



El Destino de los Municipios ante el Cambio Climático



Guanajuato
Gobierno
del Estado

PROPAEG

Contigo Vamos

Manual Práctico de ahorro de energía y disminución de emisiones



Guanajuato
Gobierno
del Estado

PROPAEG

Contigo Vamos

El Destino de los Municipios ante el Cambio Climático

**Manual Práctico de ahorro de
energía y disminución de emisiones**

**Recopilación y Análisis a cargo de:
I.Q. Julio César Villanueva García
Coordinador Operativo de la PROPAEG**

**Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado
de Guanajuato. Septiembre de 2007.,**

Indice

<u>TEMA</u>	<u>PÁGINA</u>
PRÓLOGO.....	3
INTRODUCCIÓN.....	5
FUNDAMENTOS.....	7
1. La Atmósfera.....	7
2. El Clima.....	10
3. Las Capas de la Atmósfera.....	16
4. Composición de la Atmósfera.....	20
5. La Energía.....	22
6. Generación de Energía Eléctrica en México.....	24
METODOLOGÍA.....	31
RESULTADOS.....	33
¿Que es un factor de emisión AP-42?.....	36
BIBLIOGRAFÍA.....	46
APÉNDICE.....	47

Prólogo

*“El requisito del éxito es la prontitud en las decisiones.”
Francis Bacon.*

Vivimos en una época en la que nuestra civilización ha alcanzado un alto nivel de desarrollo, con tecnologías y comunicaciones rápidas que permiten una calidad de vida más efectiva, pero también donde ese mismo desarrollo no ha llegado en la misma proporción ni con la misma prontitud a todos los elementos de nuestra sociedad. Limitantes económicas, de distancia, de tipo de relación social, entre otras, son las que lo han impedido, sumándose ahora una más, que es la que mantendrá a la humanidad entera pendiente de sus futuros días: el Cambio Climático.

Este fenómeno nos ha impuesto una serie de retos y oportunidades a nuestra sociedad para el futuro de los próximos 20 años. Ahora es el momento de que todos los órdenes de tomadores de decisiones, conozcan el fenómeno y se comprometan consecuentemente en sus respectivas áreas de desarrollo, y ello implica, por supuesto, a los Presidentes Municipales de Guanajuato.

El presente libro, nos da la oportunidad de que dichos funcionarios, adopten las políticas públicas necesarias para sus gobernados, atendiendo por lo menos a dos elementos: al Inventario de Emisiones y al Balance de energía, el primero generado por el Instituto de Ecología, y el segundo por el Consejo de Ciencia y Tecnología, ambos del Estado de Guanajuato, y fomenten las mejores formas de consumir energía y mitigar con ello las descargas contaminantes a la atmósfera con gases de efecto invernadero que ponen en peligro a toda la humanidad.

Esta es una de las publicaciones que la Procuraduría de Protección al Ambiente llevará a cabo en la presente administración del Lic. Juan Manuel Oliva Ramírez, a las que se

irán sumando otras que fortalezcan la política ambiental de protección al ambiente del Estado de Guanajuato. Esperamos con esta aportación, contribuir a la definición de acciones a favor del ambiente en el corto plazo. No hay marcha atrás.

CONTIGO VAMOS PROTEGIENDO EL AMBIENTE

Lic. Miguel Angel Torrijos Mendoza
Procurador de Protección al Ambiente

Introducción

Recientemente la Procuraduría de Protección al Ambiente del Estado de Guanajuato, en su afán de asegurar la calidad de nuestro entorno para el bienestar de los guanajuatenses, se dio a la tarea de realizar un ejercicio del cual se derivan importantes aciertos y que es de gran utilidad para transmitir un mensaje de conciencia a todos nosotros.

Los datos del Inventario de Emisiones 2004 elaborado por el Instituto de Ecología de Guanajuato fueron recopilados y enfrentados con los datos de consumos eléctricos totales 2004 reportados por la Secretaría de Desarrollo Económico Sustentable en una sola matriz; lo anterior se realizó para 16 municipios considerados como corredor industrial del bajío los cuales son: Apaseo El Alto, Apaseo El Grande, Comonfort, Juventino Rosas, Celaya, Cortazar, Villagrán, Salamanca, Pueblo Nuevo, Valle de Santiago, Irapuato, Silao, León, Purísima del Rincón, San Francisco del Rincón y San José Iturbide.

Este documento es un estudio recopilador y analítico de la relación que guarda la generación de energía y sus impactos en nuestro entorno. Se hace énfasis en la generación de energía eléctrica en termoeléctricas y los efectos que causa a nuestra atmósfera.

Intentamos que este análisis sea digerible para todo público pues nuestra intención es transmitir el conocimiento, ya que una sociedad informada es más sustentable.

Fundamentos

No es posible hablar acerca de contaminación sin referirnos a nuestra atmósfera o viceversa, por lo que nos introduciremos poco a poco en conceptos básicos para poder explicar claramente a que nos referimos a lo largo de este ensayo.

En buena parte de este libro se proponen soluciones que pueden ser llevadas a la práctica con facilidad para ahorrar energía (y por consecuencia dinero) en nuestras actividades cotidianas, no perdamos de vista que somos parte de un cúmulo de seres y que a medida que tomemos conciencia de nuestras acciones en favor de la naturaleza es posible que contagiemos a nuestros semejantes y sumarlos a proteger nuestro universo.

1.- La Atmósfera.

La atmósfera de la Tierra está compuesta primordialmente por gases como son nitrógeno (N_2) en un 78%, oxígeno (O_2) en un 21% y Argón (Ar) en un 1%; las abundancias de éstos son controladas en escalas de tiempo geológicas por la biosfera (donde encontramos vida), la captura y liberación de los materiales de la corteza y la degasificación de su interior. El vapor de agua es el siguiente constituyente más abundante; este se encuentra principalmente en la atmósfera baja y su concentración es muy variable, alcanzando algunas hasta del 3%. La evaporación y la precipitación controlan su abundancia. Los restantes constituyentes gaseosos, los gases traza, comprenden menos del 1% de la atmósfera. Estos gases juegan un papel decisivo en el balance de



radiaciones de la Tierra y en las propiedades químicas de la atmósfera. Las cantidades de gases traza en nuestra atmósfera han cambiado rápida y marcadamente en los dos últimos siglos.

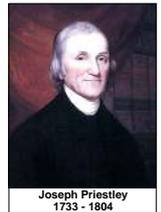
Los estudios de la composición de la atmósfera pueden rastrearse desde el siglo XVIII cuando personas como Joseph Priestley, Antoine-Laurent Lavoisier, y Henry Cavendish intentaron determinar su composición química.

Gracias a los aportes de estos estudiosos y de muchos otros más, la identidad y composición de primordial de la atmósfera fué establecida (nitrógeno, oxígeno, vapor de agua,



Antonine-Laurent Lavoisier
1743 - 1794

dióxido de carbono y los gases raros). A finales del siglo XIX y principios del XX el enfoque se centró en los constituyentes traza, llamados así porque tienen fracciones molares menores a una millonésima parte (0.000001), lo que



Joseph Priestley
1733 - 1804

llamamos una parte por millón (ppm) por volumen. En nuestros días queda en claro que la atmósfera puede contener una gran variedad de especies traza y su presencia puede ser rastreada en procesos geológicos, biológicos, químicos y antropogénicos.

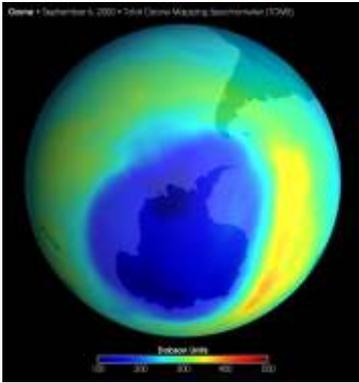


Henry Cavendish
1743 - 1794

La atmósfera es el recipiente de muchos de los productos de nuestra sociedad tecnológica. Estos efluentes incluyen productos de la quema de combustibles fósiles y del desarrollo de nuevos químicos sintéticos. Históricamente estas emisiones nos pueden llevar a consecuencias no previstas en la atmósfera. Algunos ejemplos clásicos son: la comprensión en los 1950's que las emisiones de los vehículos de motor podían producir smog y la estimación en los 1970's que las emisiones de los clorofluorocarbonos de los aerosoles y refrigeradores causan el agotamiento del ozono en la estratósfera.

Los destinos de las especies traza atmosféricas están usualmente entrelazados. Los ciclos de vida de las especies traza

están íntimamente acoplados a través de complejos arreglos de procesos químicos y físicos. Como resultado de estos acoplamientos, una perturbación en la concentración de una especie puede llevarnos a cambios



significativos en la concentración y tiempo de vida de otras especies traza y a retroalimentaciones que pueden amplificar ó atenuar la perturbación original. Un ejemplo de esta relación es la del metano. El metano es la molécula orgánica predominante en la tropósfera (mas adelante explicaremos las diferentes capas de nuestra atmósfera) y es el segundo en importancia de los gases de efecto invernadero después del CO_2 . Las

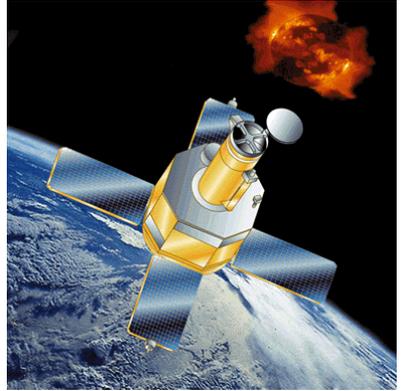
fuentes de metano como son los arrozales y el ganado pueden ser estimadas y se incrementan, este gas es removido de la atmósfera por reacción con el radical hidroxilo (OH), a una razón que depende de la concentración atmosférica de OH; pero la concentración de este radical depende de la cantidad de monóxido de carbono (CO), el cual a su vez es un producto de la oxidación del metano como resultado del la quema de combustibles fósiles y biomasa. La concetración de hidroxilo también depende de la concentración de ozono y óxidos de nitrógeno. Un cambio en la cantidad de metano puede afectar la cantidad total de ozono en la tropósfera, por esto el metano por sí solo afecta la concentración de la especie OH que regula su remoción.

