cede o absorbe del entorno. Depende de la masa, del calor específico de sus materiales y del coeficiente de conductividad térmica de éstos.

<b>Insolación</b>	La insolación es la cantidad de energía en forma de radiación solar que llega a un lugar de la Tierra en un día concreto (insolación diurna) o en un año (insolación anual).
<b>Intervalos de Potencia Irradiancia</b>	Es el rango de potencia que cubre la norma.
<b>Isla de calor</b>	Es la magnitud utilizada para describir la potencia incidente por unidad de superficie de todo tipo de radiación electromagnética y se mide en $W/m^2$ .
<b>Junta seca</b>	La isla de calor es una situación urbana, de acumulación de calor por la inmensa mole de concreto, y demás materiales absorbentes de calor; y atmosférica que se da en situaciones de estabilidad por la acción de un anticiclón térmico.
<b>Lámparas ahorradoras (LFC)</b>	Es la unión de dos o más placas de concreto sin usar aglutinante.
<b>Lámparas fluorescentes lineales o tubo fluorescente</b>	La que incorpora una lámpara fluorescente compacta no reemplazable y adicionalmente los elementos necesarios para el arranque y operación estable de la fuente de luz, la cual no puede separarse sin dañarse permanentemente.
<b>Lámparas fluorescentes lineales o tubo fluorescente</b>	Las lámparas fluorescentes más habituales son un tubo lineal. Normalmente son rectilíneas aunque también se encuentran en forma de U o redondas. El diámetro de los tubos puede ser de 6.3 mm, 15.87mm o 25.4 mm. Se conocen por su denominación en octavos de pulgada: T2 (2/8 in), T5 (5/8 in) y T8 (8/8 in).
<b>LED</b>	Son diodos emisores de luz (Light Emitting Diode—en inglés), y se describen como elementos de estado sólido (semiconductores) que emiten energía luminosa al ser alimentados directamente por una energía eléctrica, los cuales dependiendo de su operación pueden ser de baja o alta potencia.
<b>Lumen</b>	Medida del flujo lumínico o la cantidad de luz emitida por una fuente. Por ejemplo, una vela proporciona alrededor de 12 lúmenes. Una lámpara incandescente blanco suave de 60 watts proporciona alrededor de 840 lúmenes (lm).
<b>Lux</b>	(Símbolo lx) Es la unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación. Equivale a un lumen /m <sup>2</sup> . Se usa en fotometría como medida de la intensidad luminosa, tomando en cuenta las diferentes longitudes de onda según la función de luminosidad, un modelo estándar de la sensibilidad a la luz del ojo humano.
<b>Masa térmica</b>	La masa térmica es el valor de la capacidad potencial de almacenamiento de calor en un conjunto o sistema.
<b>Motor de inducción</b>	Es una máquina rotatoria para convertir energía eléctrica en mecánica y utiliza para su operación energía eléctrica de corriente alterna trifásica.
<b>Muro cortina</b>	Es la fachada ligera que pasa por delante de los forjados y en consecuencia está suspendida de ellos.

