



CAPÍTULO 1

La energía eléctrica y las consecuencias de su uso.



1.1. La generación de energía eléctrica.

La energía eléctrica se obtiene, mediante procesos de transformación, de otras formas de la energía (química, térmica, mecánica o luminosa); estos procesos los podemos clasificar en convencionales y no convencionales o alternativos. Los primeros son aquellos utilizados para producir energía eléctrica a partir de fuentes de energía como la hidráulica, los combustibles fósiles y el uranio y los segundos son los que aprovechan otras fuentes de energía como la solar, el viento, las mareas, la biomasa y otras que aun se encuentran en etapa de investigación.

De acuerdo con lo anterior, en seguida se da una relación de algunas de las fuentes primarias utilizadas para la producción de energía eléctrica.

1.1.1. Fuentes de energía no convencionales

a) Energía mareomotriz

Las mareas de los océanos constituyen una fuente limpia e inagotable de energía. El término marea se refiere al movimiento de ascenso y descenso del nivel del agua del mar debido a la acción gravitatoria del sol y la luna sobre la tierra; dependiendo de la estación del año, y de la latitud, el desnivel entre la bajamar y la plenamar está entre uno y 12 metros.

La técnica utilizada para obtener energía eléctrica consiste en encauzar el agua de la marea en una cuenca, y en su camino accionar turbinas bidireccionales acopladas a generadores eléctricos, de esta manera se aprovecha el flujo del agua, tanto en uno como en otro sentido. Una de las ventajas más importantes de estas centrales es que tienen las características principales de cualquier central hidroeléctrica convencional, permitiendo responder en forma rápida y eficiente a las fluctuaciones de carga del sistema interconectado, generando energía sin emisión de gases de efecto invernadero.

La razón por la que no se ha extendido su uso es por el impacto que tienen sobre el medio que las rodea.

b) Energía solar

Los generadores termosolares, generadores termoiónicos, generadores fotoeléctricos y generadores fotovoltaicos son las cuatro maneras viables que existen actualmente para convertir la energía del sol directamente en energía eléctrica. De estos, los generadores fotovoltaicos son los más utilizados debido a su costo y a su mayor rendimiento, en comparación con los otros tres tipos mencionados.

Este tipo de generadores aprovechan la energía de los fotones que chocan con una unión de semiconductores de tipo P y N, esta unión aporta la diferencia de potencial necesaria para que se tenga una corriente eléctrica, la que es consecuencia de los electrones que pasan a la banda de conducción con la energía que les ceden los fotones de la luz solar al chocar con la celda. La potencia obtenida es proporcional a la radiación del sol y el área de la celda. Al conectar en serie y en paralelo varias celdas se obtienen los paneles solares, con los cuales se alimentan cargas eléctricas de bajo consumo como los teléfonos de emergencia de las autopistas, lámparas de alumbrado público, baterías, etc.

c) Energía eólica

La energía eólica o energía cinética del viento es, tal vez, el primer recurso energético que el ser humano empleó, en diferentes partes del mundo y para diversos propósitos.

La ventaja más importante de la energía eólica es que su uso no produce efectos nocivos en el medio ambiente. Pero, con los inconvenientes de que la velocidad del viento es aleatoria y, puede ocurrir que, en algunas ocasiones, no sea suficiente para poner en movimiento las aspas del rotor; además, solamente algunos sitios tienen las condiciones de viento adecuadas para la instalación de una planta eólica.

La eficiencia del motor eólico de eje horizontal es, de acuerdo a la ley de Betz², en el mejor de los casos de 59%. La potencia extraíble del viento por un generador eólico es función del tamaño de las aspas y de la velocidad del viento.

d) Energía geotérmica

La energía geotérmica es la energía almacenada bajo la superficie de la tierra en forma de calor. Su aprovechamiento comercial sólo es posible en aquellos lugares en donde coexisten los factores que dan origen a la existencia de un campo geotérmico, propiamente dicho, agua y calor.

Para localizar este recurso energético es necesario efectuar una serie de investigaciones, una vez que se ha comprobado la existencia de un yacimiento geotérmico con temperatura y salinidad comercialmente explotable, se procede a completar el caudal de fluido requerido para mover la turbina. Debido a que para mover las turbinas se utiliza solamente vapor de agua, al fluido geotérmico se le debe eliminar toda la humedad y cualquier partícula sólida, así que se hace pasar por un separador ciclónico que separa el vapor del agua caliente y retiene todo tipo de partículas sólidas.