Dependiendo de sus tiempos de vida en la atmósfera, las especies traza pueden mostrar un rango enorme de variabilidad espacial y temporal. Especies de larga vida relativa tienen una uniformidad espacial y es de gran ayuda el muestreo estratégico en todo el mundo ya que de esta manera es posible caracterizar su distribución espacial y tendencia temporal. A medida que la especie decrece en cantidad, sus distribuciones espaciales y temporales son más variables. En las áreas urbanas, por ejemplo, se pueden requerir decenas de estaciones de monitoreo en un área de cientos de kilómetros cuadrados para caracterizar la

distribución espacial y temporal de sus componentes atmosféricos.

2. El Clima.

Vista desde el espacio, la Tierra es una canica multicolor. Las nubes y las regiones cubiertas de nieve son blancas, los océanos azules, los continentes son de color café. Las áreas blancas hacen de la Tierra un planeta brillante: cerca del 30% de la radiación del Sol es reflejada inmediatamente de vuelta al espacio. La energía solar que no se refleja en las partes blancas es absorbida por la atmósfera y la superficie terrestre. A medida que la superficie se calienta, manda radiación infrarroja de vuelta al espacio, sin embargo, la atmósfera absorbe mucha de la energía radiada por la superficie y re emite su propia energía, pero a temperaturas mucho muy menores. Aparte de los gases en la atmósfera, las nubes juegan un rol climático mayor. Algunas enfrían el planeta reflejando la radiación solar de vuelta al espacio; otras calientan la Tierra atrapando energía cerca de la superficie. En resumen, las nubes ejercen un efecto significativamente enfriador en la Tierra, pero en ciertas áreas como los trópicos, las nubes espesas pueden calentar mucho el clima de la región.

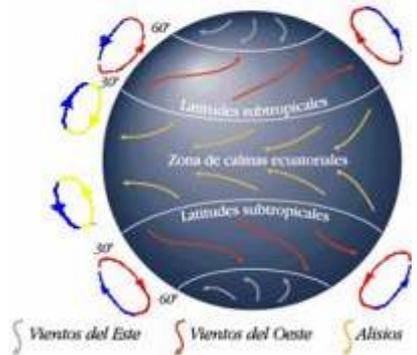


La temperatura de la Tierra se ajusta de tal manera que la energía solar que la alcanza está balancea con la energía que sale del planeta. Las entradas y salidas de radiación deben de balancearse para el planeta entero, pero no se balancea en cada punto particular del globo. Muy poca energía solar alcanza las regiones blancas cubiertas de hielo en los polos, especialmente durante los meses de invierno. La Tierra absorbe la mayor parte de la radiación solar cerca de su ecuador, al paso del tiempo, sin embargo, esta energía se extiende a regiones más frías, llevada por vientos en la atmósfera y corrientes en los océanos. Esta

máquina global de calor, en su intento por igualar temperaturas, genera el clima con el que estamos familiarizados, lleva la energía a los frentes de tormenta y genera huracanes. EN las estaciones más frías, la altas y bajas presiones se empujan entre sí cada ciertos días. La energía también es transportada en el globo por las masas de aire húmedo y seco. Por medio de evaporación, el aire sobre los océanos tibios absorbe vapor de agua y entonces viaja a regiones

más frías y los interiores continentales donde el vapor de agua se condensa como lluvia ó nieve, este proceso libera calor a la atmósfera. En los océanos la sal ayuda a conducir la máquina de calor, sobre ciertas áreas, como el Mediterráneo, el agua se evapora del océano más rápido de lo que el agua o los ríos puedan reemplazarla; a medida que el agua se vuelve más salada, se torna más densa. En el Atlántico Norte, las temperaturas frías y el exceso de sal envía el agua de la superficie al fondo, creando una corriente de agua pesada que se extiende por todos los océanos del mundo. Por redistribución de energía de esta forma, los océanos actúan atenuando las diferencias de temperatura y salinidad. Mientras que a la atmósfera puede responder en pocos días a un calentamiento o enfriamiento, en el océano esto toma meses o más para ajustar los cambios de energía provenientes de la atmósfera.

CIRCULACIÓN GENERAL DE LA ATMÓSFERA



La radiación solar, las nubes, las corrientes oceánicas, y la circulación atmosférica se entretajan en una compleja y caótica forma de producir nuestro clima. Hasta recientemente, se asumía que el clima cambiaba en una escala de tiempo muy grande comparada con la de nuestras vidas o inclusive la de nuestros hijos. Las evidencias muestran, sin embargo, que la liberación de gases traza a la atmósfera, los “gases de efecto invernadero”, tienen el potencial para incrementar la temperatura de la Tierra varios grados centígrados. La temperatura promedio de la Tierra

se ha elevado 0.5°C durante el siglo pasado. Se estima que si se duplica la cantidad de dióxido de carbono desde la época anterior a la Revolución Industrial hasta 280 ppm podría incrementarse de 1.5 a 4.5°C . Un incremento de 2°C produciría el clima más caliente



experimentado en la Tierra en 6000 años. Un incremento de 4.5°C ubicaría a la Tierra en un régimen que se experimentó por última vez en la Era Mesozoica - la era de los dinosaurios-.

Al parecer un calentamiento promedio de algunos grados no nos parece

mucho, esto puede crear cambios dramáticos en los climas extremos. Los científicos han estimado, por ejemplo, que en el evento de un calentamiento global del 1.7°C , la frecuencia de periodos de 5 días o más por encima de 35°C en las zonas de cultivo de maíz en los Estados Unidos se triplicarían. Estas condiciones en los estados críticos de las temporadas de crecimiento dañarían el maíz y las cosechas se reducirían.

De todos los efectos del calentamiento global, tal vez ningún otro ha captado más atención que la prospectiva del incremento del nivel de los océanos. Esto resultará del derretimiento de los glaciares que están asentados en porciones de corteza terrestre. La opinión más aceptada es que el nivel del mar ascenderá hasta 0.5 m en el 2100. Aún un aumento de 0.3 m tendría efectos dramáticos en la erosión de líneas costeras, introducción de agua salada en los suministros e ingreso en tierra de grandes ciclones repentinos.

Muchas de las variaciones en la magnitud de los efectos potenciales en el clima resultan del incremento de los niveles de los gases de efecto invernadero el cual depende del tamaño y

dirección de diversas retroalimentaciones que pueden ocurrir en respuesta a una perturbación inicial del clima. Las retroalimentaciones negativas tienen un efecto que atenúa la **t e n d e n c i a** al calentamiento; las positivas refuerzan el calentamiento inicial.



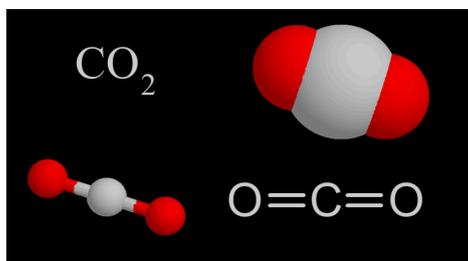
Un ejemplo de una retroalimentación en el calentamiento de invernadero implica al vapor de agua. A medida que el aire se calienta, cada metro cúbico de aire es capaz de contener más vapor. Como el vapor de agua es un gas de efecto invernadero, esta concentración incrementada de vapor magnifica el efecto invernadero. Entonces ahora el aire más caliente contendrá más agua y así sucesivamente. Este es un ejemplo de retroalimentación positiva que provee un mecanismo físico de multiplicación del ímpetu original que cambia más allá de la cantidad inicial.

Algunos mecanismos proporcionan una retroalimentación negativa, que disminuye el ímpetu original. Por ejemplo, el incremento de la cantidad de vapor de agua en el aire puede llevar a la formación de más nubes. Las nubes blancas de baja altitud reflejan la luz solar y previenen que ésta alcance la superficie terrestre y la caliente. Este incremento de la cobertura geográfica de nubes de bajo nivel reducirían el calentamiento de invernadero, en tanto que incrementando la cantidad de nubes altas convectivas puede aumentar el calentamiento de invernadero. Esto se debe a que éstas últimas absorben energía por debajo a temperaturas más altas de lo que pueden radiar energía al espacio por encima, de este modo efectivamente atrapan energía. No es conocido con certeza si estas temperaturas incrementadas podrían formar más nubes de baja altitud o más nubes convectivas altas.

Otra retroalimentación de la que no se conoce con certeza involucra la respuesta de las plantas ante la elevación de niveles de CO_2 . Algunos estudios indican que las cosechas crecen más rápido en ambientes con alto contenido de CO_2 , atrapando más carbono de la atmósfera y guardándolo en los tejidos vegetales. Es poco conocida la respuesta de los bosques, praderas y la tundra que cubren la Tierra.

Probablemente y aún de importancia mayor que la retroalimentación que involucra a las plantas terrestres y suelos están las inmensas y complejas interacciones océano-atmósfera. Sin la influencia del hombre, los flujos de carbono entre la atmósfera, plantas y océanos estarían aproximadamente balanceados. La quema de combustibles fósiles aporta alrededor de 5 000 000 000 toneladas por año (5 Gt/Año) de carbono a la atmósfera. (una tonelada = 1000 Kg). Casi la mitad de estas 5Gt por año permanece en la atmósfera elevando los niveles de CO_2 . El resto es absorbido por las plantas y los océanos pero existe incertidumbre en cuanto va a cada parte. La deforestación añade 4 Gt por año de carbón a la atmósfera. Así de las 5 a 9 Gt por año añadidas a la atmósfera por los humanos, 2.5 permanecen en la atmósfera y de 2.5 a 6.5 Gt son absorbidas por las plantas y los océanos.