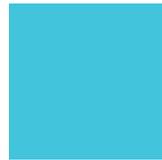
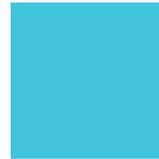
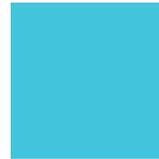
<b>Panel solar</b>	Se le llama panel a la interconexión de celdas fotovoltaicas a fin de incrementar la potencia eléctrica.
<b>Paramento</b>	Cara de una pared o revestimiento de una cubierta.
<b>Permeabilidad de vapor de agua / Permeancia de vapor de agua</b>	Es el producto de la permeancia por el espesor. La permeabilidad de vapor de agua de un material homogéneo es una propiedad del material y es la cantidad de vapor de agua transmitida por unidad de tiempo a través de una área dada de material, por unidad de diferencia de presión de vapor entre sus caras por una unidad de espesor, expresada en $\text{ng} / \text{Pas m}$ , en el sistema internacional o en Perm en el sistema inglés.
<b>Poder calorífico inferior</b>	Intervalo de potencia útil, entre la mínima y la nominal, en el que puede ajustarse la caldera, permaneciendo ésta conforme con los requisitos de esta norma.
<b>Poliestireno expandido</b>	Termoaislante elaborado a partir de resina de poliestireno por proceso de expansión previa y moldeo en forma discontinua, produciendo una espuma rígida de estructura celular cerrada.
<b>Poliestireno extruido</b>	Termoaislante elaborado a partir de resina de poliestireno por un proceso de extrusión continua, produciendo una espuma rígida de estructura celular cerrada.
<b>Puente térmico</b>	Parte del cerramiento de un edificio donde la resistencia térmica normalmente uniforme cambia significativamente debido a: a) Penetraciones completas o parciales en el cerramiento de un edificio de materiales con diferente conductividad térmica; y / o b) un cambio en el espesor del elemento; y / o c) una diferencia entre las áreas internas o externas, tales como juntas entre paredes, suelos o techos.
<b>Radiación solar</b>	Radiación emitida por el Sol. Se le llama también radiación de onda corta. La radiación solar tiene una gama de longitudes de onda (espectro) distintiva, determinada por la temperatura del Sol. La naturaleza de transformación de la materia del Sol es atómica, es decir, que los átomos de algunos de sus compuestos se descomponen para formar otros compuestos. Al producirse la transformación atómica de los compuestos simples del Sol se genera energía en forma de luz y de energía radiante que llega hasta la Tierra. La energía solar disminuye al pasar por la atmósfera; a la pérdida de energía solar se le llama depleción, y a la energía solar que se recibe en la superficie de la Tierra se le denomina insolación. Tanto el movimiento de rotación como el de traslación influyen en la distribución geográfica de la radiación solar.

<b>Radiación ultravioleta</b>	Se denomina radiación ultravioleta o radiación UV, a las ondas electromagnéticas de corta longitud que está comprendida aproximadamente entre los 400 nm ( $4 \times 10^{-7} \text{m}$ ) y los 15 nm ( $1,5 \times 10^{-8} \text{m}$ ). Pese a no estar dentro del espectro visible por el ojo humano, somos capaces de reconocer en un fluorescente de UV debido a un colorante que llevan incorporado.
<b>Reflectancia (<math>\rho</math>)</b>	Es la relación entre la potencia electromagnética incidente con respecto a la potencia que es reflejada por una superficie.
<b>Reflectividad solar (RS)</b>	La RS es la habilidad de reflejar la radiación solar reduciendo la transferencia de calor hacia el interior del edificio. Se expresa como una fracción entre 0 y 1, o como un porcentaje entre 0 y 100 (valor alto de emitancia $\epsilon$ )
<b>Refugiado ambiental</b>	La denominación Emigrante Medioambiental o Refugiado Medioambiental alude a la población que se ve obligada a migrar o ser evacuados de su región de origen por cambios rápidos o a largo plazo de su hábitat local, lo cual incluye sequías, desertificación, la Subida del nivel del mar, o fenómenos climáticos de temporada como el monzón.
<b>Relación de eficiencia energética</b>	Especifica la eficiencia energética de un acondicionador de aire tipo cuarto y se determina dividiendo el valor del efecto neto de enfriamiento en el lado interno entre el valor de la potencia eléctrica de entrada (ambos expresados en W). Estos dos valores se obtienen de la prueba de eficiencia energética en un calorímetro de cuarto y se expresa en $W_t/W_e$ .
<b>Resistencia térmica</b>	Es la diferencia de temperatura media en el equilibrio entre dos superficies definidas de un material o estructura que induce un valor unitario de flujo de calor a través de una unidad de área en unidades. Es el recíproco de la conductancia térmica ( $m K/W$ , según el sistema internacional).
<b>Resistencia total "Valor R"</b>	Es la suma de las resistencias superficiales (interna y externa) y de las resistencias térmicas de las varias capas de los diversos materiales que componen el elemento de la envolvente.
<b>Resistividad térmica</b>	Es el recíproco de la conductividad térmica ( $mK/W$ , según el sistema internacional).
<b>Sello FIDE</b>	Son aquellos equipos, materiales y tecnologías que garantizan un alto grado de eficiencia en el consumo de electricidad, por lo que pueden considerarse como ahorradores de energía eléctrica, con tecnología de punta.
<b>Sisevive</b>	Sistema de Evaluación de la Vivienda Verde.
<b>Sistema vidriado</b>	Es un producto o conjunto de productos desarrollados para llenar aberturas de la envolvente de edificaciones, tal como fachadas, ventanas, puertas, domos, tragaluces, etc. y diseñado para permitir el paso de luz.