En otras palabras, una planta geotérmica es una planta de vapor en la que la caldera ha sido reemplazada por el yacimiento geotérmico y en la que la energía es suministrada por el calor de la tierra, en vez de petróleo o algún otro combustible.

Los recursos geotérmicos, dada su característica de producción uniforme a través del tiempo, pueden reemplazar o en su caso complementar a las plantas térmicas convencionales que utilizan combustibles fósiles.

1.1.2. Fuentes de energía convencionales

a) Energía termonuclear

En una central termonuclear se lleva a cabo el proceso de fisión, el cual consiste en bombardear con neutrones, un núcleo de uranio que, al romperse, da lugar a otros elementos y a la liberación de neutrones y de calor. Los neutrones liberados chocan con otros átomos de uranio ocasionando una reacción en cadena. Esta reacción en cadena pone en libertad grandes cantidades de energía que, en forma de calor, produce el vapor para accionar una turbina como en una central convencional de vapor. El recurso primario de estas centrales es no renovable y presentan el problema de la manipulación y disposición final de los residuos altamente contaminantes.

b) Generación Hidroeléctrica

Una central hidroeléctrica aprovecha la energía potencial que posee el volumen de agua de un cauce natural en virtud de un desnivel. El agua en su caída entre dos niveles del cauce se hace pasar por

² ENDESA, Subdirección de selección y formación. "Curso de energía eólica", Septiembre 2007

una turbina hidráulica la cual transmite la energía a un generador el cual la convierte en energía eléctrica, ver figura 1.1.

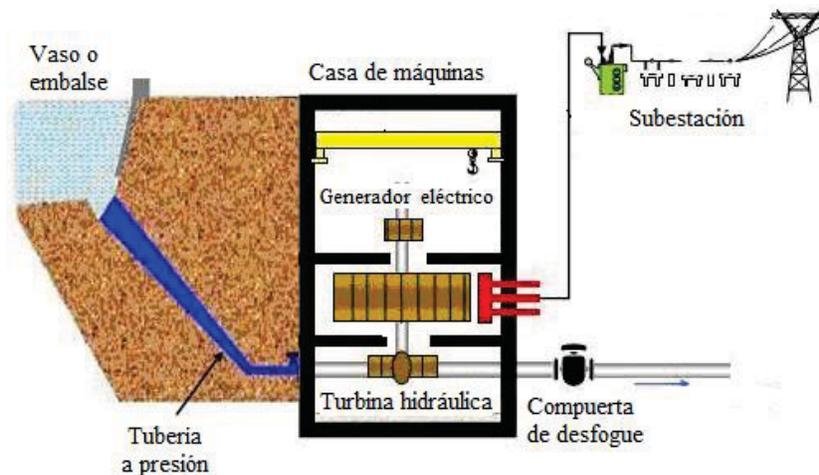


Figura 1.1. Esquema de una central hidroeléctrica.

Una característica importante es la imposibilidad de su estandarización, debido a la heterogeneidad de los lugares en donde se dispone de aprovechamiento hidráulico, dando lugar a una gran variedad de diseños, métodos constructivos, tamaños y costos de inversión.

Las centrales hidroeléctricas se pueden clasificar de acuerdo con dos diferentes criterios fundamentales:

1. Por su tipo de embalse.
2. Por la altura de la caída del agua.

Estas centrales utilizan como fuente de energía primaria un recurso renovable como lo es la fuerza de las aguas, pero tienen un gran impacto inicial sobre asentamientos humanos, la flora, la fauna terrestre, el clima etc.

Generalmente estos proyectos se realizan lejos de las ciudades o de las zonas industriales donde se va a utilizar la energía producida, por lo que es necesaria la construcción de largas líneas de transporte de energía.

c) Generación Termoeléctrica:

La mayor parte de la electricidad que actualmente se genera en el mundo se obtiene quemando combustibles fósiles (petróleo, gas, carbón); con el calor liberado, se produce vapor y, a partir de un ciclo Rankine, se mueve una turbina a la que se acopla un alternador con el que se genera la energía eléctrica. De acuerdo con el combustible empleado las plantas se clasifican en:

- Termoeléctrica (combustóleo, gas natural y diesel)
- Carboeléctrica (carbón)
- Dual (combustóleo y carbón o combustóleo y gas)