Los océanos contienen 55 veces más carbono que la atmósfera y 20 veces más que las plantas terrestres. Así que los cambios pequeños en la capacidad del océano para guardar carbono pueden tener un gran efecto en las concentraciones atmosféricas. En muchas áreas el CO_2 atmosférico interactúa solo con los 100 m de la superficie del agua del océano y se mueve hacia abajo lentamente debido a los gradientes de temperatura que separan la superficie de las aguas más profundas. Sin embargo, la única forma efectiva para los océanos de amortiguar el incremento de CO_2 atmosférico es bombear el carbono en las profundidades



del océano, ya sea como CO_2 gaseoso disuelto o como partículas de carbonato que se depositan en los sedimentos del suelo marino. El CO_2 puede ser atraído a las profundidades en pocas ubicaciones, como en el Atlántico Norte, donde las aguas frías de la superficie se mueven al fondo. Se ha ponderado que el calentamiento global causará que las corrientes oceánicas serán más lentas y se reducirá la habilidad del océano para capturar CO_2 exacerbando con esto el calentamiento.

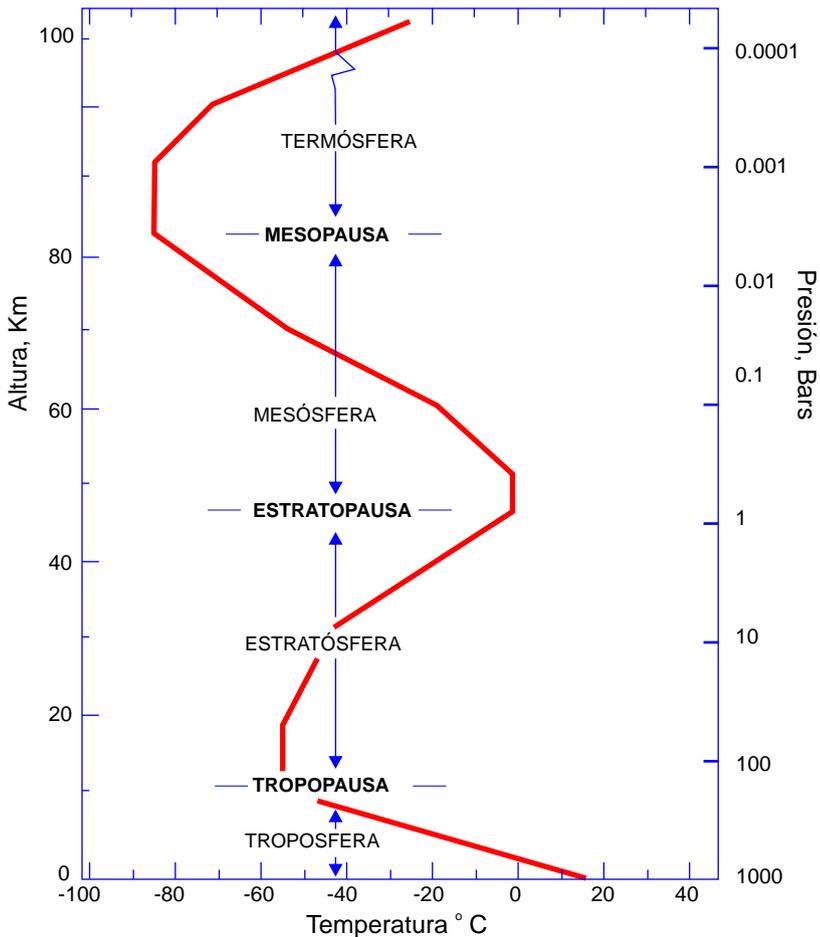


3. Las capas de la atmósfera.

En términos generales, la atmósfera se divide en regiones inferiores y superiores. La atmósfera inferior es generalmente considerada que se extiende hasta la estratósfera a una altitud de 50 Km. El estudio de la atmósfera inferior es llamado meteorología, el estudio de la atmósfera superior se llama aeronomía.

La atmósfera de la Tierra se caracteriza por variaciones de temperatura y presión con la altura. De hecho, la variación del perfil de la temperatura promedio con la altitud es la base para distinguir las capas de la atmósfera. Las regiones son las siguientes:

- *Tropósfera*. Es la capa más baja de la atmósfera, extendiéndose de la superficie de la Tierra hasta la tropopausa, que está entre los 10 a 15 Km de altitud dependiendo de la latitud y fecha del año; se caracteriza por decremento de la temperatura con la altura y mezclado vertical rápido.
- *Estratósfera*. Se extiende de la tropopausa a la estratopausa (Aprox. 45 a 55 Km. de altitud); la temperatura se incrementa con la altitud, llegando a una capa con mezclado vertical lento.

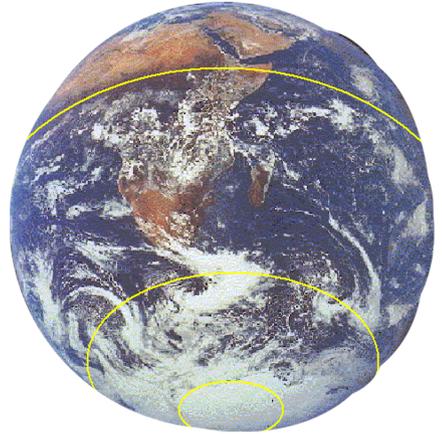


Capas de la atmósfera

- *Mesósfera.* Se extiende de la estratopausa a la mesopausa (Aprox. 80 a 90 Km de altitud); la temperatura baja con la altitud a la mesopausa, que es el punto más frío en la atmósfera; mezclado vertical rápido.
- *Termósfera.* Es la región por encima de la mesopausa; caracterizada por altas temperaturas como resultado de la absorción de radiación de onda corta por N_2 y O_2 ; el mezclado vertical es rápido. La ionósfera es una región de la mesósfera superior y de la termósfera inferior donde se producen iones por foto ionización.

- *Exósfera.* Es la última región de la atmósfera (>500 Km de altitud) donde las moléculas gaseosas con suficiente energía pueden escapar del campo gravitacional de la Tierra.

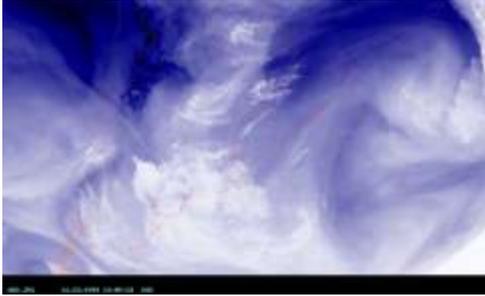
Sobre el ecuador la altura promedio de la tropósfera es de alrededor de 18 Km; sobre los polos 8 Km. La tropopausa tiene su máxima altura sobre los trópicos, inclinándose hacia abajo moviéndose hacia los polos. El término acuñado por el meteorólogo británico, Sir Napier Shaw, proviene del griego tropos, que significa girar, la tropósfera es la región de incesantes turbulencias y mezclas. Esta contiene casi todo el vapor de agua. Sin embargo aunque representa solo una pequeña fracción de la altura total de la atmósfera, contiene alrededor del 80% de su masa total. En la tropósfera la temperatura decrece casi linealmente con la altura.]La razón de este progresivo decaimiento es el alejamiento de la tierra que se ha calentado con la luz del sol.



La tropósfera puede ser dividida en la capa límite del planete, que se extiende de la superficie terrestre hasta 1 Km, y la tropósfera libre, que va más allá de 1 Km hasta la tropopausa.

A medida que el aire se mueve verticalmente, su temperatura cambia en respuesta a la presión local. Para aire seco, esta velocidad de cambio es sustancial, cerca de 1°C por cada 100 m. Una masa de aire que es transportada de la superficie a 1 Km. puede decrementar su temperatura de 5 a 10°C dependiendo de su contenido de agua. Debido a la fuerte dependencia entre la presión de vapor saturado y la temperatura, esta baja de temperatura de una masa ascendente de aire puede estar acompañada por un incremento sustancial en humedad relativa. Como resultado este movimiento puede causar que el

aire alcance la saturación o supersaturación y el resultado es la formación de nubes.



Una masa de aire no puede contener una cantidad ilimitada de vapor de agua. Hay un límite a partir del cual el exceso de vapor se licúa en gotitas. Este límite depende de la temperatura ya que el aire caliente es capaz de contener mayor cantidad de vapor de agua que el aire frío. Así, por

ejemplo, 1 m^3 de aire a 0°C puede llegar a contener como máximo 4,85 gramos de vapor de agua, mientras que 1 m^3 de aire a 25°C puede contener 23,05 gramos de vapor de agua. Si en 1 m^3 de aire a 0°C intentamos introducir más de 4,85 gramos de vapor de agua, por ejemplo 5 gramos, sólo 4,85 permanecerán como vapor y los 0,15 gramos restantes se convertirán en agua. Con estas ideas se pueden entender los siguientes conceptos muy usados en las ciencias atmosféricas:

Humedad de saturación.- Es la cantidad máxima de vapor de agua que puede contener un metro cúbico de aire en unas condiciones determinadas de presión y temperatura.

Humedad absoluta.- Es la cantidad de vapor de agua por metro cúbico que contiene el aire que estemos analizando.

Humedad relativa.- Es la relación entre la cantidad de vapor de agua contenido realmente en el aire estudiado (humedad absoluta) y el que podría llegar a contener si estuviera saturado (humedad de saturación). Se expresa en un porcentaje. Así, por ejemplo, una humedad relativa normal junto al mar puede ser del 90% lo que significa que el aire contiene el 90% del vapor de agua que puede admitir, mientras un valor normal en una zona seca puede ser de 30%.