<b>Soluciones activas</b>	Son aquellas soluciones de diseño, que implementan el uso de sistemas mecánicos o involucran el uso o generación de energía y combustibles, por ejemplo, los colectores solares para el calentamiento de agua o los paneles fotovoltaicos, los sistemas de aire acondicionado, o de calentamiento de aire. Pueden o no ser ecológicas.
<b>Soluciones pasivas</b>	Son los elementos del diseño que funcionan sin necesidad de consumo energético o con intervenciones mínimas por parte del usuario. Es decir: la orientación de la envolvente, dispositivos de control solar, vegetación, estanques, ventanas, etc.
<b>Temperatura de color (K)</b>	La temperatura de color de una fuente de luz se define comparando su color dentro del espectro luminoso con el de la luz que emitiría un cuerpo negro calentado a una temperatura determinada. Por este motivo esta temperatura de color se expresa en kelvin (mal llamados "grados Kelvin"), a pesar de no reflejar expresamente una medida de temperatura, por ser la misma solo una medida relativa.
<b>Vapor de agua</b>	La cantidad de vapor de agua en la atmósfera es variable, siendo mayor en la regiones marítimas, depende de la evaporación y la evapotranspiración que se produce en la superficie de la tierra, y a pesar de encontrarse en pequeñas proporciones en la atmósfera, hasta un 3%, este gas juega un papel muy importante en la formación de los fenómenos meteorológicos
<b>Veleta</b>	Instrumento que indica o registra la dirección de la que sopla el viento.
<b>Velocidad del viento</b>	Razón del movimiento del viento en unidad de distancia por unidad de tiempo.
<b>Vientos alisios</b>	Sistema de vientos relativamente constantes en dirección y velocidad que soplan en ambos hemisferios, desde los 30° de latitud hacia el ecuador con dirección noreste en el hemisferio norte y sureste en el hemisferio sur.
<b>Volado extendido</b>	Es aquel cuya extensión lateral va más allá de los límites de la ventana.
<b>Voltaje</b>	El voltaje o diferencia de potencial se define como el trabajo que se requiere para mover un flujo de electrones (corriente) desde el punto de mayor potencial (+) al de menor potencial (-). Su unidad de medida es el voltio y se representa como V. Haciendo una analogía con un sistema hidráulico, el voltaje es equivalente a la presión de agua.
<b>Volumen ajustado (VA)</b>	Es el volumen del compartimiento de alimentos más el volumen del compartimiento congelador afectado por el factor de ajuste que corresponda.

**Watt**

Unidad de la potencia (Sistema Internacional de Unidades) requerida para realizar un trabajo y su símbolo es (W). Un kW equivale a 1,000 watts, otra unidad derivada es el megawatt cuyo símbolo es el MW y equivale a un millón de watts.



© Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH  
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5  
65760 Eschborn/Alemania  
[www.giz.de](http://www.giz.de)

- Cooperación Alemana al Desarrollo -

Agencia de la GIZ en México  
Torre Hemicor, PH  
Av. Insurgentes Sur No. 826  
Col. del Valle  
C.P. 03100, México, D.F.  
T +52 55 55 36 23 44  
F +52 55 55 36 23 44  
E [giz-mexiko@giz.de](mailto:giz-mexiko@giz.de)  
I [www.giz.de/mexico](http://www.giz.de/mexico)