En estas plantas, los primotores, es decir, los motores que mueven al generador, pueden ser:

a) *Turbinas a vapor:* En éstas, el vapor se inyecta a temperaturas del orden de los 520°C y presiones entre 120 y 170 kg/cm², haciéndolas girar a la velocidad de 3600 r.p.m. (revoluciones por minuto). En la figura 1.2 podemos apreciar un esquema que muestra la disposición de los componentes característicos de una central con turbina a vapor. El combustible y el aire (2 y 3) ingresan al generador de vapor o caldera (1), produciendo el vapor a temperatura y presión adecuadas. El vapor se lleva a la turbina (6) en donde se expande y, al hacerlo, cede su energía en forma de movimiento rotativo a su eje, el que, a su vez, impulsa al alternador (16), éste, a través del transformador (17), entrega la energía eléctrica a la línea de transmisión. El vapor, una vez que realizó el trabajo, sale de la turbina a baja presión y menor temperatura e ingresa en el condensador (12), en donde se transforma en agua, mediante el enfriamiento que le produce el agua de refrigeración proveniente de una fuente y de la torre de enfriamiento (15), impulsada por la bomba (14). Una vez salida el agua del condensador, una bomba de extracción (13) y otra de alimentación (11) la ingresan a la caldera, para reiniciar el ciclo. Como este ciclo termodinámico no es perfecto y hay pérdidas (de vapor y de agua), la instalación está provista del sistema de agua de reposición, con un tanque de agua cruda (7), su depurador (8) y su desgasificador (9).

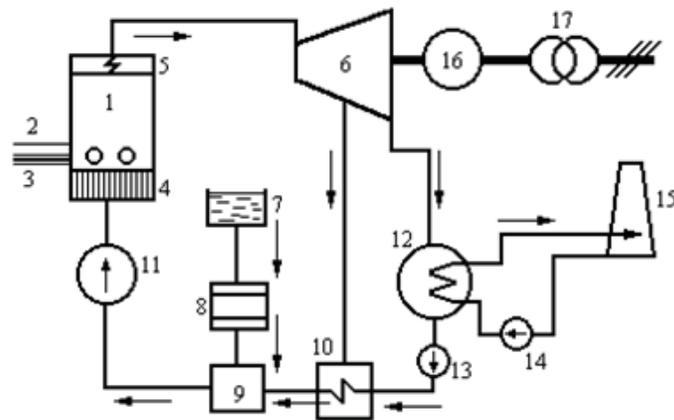


Figura 1.2. Componentes característicos de una central con turbina a vapor.

También puede advertirse, en la figura 1.2, que de una parte intermedia de la turbina hay una salida de vapor que ya realizó un trabajo, pero que aún conserva calor aprovechable, y se dirige a un intercambiador de calor (10) para calentar el agua que va de regreso a la caldera. Antes de entrar a ésta, el agua pasa por un economizador (4) donde se aumenta su temperatura. Estas etapas de precalentamiento junto con el sobrecalentador (5), que agrega más calor al vapor, tienen por objeto la elevación de la eficiencia del ciclo; en instalaciones modernas, la eficiencia puede ser hasta de 45%.

b) *Turbinas a gas:* En este tipo de centrales se utiliza el gas que se obtiene de la combustión de gas natural; figura 1.3.

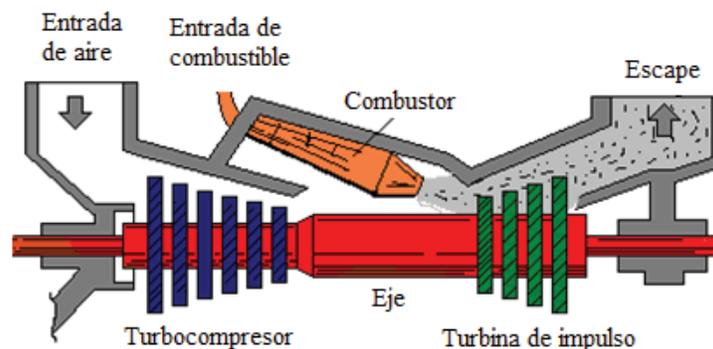


Figura 1.3. Esquema de funcionamiento de una turbina a gas.