El vapor que se encuentra en la atmósfera procede de la evaporación del agua de los océanos, de los ríos y lagos y de los suelos húmedos. Que se evapore más o menos depende de la

temperatura y del nivel de saturación del aire, pues un aire cuya humedad relativa es baja puede admitir mucho vapor de agua procedente de la evaporación, mientras que un aire próximo a la saturación ya no admitirá vapor de agua por muy elevada que sea la temperatura.

El concepto de **evapotranspiración** es especialmente interesante en ecología pues se refiere al conjunto del vapor de agua enviado a la atmósfera en una superficie, y es la suma del que se evapora directamente desde el suelo y el que las plantas y otros seres vivos emiten a la atmósfera en su transpiración.

Los movimientos verticales en la atmósfera resultan de:

1. convección debido al calentamiento por el sol de la superficie terrestre.
2. convergencia o divergencia de flujos horizontales
3. flujo horizontal sobre relieves topográficos en la superficie de la Tierra y
4. flotabilidad causada por la liberación de calor latente a medida que el agua se condensa.

La estratósfera, que se extiende desde los 11 Km hasta los 50 Km, fué descubierta en los inicios del siglo XX por el metereólogo francés León Philippe Teisserene de Bort. El envió aparatos de medición de temperatura en globos y encontró que , al



contrario de lo que se pensaba, la temperatura en la atmósfera no bajaba constantemente hasta el cero absoluto ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$), sino que dejaba de bajar y se mantenía desde los 11 Km. EL llamó esta región estratósfera del latín stratum que significa capa. Aunque una región de temperatura constante existe de los 11 a los 20 Km. a altitudes medias, la temperatura se incrementa de los 20 a los 50

Km. alcanzando -2°C en la estratopausa, una temperatura no tan baja comparada con los 15°C promedio de la superficie terrestre. La estructura térmica vertical de la estratósfera es un resultado de la presencia de ozono. La absorción de radiación ultravioleta por el ozono provoca que la temperatura en la estratósfera sea más alta de lo que se esperaba.

4.- Composición de la Atmósfera.

La atmósfera está compuesta primariamente de nitrógeno, oxígeno y varios gases nobles, sus concentraciones han permanecido marcadamente fijas a través del tiempo. También se encuentra presente un número de gases traza en cantidades relativamente pequeñas y en ocasiones altamente variables en concentración.



A pesar de su aparente naturaleza sin cambios, la atmósfera es en realidad un sistema dinámico, con sus constituyentes gaseosos **c o n t i n u a m e n t e** intercambiados con la vegetación, el océano, y los organismos biológicos. Los llamados ciclos de los gases atmosféricos involucran un gran número de procesos

químicos y físicos. Los gases son producidos por procesos químicos dentro de la propia atmósfera, por actividad biológica, por erupciones volcánicas, descomposición radioactiva, y actividades industriales del hombre. Los gases son removidos de la atmósfera por reacciones químicas en la atmósfera, actividad biológica, procesos físicos en la atmósfera (como formación de partículas), y por deposición y absorción por los océanos y la Tierra. El tiempo de vida promedio de una molécula de gas introducida a la atmósfera puede ir de unos segundos hasta millones de años, dependiendo de la efectividad del proceso de remoción. La mayoría de las especies consideradas contaminantes del aire (en una región en la cual sus

concentraciones exceden sustancialmente los niveles de fondo normales) son de origen tanto natural como hechos por el hombre. Por lo tanto, para valorar el efecto de las emisiones provocadas por el hombre es preciso considerar a la atmósfera como un todo, es esencial comprender los ciclos atmosféricos de los gases traza, incluyendo sus fuentes naturales y antropogénicas así como los mecanismos de remoción predominantes.



Los procesos que regulan la abundancia de los gases en equilibrio varía para los diferentes gases. La composición de vapor de agua en la atmósfera es controlada por la variación de la presión de vapor del agua con la temperatura. El ozono se determina por procesos químicos en la atmósfera superior y en la inferior. El metano, óxido de nitrógeno, y monóxido de carbono se controlan por reacciones químicas de la atmósfera así como procesos biológicos.

Una vez en el aire, una sustancia puede ser químicamente alterada en una de dos maneras. Primera, la luz del sol contiene suficiente energía para romper la molécula, una reacción llamada fotoquímica. La otra, menos frecuente, es cuando dos moléculas interactúan y se lleva a cabo una reacción química para producir dos especies. Las transformaciones químicas de la atmósfera pueden ocurrir homogénea y heterogéneamente. Las homogéneas ocurren solo en una fase, las heterogéneas involucran más de una fase, por ejemplo un gas interactuando con un líquido o una superficie sólida.

5. La Energía.

La energía es una magnitud física abstracta, ligada al estado dinámico de un sistema cerrado y que permanece invariable con el tiempo. También se puede definir la energía de sistemas abiertos, es decir, partes no aisladas entre sí de un

sistema cerrado mayor. Un enunciado clásico de la física newtoniana afirmaba que la energía ni se crea ni se destruye, sólo se transforma.



La energía no es un ente físico real, ni una "sustancia intangible" sino sólo un número escalar que se le asigna al estado del sistema físico, es decir, la energía es una herramienta o abstracción matemática de una propiedad de los sistemas físicos. Por ejemplo se puede decir que un sistema con energía cinética nula está en reposo. En resumen, la energía es la capacidad de los cuerpos para producir cambios en su alrededor.

En tecnología y economía, una fuente de energía es un recurso natural, así como la tecnología asociada para explotarla y hacer un uso industrial y económico del mismo. La energía en sí misma nunca es un bien para el consumo final sino un bien intermedio para satisfacer otras necesidades en la producción de bienes y servicios.

Formas de generación de energía eléctrica:

- Fuentes de energía renovables:

- Energía eólica
- Energía geotérmica
- Energía hidráulica
- Energía mareomotriz
- Energía solar
- Biomasa
- Gradiente térmico oceánico
- Energía azul

- Fuentes de energía no renovable:

- Energía nuclear

- Carbón
- Gas natural
- Petróleo

Explotación de la energía

La explotación de la energía abarca una serie de procesos, que varían según la fuente empleada:

- Extracción de la materia prima (Uranio, Carbón, Petróleo...)
- Procesamiento de la materia prima (enriquecimiento de uranio, refinación del petróleo...)
- Transporte, almacenamiento y distribución de la materia prima, hasta el punto de utilización.
- Transformación de la energía (por combustión, fisión...)

Para la electricidad, además:

- Generación de electricidad, por lo general mediante turbinas
- Almacenamiento y/o distribución de la energía
- Consumo

Por último

- Gestión de los residuos

6. Generación de Energía Eléctrica en México

La generación de energía eléctrica en la Comisión Federal de Electricidad se realiza en centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, eólicas y nuclear.

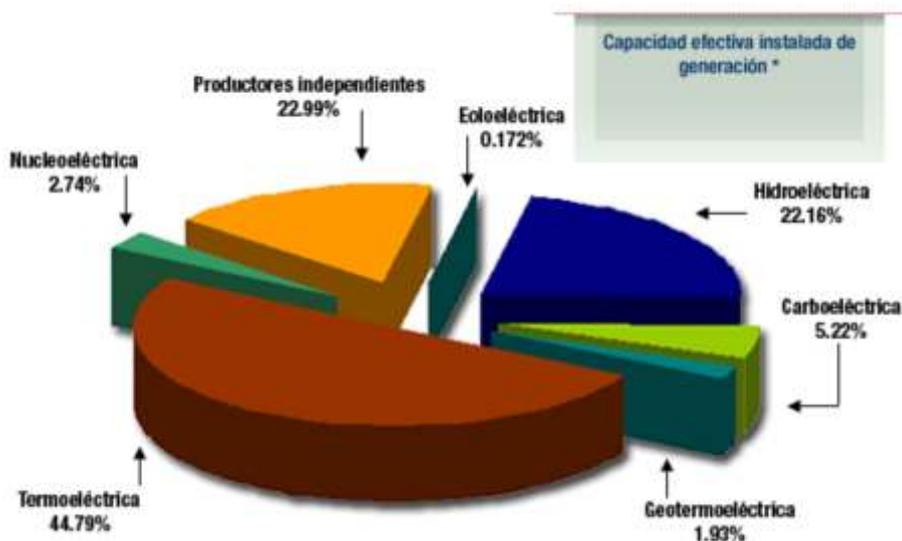
Al cierre del mes de junio



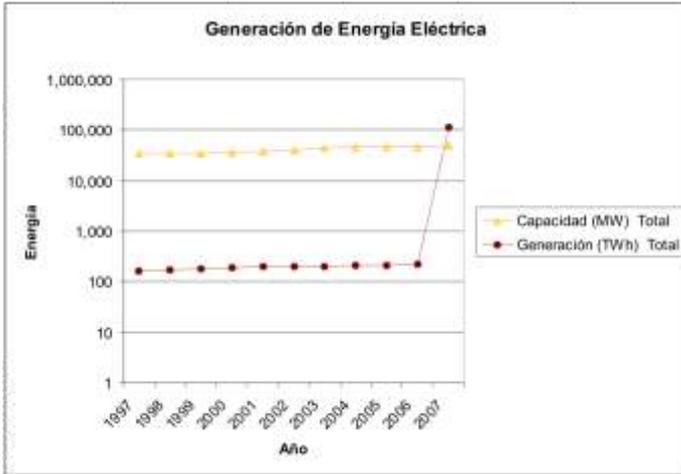
de 2007, la CFE contó con una capacidad efectiva instalada para generar energía eléctrica de 49,834.29 Megawatts (MW), de los cuales: 11,456.90 MW son de productores independientes (termoeléctricas); 11,044.98 MW son de hidroeléctricas; 22,322.56 MW corresponden a las termoeléctricas de CFE; 2,600.00 MW a carboeléctricas; 959.50 MW a geotermoeléctricas; 1,364.88 MW a la nucleoelectrica, y 85.48 MW a la eoloeléctrica.

Tipo	Capacidad en MW	Generación GWh
Vapor	12,693.30	26,601
Dual	2,100.00	7,148
Carboeléctrica	2,600.00	9,258
Ciclo Combinado (CFE)	5,203.34	13,942
Ciclo Combinado (*productores independientes de energía)	11,456.90	32,929
Geotermoeléctrica	959.5	3,613
Turbogás	2,103.33	445
Combustión interna	222.59	492
Nucleoelectrica	1,364.88	5,150
Total	38,703.84	99,578

Capacidad efectiva instalada de generación (Fuente CFE)



Para cumplir el objetivo de CFE de cubrir las necesidades de energía eléctrica de la población, de la industria, la agricultura, el comercio y los servicios en México, la generación de electricidad ha ido en aumento, como se aprecia en la siguiente gráfica:



Generación Termoeléctrica.

En el proceso termoeléctrico existe una clasificación de tipos de generación, según la tecnología utilizada para hacer girar los generadores eléctricos, denominándoseles como sigue:

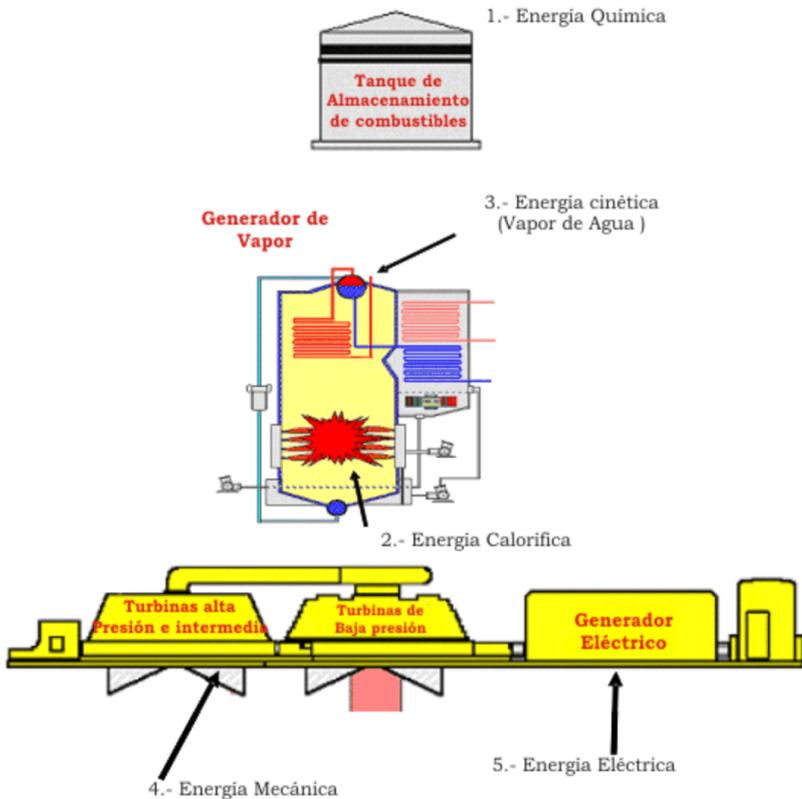
- Vapor.- Con vapor de agua se produce el movimiento de una turbina acoplada al generador eléctrico.
- Turbogás.- Con los gases de combustión se produce el movimiento de una turbina acoplada al generador eléctrico.
- Combustión Interna.- Con un motor de combustión interna se produce el movimiento del generador eléctrico.
- Ciclo Combinado.- Combinación de las tecnologías de turbogás y vapor. Constan de una o más turbogás y una de vapor, cada turbina acoplada a su respectivo generador eléctrico.

Otra clasificación de las centrales termoeléctricas corresponde al combustible primario para la producción de vapor, según:

- Vapor (combustóleo, gas natural y diesel)
- Carboeléctrica (carbón)
- Dual (combustóleo y carbón)
- Geotermoeléctrica (vapor extraído del subsuelo)
- Nucleoeléctrica (uranio enriquecido)

* Centrales de ciclo combinado: Mérida III, Río Bravo II (Anáhuac), Hermosillo, Saltillo, Bajío (El Sauz), Tuxpan II, Monterrey III, Altamira, Tuxpan III y IV, Campeche, Mexicali, Chihuahua III, Naco-Nogales, Altamira III y IV, Río Bravo III, La Laguna II, Río Bravo IV, Valladolid III, Tuxpan V, Altamira V y Tamazunchale.

Descripción del proceso de las centrales termoeléctricas tipo vapor

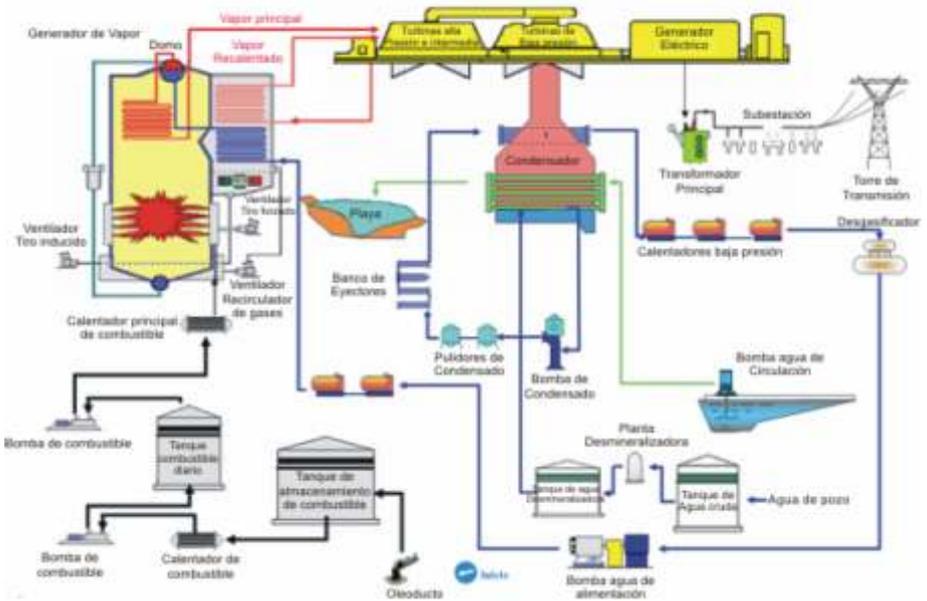


Una central termoeléctrica de tipo vapor es una instalación industrial en la que la energía química del combustible se transforma en energía calorífica para producir vapor, este se conduce a la turbina donde su energía cinética se convierte en energía mecánica, la que se transmite al generador, para producir energía eléctrica.

Centrales termoeléctrica tipo vapor

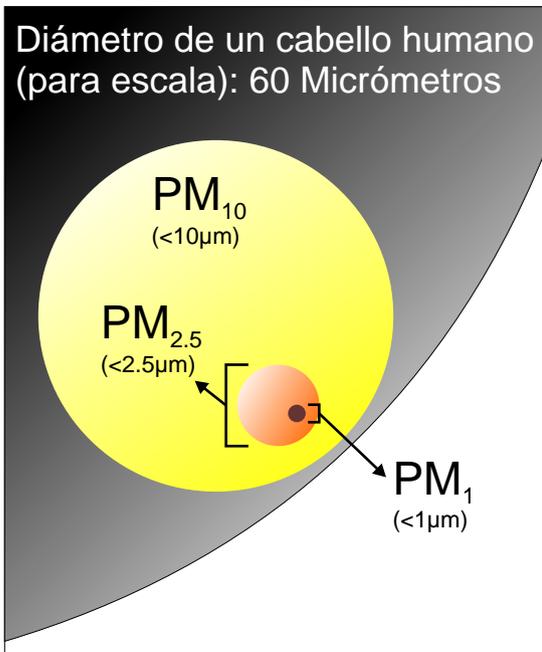
Estas centrales utilizan el poder calorífico de combustibles derivados del petróleo (combustóleo, diesel y gas natural), para calentar agua y producir vapor con temperaturas del orden de los 520°C y presiones entre 120 y 170 kg/cm², para impulsar las turbinas que giran a 3600 r.p.m.

Esquema de una central termoeléctrica tipo vapor



En la termoléctrica de Salamanca en promedio, el 64% de la energía generada proviene de la quema de

combustóleo. Además de generar dióxido de azufre, monóxido y dióxido de carbono, también emite en gran cantidad partículas suspendidas.



Las partículas suspendidas son una mezcla compleja de materiales sólidos y líquidos, que pueden variar significativamente en tamaño, forma y composición, dependiendo fundamentalmente de su origen. Su tamaño varía desde 0.005 hasta 100 micras (μm) de diámetro aerodinámico, esto es, desde unos cuantos átomos hasta el grosor de un cabello humano. Las partículas suspendidas se clasifican según su

tamaño en las siguientes fracciones: partículas suspendidas totales (PST), que tienen un diámetro aerodinámico menor a 100 μm y mayor de 10 μm ; las partículas “inhalables” (PM10), fracción con un diámetro aerodinámico menor a 10 μm y mayor de 2.5; las partículas “respirables” o “finas”, con diámetro aerodinámico menor a 2.5 μm y mayor de 1 (PM2.5); y, por último, las partículas “ultrafinas”, con diámetro menor a 1 μm y hasta 0.1 (PM1). Cabe mencionar que con base en su origen también se clasifican en primarias y secundarias; así, las partículas primarias se encuentran en la atmósfera tal como fueron emitidas por la fuente y, aquellas que se forman como producto de procesos y reacciones químicas entre SO_2 , NO_x y otras moléculas reactivas, son las partículas secundarias.

Las fuentes de emisión de las partículas al ambiente pueden ser naturales –como tormentas de arena, actividad

volcánica, incendios forestales, erosión de suelos, etcétera– o antropogénicas –como procesos metalúrgicos a altas temperaturas, procesos de molienda o procesos de combustión. En general, la emisión de partículas por la quema de combustibles pesados en la producción de energía eléctrica depende de qué tan completa sea la combustión y del contenido de ceniza en el combustible. En el caso del combustóleo, el contenido de azufre es determinante para la emisión de partículas; el alto contenido de azufre se relaciona con mayor viscosidad y contenido de cenizas, lo que dificulta la atomización del combustible, provocando una combustión incompleta.

Existen otros contaminantes emitidos durante la generación de energía eléctrica que también son relevantes por sus impactos en el ambiente y en la salud de la población, como los compuestos orgánicos volátiles (COV), el CO y el bióxido de carbono (CO₂), entre otros. Los COV incluyen principalmente hidrocarburos, como benceno, formaldehído, clorofluorocarbonos (CFC), metano, etc. El metano es además uno de los llamados “gases de efecto invernadero” como ya se mencionó con anterioridad. Con excepción de este último, las principales fuentes de COV son la industria, los vehículos automotores y el uso de refrigerantes y de solventes. Algunos COV, como los compuestos aromáticos y el formaldehído, se consideran contaminantes tóxicos por sus efectos en la salud; otros son altamente reactivos con otras sustancias y producen contaminantes secundarios, como el ozono. El CO es un gas inodoro e incoloro que se produce principalmente por la combustión incompleta de combustibles fósiles durante el transporte, en la industria o en los hogares. En áreas urbanas, la emisión de CO es comúnmente un orden de magnitud mayor que las emisiones de los demás contaminantes. La generación de electricidad también produce gases de efecto invernadero, como el CO₂. Si bien este contaminante no representa un riesgo para la salud, como sucede con otros contaminantes, en las últimas décadas se han observado sus efectos en el incremento de la temperatura global, que ha ocasionado un desequilibrio en los procesos naturales de la Tierra, con efectos potenciales tales como inundaciones, sequías y desastres naturales.

En el mapa anterior se presentan los municipios en donde se realizó el estudio de Inventario de Emisiones 2004. De modo que sea consistente, se tomaron únicamente estos municipios para comparar sus consumos de energía eléctrica.

A continuación se presenta la matriz con los datos mencionados.

MATRIZ DE EMISIONES CONTRA CONSUMOS ELÉCTRICOS

Municipio	%PM ₁₀	PM ₁₀ (Ton/año)	%SO ₂	SO ₂ (Ton/año)	%CO	CO ₂ (Ton/año)	%NO _x	NO _x (Ton/año)	%HCT	HCT ₂ (Ton/año)	Consumo Eléctrico MWh
Pueblo Nuevo	0.57	185.70	0.00	-	0.20	671.93	0.21	95.15	0.17	191.03	9.323
San José Iturbide	0.94	306.24	0.12	89.64	1.48	4,972.29	1.44	652.44	5.25	5,899.35	63.880
Villagrán	1.25	407.23	0.28	209.16	1.31	4,401.15	1.18	534.64	1.03	1,157.40	182.220
Purísima del Rincón	1.38	449.58	0.02	14.94	1.94	6,517.73	1.03	466.68	1.24	1,393.37	25.906
Cortazar	2.62	853.56	0.06	44.82	1.48	4,972.29	1.35	611.67	1.61	1,809.13	93.886
San Francisco del Rincón	2.71	882.88	0.10	74.70	3.68	12,363.53	2.90	1,313.95	2.65	2,977.76	200.831
Silao	3.15	1,026.22	0.09	67.23	3.63	12,196.55	2.89	1,309.42	4.99	5,607.19	353.604
Celaya	3.18	1,036.00	0.53	395.92	12.24	41,122.19	10.29	4,662.26	10.21	11,472.82	11,638
Juventino Rosas	5.90	1,922.13	0.13	97.11	1.47	4,938.69	2.15	974.14	3.56	4,000.32	32,188
Apaseo el Grande	5.94	1,935.16	1.55	1,157.87	2.11	7,088.87	1.90	860.86	1.12	1,258.53	105.094
Itapuate	7.34	2,391.26	1.47	1,098.11	13.76	46,228.87	10.33	4,880.38	11.52	12,944.85	694.818
Comonfort	7.60	2,475.96	0.09	67.23	1.41	4,737.11	1.37	620.73	4.81	5,404.92	30,719
León	7.89	2,570.44	1.17	874.00	36.12	121,350.77	30.78	13,946.00	37.92	42,610.13	1,780,380
Apaseo el Alto	9.66	3,147.08	0.14	104.58	2.77	9,306.25	1.53	693.22	2.44	2,741.79	27,495
Valle de Santiago	13.62	4,437.19	0.03	22.41	5.78	19,418.81	3.60	1,631.11	3.03	3,404.77	113,556
Salamanca	26.25	8,551.85	94.22	70,383.33	10.62	35,679.55	27.05	12,255.98	8.45	9,495.14	826,264
TOTALES	100.00	32,578.46	100.00	74,701.05	100.00	335,965.60	100.00	45,308.63	100.00	112,368.49	4,551,802

Total de Emisiones: 600, 922.23 Ton/Año

Resultados

Encontramos interesantes datos de la matriz anterior:

- El municipio que tienen mayor consumo de energía eléctrica es León, también encabeza la lista en la generación de hidrocarburos totales con el 37.92%, óxidos de nitrógeno con 30.78% y monóxido de carbono con 36.12%. Esto es debido a su numeroso parque vehicular.
- En segundo lugar se encuentra el municipio de Salamanca, en lo respectivo a consumo eléctrico, mientras que ocupa los primeros lugares en cuanto a emisiones de partículas menores a 10 micras (PM10) con 26.25% y a dióxido de azufre(SO₂) con 94.22%. Lo anterior se refiere al hecho de que en la Cd. de Salamanca se ubica la termoeléctrica que utiliza en sus procesos combustóleo como combustible el cual contiene 3.74% de azufre en promedio y genera altas cantidades de partículas. La actividad en construcciones, vías de comunicación no pavimentadas y quemas agrícolas contribuye de igual manera a la generación de PM10.
- En el municipio de Valle de Santiago encontramos una alta producción de PM10 ocupando el segundo lugar, esto es debido a la gran actividad de bancos de material pétreo en la zona y la falta de pavimentación, aunque las quemas agrícolas también lo provocan en esa área.

Es importante destacar que el ahorro de energía eléctrica nos conlleva a una disminución en las emisiones de dióxido de azufre, monóxido y dióxidos de carbono, así como de partículas menores a diez micras.

En cálculos realizados en la PROPAEG usando datos estadísticos de la Gerencia Regional de Producción Central de la Central Termoeléctrica Salamanca, se obtuvo que:

* Por cada litro de combustóleo quemado se emiten 74.88 grs de dióxido de azufre.

* Cada hora se emite 1.9 Ton de dióxido de azufre.

* Por cada kilowatt-Hora generado se emiten, en promedio, 20.68 grs. de dióxido de azufre.



Estos datos son consistentes utilizando los factores de emisión de la E.P.A. para combustóleo. Es de esperar que los valores no son idénticos debido a diferentes razones como lo son: la diferente composición química del *residual fuel oil no. 6*, las diferentes condiciones de operación, etc.

Aún así es muy coincidente que utilizando balance de materia obtenemos una emisión de 74.88 grs de dióxido de azufre por litro de combustóleo y por medio del factor de emisión 70.35 para un contenido de azufre de 3.74% en promedio.

Los factores de emisión para el combustóleo, obtenidos de aquellos usados por la E.P.A., son los siguientes, expresados en Kg/10³ L de combustóleo:

SO₂: 18.84S

SO₃: 0.684S

CO: 0.6

NO_x: 5.64

Metano: 0.0336

Compuestos Orgánicos

Totales diferentes de Metano: 0.0912

Los únicos que dependen de la cantidad de azufre contenida en el combustible son el dióxido y el trióxido de azufre. Teniendo en cuenta que el contenido promedio de azufre en el combustóleo usado en la termoeléctrica de Salamanca es de 3.74%, obtenemos lo siguiente.

SO₂: 18.84(3.74) = 70.4616

SO ₃ :	0.684(3.74) =	2.5581
CO:		0.6000
NO _x :		2.6400
Metano:		0.0336
COT(no metano):		0.0912

Todos los resultados anteriores son en gr emisión por litro de combustóleo.

Teniendo en cuenta que en la termoeléctrica de Salamanca, en una sola unidad de producción, se consumen 17,597,716.00 litros de combustóleo en un mes; se emiten: 1,239,963,225.70 g de SO₂ lo que da 1,239.96 Toneladas de SO₂ al mes emitidas en la unidad que consume más combustóleo de las 4 unidades de la termoeléctrica.

Para una mejor perspectiva de los factores de emisión explicaremos su origen y uso.

Los factores de e inventarios de emisiones han sido herramientas fundamentales para monitorear la calidad del aire. La estimación de emisiones es importante para el desarrollo de estrategias de control de emisiones, aplicabilidad de programas de control, aseguramiento de los efectos de las fuentes y estrategias de mitigación apropiadas, y varias aplicaciones relacionadas por diversos usuarios como son gobierno, agencias locales, consultores e industria. Los datos de fuentes específicas por medio de caracterizaciones o monitoreo continuo son preferidas usualmente para la estimación de las emisiones pues estos datos nos dan la mejor representación de las emisiones examinadas. Sin embargo los análisis de fuentes individuales no siempre están disponibles y, aún así, pueden no reflejar la variabilidad de las emisiones actuales a través del tiempo. Por lo anterior, los factores de emisión son frecuentemente el mejor método disponible para estimar emisiones, a pesar de sus limitantes.

Estos factores han sido desarrollados por diversos departamentos especializados en los Estados Unidos para

utilizarlos en las muy diversas actividades que existen. La serie AP-42 es el principal medio por el que el Grupo de Factores de Emisión e Inventario (EFIG, Emission Factor And Inventory Group) puede documentar sus factores de emisión.

¿Que es un factor de emisión AP-42?

Es un valor representativo que intenta relacionar la cantidad de un contaminante liberado en la atmósfera con una actividad asociada con la emisión de dicho contaminante. Estos factores están expresados usualmente como peso del contaminante por unidad de peso, volumen, distancia o duración de la actividad que emite al contaminante (por ejemplo kg de partículas emitidas por mega gramo de carbón quemado). Estos factores facilitan la estimación de emisiones para varias fuentes de contaminación atmosférica. En la mayoría de los casos, estos factores son simples promedios de todos los datos disponibles de calidad aceptable, y generalmente se asume que son representativos de promedios de larga duración para todas las instalaciones en la categoría de la fuente.

La ecuación general para la estimación de las emisiones es:

$$E = A \times EF \times (1 - ER/100)$$

Donde:

E = Emisiones

A = Índice de actividad

EF = Factor de emisión

ER = Eficiencia en la reducción de la emisión global (%)

ER se define más adelante como el producto de la eficiencia de remoción y la eficiencia de captura del sistema de control.

Los factores de emisión AP-42 nos proveen de indicadores robustez muy apropiados con los cuales podemos estimar las emisiones promedio de una fuente. Usualmente los datos son insuficientes para indicar la influencia de varios parámetros del proceso tales como la temperatura y concentraciones del reactante. Para pocos caso, sin embargo, la estimación de

emisiones tales como son las del petróleo en tanques de almacenamiento, se tienen fórmulas empíricas (o modelos de emisión) que relacionan las emisiones con variables como el diámetro del tanque, temperatura del líquido y velocidad del viento. Las fórmulas de factor de emisión que contabilizan la influencia de éstas variables tienden a conducirnos a estimaciones más realistas que con los factores que no consideran estos parámetros.

La exactitud y detalle de la información de emisiones en AP-42 está determinada por la información disponible de referencias publicadas. Las emisiones de algunos procesos están mejor documentadas que otras. Por ejemplo, pueden ser listados varios factores de emisión para la producción de una sustancia: un factor por cada uno de los pasos en el proceso de producción como neutralización, secado, destilación y otras operaciones. Sin embargo, debido a la falta de información extensiva, solo un factor de emisión puede ser dado para liberación de instalaciones de producción para otras sustancia, aunque se produzcan emisiones durante varios pasos intermedios. Puede haber más de un factor de emisión para al producción de cierta sustancia porque existen diferentes procesos de producción ó porque diferentes dispositivos de control pueden ser usados. Por lo anterior, es necesario buscar más de un factor de emisión para una aplicación particular y observar detalles en el texto y los pies de página.

Ejemplos de aplicación de factores de emisión.

Calcularemos las emisiones de monóxido de carbono de la combustión de petróleo destilado. Considere un boiler industrial que quema 90, 000 litros de petróleo destilado por día. En la sección 1.3 de AP-42, el factor de emisión para boilers industriales es 0.6 Kg de monóxido por 1000 litros de petróleo quemado.

Entonces las emisiones de monóxido de carbono son:
Factor de emisión del CO x cantidad de petróleo quemado
al día.

$$\begin{aligned} &= 0.6 \times 90 \\ &= 54 \text{ kg/día.} \end{aligned}$$

Un caso más complejo: supongamos que una planta de ácido sulfúrico produce 200 Mg de ácido sulfúrico al 100% por día convirtiendo dióxido de azufre en trióxido de azufre al 97.5% de eficiencia. Los factores de emisión se listan de acuerdo a la eficiencia de conversión de dióxido de azufre a trióxido de azufre en números enteros. El lector es dirigido por pié de página a una formula de interpolación que se debe utilizar para obtener el factor para la eficiencia de 97.5%.

$$\begin{aligned}\text{El factor de emisión para kg SO}_2/\text{Mg H}_2\text{SO}_4 \text{ al } 100\% \\ &= 682 - ((6.82)(\% \text{ de conversión SO}_2 \text{ a SO}_3)) \\ &= 682 - ((6.82)(97.5)) \\ &= 682 - 665 \\ &= 17 \text{ kg}\end{aligned}$$

En la producción de 200 Mg de ácido sulfúrico al 100% por día, las emisiones de SO₂ se calculan:

$$\begin{aligned}\text{Emisiones de SO}_2 &= 17 \text{ kg SO}_2/\text{Mg de ácido sulfúrico al } 100\% \times \\ &200 \text{ Mg} \\ &= 3400 \text{ kg/día}\end{aligned}$$

Valoración de factores de emisión.

Cada factor de emisión se da con una valoración de la A a la E, siendo la A la mejor. Una valoración de un factor es un indicador general de confiabilidad. Esta valoración se asigna basándose en la confiabilidad estimada de los ensayos usados para desarrollar el factor y en la cantidad y las características representativas de esos datos. En general, los factores basados en muchas observaciones, o en procedimientos más aceptados, tienen las valoraciones más altas. Y al contrario, los factores basados en una única observación de calidad dudosa o alguno extrapolado de otros factores de procesos similares, probablemente serán valorados muy abajo. Como las valoraciones son subjetivas y solo se consideran indirectamente para la dispersión de los datos usados para calcular el factor, sólo deben tomarse como aproximaciones. Las valoraciones de los factores no implican límites de error estadístico ó intervalos de confianza de cada factor.

Debido a que los factores de emisión pueden basarse en ensayos en la fuente, modelaje, balance de masa u otra observación, las valoraciones pueden variar grandemente. Algunos factores han sido tratados más estrictamente que otros.

La calidad de los datos experimentales se valora de la A a la D según como se indica:

A = Los experimentos se llevaron a cabo por medio de una metodología muy bien detallada y se reportan con suficiente detalle para validación adecuada.

B = Los experimentos se llevaron a cabo por medio de una metodología detallada pero carecen de suficiente detalle para validación adecuada.

C = Se basan en una metodología no probada y carecen de cantidad significativa o información de soporte.

D = Se basan en métodos generalmente no aceptados, pero el método puede proveer un valor de orden de magnitud a la fuente.

Una vez explicada la importancia de los factores de emisión y teniendo en cuenta los datos obtenidos por balance de materia, resulta más fácil detectar que si ahorramos energía eléctrica, además de ahorrarnos dinero, reducimos la cantidad de contaminantes emitidos por la generación de la misma.

Pero para tener un punto de comparación debemos saber calcular cuanto consumimos de energía eléctrica al bimestre (que es como la CFE realiza el cobro), este dato es posible consultarlo de nuestros recibos ó en todo caso lo podemos calcular con facilidad como se enuncia a continuación:

Se utilizará el ejemplo de un foco de 100 Watts que dura prendido por espacio de cuatro horas diarias.

Al día gasta $100 \times 4 = 400$ Watts-Hora

Por bimestre $400 \times 60 = 24\ 000$ Watts-Hora

Lo que nos da 24 KW-Hora

Podemos realizar este mismo cálculo para cada dispositivo eléctrico que tengamos en casa utilizando su consumo nominal, el cual debe de venir impreso en las especificaciones del mismo, y de esa manera obtendremos nuestro consumo total bimestral.

Usualmente en la región del Bajío los consumos de energía eléctrica en los hogares son altos debido, en gran parte, a la falta de utilización de focos fluorescentes, los cuales aprovechan mayormente la electricidad e iluminan de igual forma que los focos convencionales.



En promedio, un hogar dedica el 11% de su presupuesto de energía a la iluminación. La utilización de las nuevas tecnologías de iluminación puede reducir el uso de energía en su hogar entre un 50% y un 75%. Los avances logrados en los controles de apagado de iluminación ofrecen aún más ahorros de energía porque reducen el tiempo en el cual las

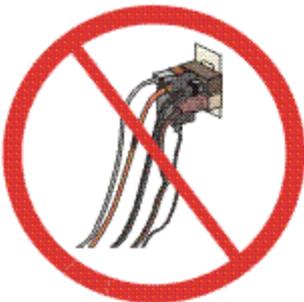
luces están encendidas mientras no están siendo utilizadas.

COMPARACIÓN DE CONSUMOS ELÉCTRICOS

Nombre / Potencia	Aparato	Consumo por hora	Equivale a tener encendidos el siguiente número de focos durante una hora
Foco 60 watts		60 watts/hora	
Videocasetera 75 watts		75 watts/hora	
TV Color 65 watts		65 watts/hora	
Licuadora 350 watts		350 watts/hora	
Secadora de pelo 400 watts		400 watts/hora	
Refrigerador 400 watts		400 watts/hora	
Lavadora 395 watts		395 watts/hora	
Cafetera 850 watts		850 watts/hora	

Otras acciones para ahorrar energía y dinero son las siguientes:

- Apague la computadora y el monitor cuando no estén en uso.
- Enchufe los artefactos electrónicos del hogar, como los televisores y los equipos de DVD, a tomacorrientes múltiples con interruptor; apague la toma eléctrica cuando los equipos no estén en uso (los televisores y equipos de DVD todavía consumen varios watts de energía cuando están en modo stand-by)
- Instale su refrigerador lejos de fuentes de calor (estufa, calentadores, etc). Evite que entre calor abriendo la puerta lo menos posible.
- Donde se vea la televisión es recomendable tener bajos niveles de iluminación, así evitará el reflejo en la pantalla y ahorrará energía.
- No lave su ropa en pequeñas proporciones, júntela y cargue su lavadora con el máximo permisible. Disminuya el número de sesiones de lavado semanal.
- Primero planche la ropa que requiera de menos a más calor. Planche la mayor cantidad posible de ropa en cada ocasión. No deje la plancha conectada innecesariamente. Procure planchar durante el día. Revise que el cable y la clavija estén en buenas condiciones.



- Compruebe que su instalación eléctrica no tenga fugas, para ello, desconecte todos los aparatos eléctricos incluyendo relojes y timbre, apague todas las luces, y verifique que el disco de su medidor no gire; si el disco está girando, haga revisar su instalación. Nunca utilice monedas, alambres o papeles de

- estaño en sustitución de los fusibles.

- Nunca conecte varios aparatos en un mismo contacto, ya que esto produce sobrecarga en la instalación y peligro de sobrecalentamiento; también provoca una operación deficiente, posibles interrupciones, cortos circuitos y daños a largo plazo.

- En caso de corto circuito, desconecte inmediatamente el aparato que lo causó y todos los demás aparatos eléctricos, ponga en apagado (off ó cero) todos los apagadores de las lámparas. Si la instalación de su casa tiene interruptor termomagnético o de pastilla, restablezca la corriente moviendo el interruptor a posición de apagado y, posteriormente, a la de encendido; si en vez de interruptor tiene una caja de fusibles, baje el interruptor general y cambie el fusible fundido. El aparato causante del corto circuito debe ser reparado por personal calificado antes de usarlo nuevamente.

- Conduzca de una forma sensata. Conducir en forma agresiva (ir a alta velocidad, acelerar rápido y frenar) desperdicia combustible.



- Dejar el motor en marcha le da 0 kilómetros por litro. La mejor forma de calentar el motor es conduciendo el vehículo. En los días de invierno no se necesita dejar el motor en marcha más de 30 segundos. Cualquier tiempo adicional lo único que hace es desperdiciar combustible y arrojar más emisiones al aire.

- Es posible informarnos en variadas fuentes el como producir energía limpia para diversos usos, por ejemplo: calentamiento de agua para usarla en el baño por medio de energía solar; uso del viento o del sol para producir energía eléctrica.

- Recordemos que el gas LP también genera gases de efecto invernadero, así como cualquier quema de combustibles derivados del petróleo.
- Apague, cuando no estén en uso, los aparatos que utilizan energía eléctrica. Un horno de microondas que se usa con una acumulación de una hora consume alrededor de 1.7 KWH y se emiten 1.36 Kg de dióxido de carbono a la atmósfera.
- No utilice su calentador para agua hasta el máximo, debemos tener en cuenta que nunca nos bañamos únicamente abriendo la llave del agua caliente (que así debe de ser), cuando mezclamos esa agua calentada de más con fría, estamos desperdiciando la energía que utilizamos para elevar su temperatura. La temperatura del agua con la que no debemos sentir frío al bañarnos es de alrededor de 37° C que es nuestra temperatura corporal, inclusive con 5° C menos nuestro cuerpo no percibe cambio apreciable.
- Al lavar ropa en la lavadora debemos llenarla hasta su máxima capacidad, con esto evitamos muchos ciclos de lavado a medias y ahorramos electricidad. Una lavadora gasta unos 0.93 Kw por hora.
- Cuando calentemos agua para café debemos sólo utilizar la cantidad que vamos a ocupar, si utilizamos de más esa agua queda en el recipiente, se enfría y si queremos prepararnos otro tenemos que calentar de nuevo, es un desperdicio de energía y representan emisiones de CO₂ a la atmósfera.
- Desconecte de la corriente su teléfono celular cuando en la pantalla indique que está a carga completa. El dejarlo conectado no cargará más la batería, solo consume la energía de la red eléctrica.
- Cuando se detecte una capa gruesa de hielo en su congelador, descongélelo. El hielo hace más difícil para el sistema de refrigeración enfriar pues es masa acumulada. Esto debe hacerse regularmente.

- Realice sus compras planeadas de mandado una vez a la semana, de esta manera no usa varias veces un transporte.
- La ropa, después de lavarla, séquela colgada para no utilizar secadores que usan electricidad.
- Si acostumbra hacer ejercicio vaya al lugar donde lo realiza caminando, corriendo o en bicicleta.
- Instale aislamiento térmico alrededor de su calentador de agua y en las tuberías que conducen agua caliente. Lo anterior lo puede hacer con unicel que es muy fácil de encontrar en todas partes. Además de ahorrar energía ahorrarás dinero pues gastarás menos gas LP.
- Recicle su “agua gris”, esta agua es la que obtiene del lavabo, de la regadera y del lavado de trastes (no olvide evitar orinar durante el baño). Existen sistemas muy sencillos para remover la parte jabonosa y utilizar esta agua para el retrete (WC).
- Limpie sus azoteas e instale tubos para que pueda capturar el agua de lluvia. Esta agua la puede beber usando previamente un sistema de desinfección, hoy en día encontramos en el mercado sistemas sencillos de instalar que incluyen filtro, tratamiento con carbón activado y luz ultravioleta, con ellos podemos beber esta agua. Lo anterior reduce el bombeo en las redes de agua potable y, por consecuencia, disminuye el consumo de electricidad. Además ayuda a su bolsillo y puede tener agua en alguna emergencia. El agua de lluvia es baja en sales que provocan cálculos renales.
- Mantenga los neumáticos inflados y alineados adecuadamente para lograr cerca de un 3,3% más de rendimiento de combustible.
- Evite conducir a altas velocidades. Puede mejorar el rendimiento de combustible de su vehículo por cerca de un 15% con simplemente conducir a 100kph en lugar de hacerlo a 120kph.

- Es mejor secar la ropa bajo la luz del sol, ahorra energía y además evita que se formen microorganismos que pueden causarte enfermedades en la piel debido a que tu ropa no recibe el sol para secarse, pues también ayuda a evitar ciertos microbios.
- Es posible utilizar sistemas fotovoltaicos, por medio de ellos se obtiene electricidad aprovechando la luz solar, aunque para nuestro país aún es prohibitivo el costo.
- Investigar en la INTERNET acerca de energías renovables, nos acerca a las innovaciones tecnológicas y despierta nuestra curiosidad para buscar más ideas al respecto del ahorro de energía.

Estos sencillos consejos le permitirán ahorrar dinero, energía y reducir emisiones con lo cual nuestra comunidad será más sustentable.

Bibliografía

• **Publicaciones**

Instituto de Ecología del Estado de Guanajuato. Inventario de Emisiones 2004. Julio 2006.

Secretaría de Desarrollo Económico Sustentable del Estado de Guanajuato. Balance de Energía del Estado de Guanajuato. 2004.

Seinfeld, John H. Pandis, Spyros N. Atmospheric Chemistry and Physics: Air pollution to climate change. Wiley-Interscience. Second Edition. 2006.

Zuk, Miriam. Garibay Bravo, Verónica. Iniestra Gómez , Rodolfo. López Villegas, María Tania. Rojas-Bracho, Leonora. Laguna Monroy, Israel. Introducción a la evaluación de los impactos de las termoeléctricas de México. Un estudio de caso en Tuxpan, Veracruz. Instituto Nacional de Ecología (INE-Semarnat). Primera edición: octubre de 2006.

• **Sitios Web**

T e c h n o l o g y T r a n s f e r N e t w o r k
Clearinghouse for Inventories & Emissions Factors.
<http://www.epa.gov/ttn/chief/ap42/>

S e c r e t a r í a d e E n e r g í a .
<http://www.sener.gob.mx/webSener/index.jsp>

Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.
<http://www.conae.gob.mx/wb>

Energy, Efficiency and Renewable Energy.
<http://www.eere.energy.gov/>

Instituto Nacional de Ecología.
<http://www.ine.gob.mx/>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.
<http://www.semarnat.gob.mx/Pages/inicio.aspx>

Comisión Federal de Electricidad.
<http://www.cfe.gob.mx>

Apéndice

Factores de conversión usados en este estudio

Para convertir de:	A:	Multiplicar por
Joules	Calorías	0.238845897
BTU	Calorías	251.9957963
BTU	Watts-Hora	0.293071111
Kilogramos	Toneladas	0.001
Libras	Kilogramos	0.453592350
Galón	Litros	3.785412
Metros cúbicos	Litros	1000
Barriles	Litros	158.9873027
Pies cúbicos	Litros	28.31696589
Lb/10 ³ Gal	Kg/10 ³ Lt	0.12
Ppm	Porcentaje	0.0001

Prefijos estándar de múltiplos y sumúltiplos

:	Factor	Prefijo	Simbolo
	10 ⁻¹⁸	atto	a
	10 ⁻¹⁵	femto	f
	10 ⁻¹²	pico	p
	10 ⁻⁹	nano	n
	10 ⁻⁶	micro	μ
	10 ⁻³	mili	m
	10 ⁻²	centi	c
	10 ⁻¹	deci	d
	10 ¹	deca	da
	10 ²	hecto	h
	10 ³	kilo	k
	10 ⁶	mega	M
	10 ⁹	giga	G
	10 ¹²	tera	T
	10 ¹⁵	peta	P
	10 ¹⁸	exa	E



Lic. Juan Manuel Oliva Ramírez
Gobernador Constitucional del Estado de
Guanajuato.

Lic. Miguel Angel Torrijos Mendoza
Procurador de Protección al Ambiente



Guanajuato
Gobierno
del Estado

PROPAEG

Contigo Vamos

**Av. Revolución # 100. Zona Centro, Salamanca, Gto.
Tels: (464) 6488142, 6488152, 6472060
LADA 01 800 7 70 72 34**