En primer lugar el aire se mezcla con combustible, se comprime y al salir estalla en la cámara de combustión, el resultado de ésta combustión es que gases a altas temperaturas movilizan la turbina y su energía cinética es transformada en energía eléctrica por un generador. En la figura 1.4 se muestra un esquema general de una central termoeléctrica con turbinas a gas.

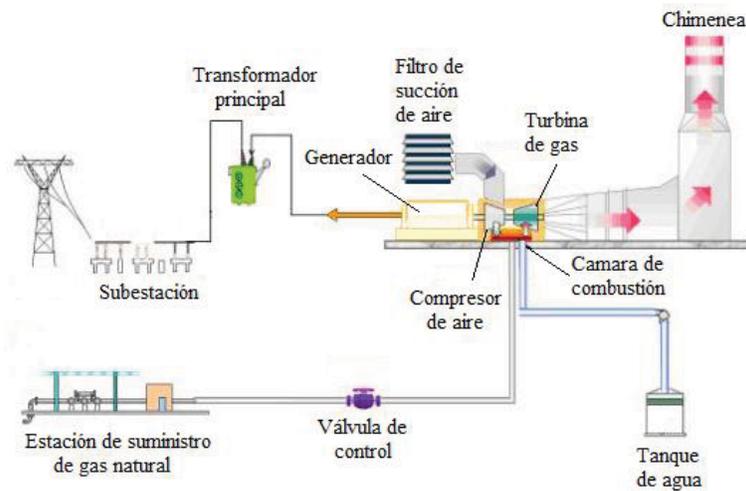


Figura 1.4. Esquema de una central termoeléctrica tipo turbogas.

En este tipo de turbinas pueden alcanzar velocidades superiores a las 6000 r.p.m. por lo que deben usar un reductor de velocidad para regularla a 3600 r.p.m., velocidad máxima de un alternador de 60 Hz. Su rápida puesta en marcha y la facilidad de regulación lo hace ideal como central de emergencia; pero su bajo rendimiento limita su funcionamiento.

c) *Motores de combustión interna*: Los más utilizados son los motores a diesel, a los cuales se acopla un generador eléctrico, figura 1.5.

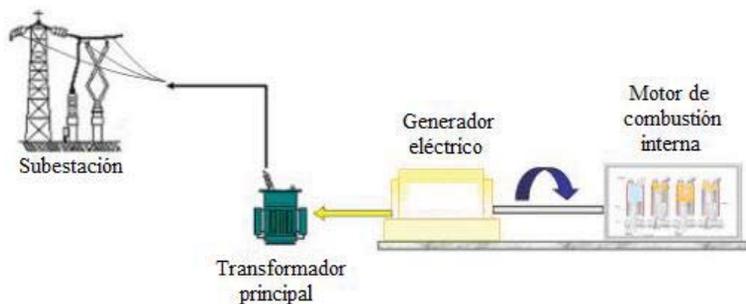
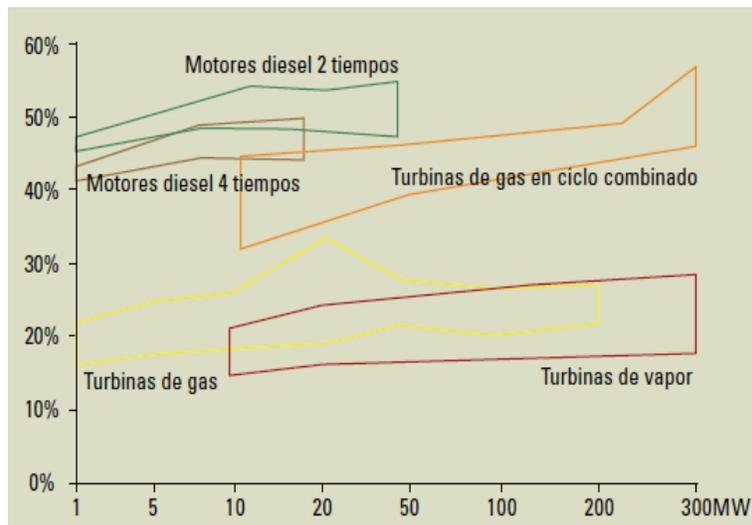


Figura 1.5. Esquema de una central termoeléctrica accionada por un motor de combustión interna.

Las centrales accionadas por motores de combustión interna se utilizan en instalaciones de tamaño mediano y como plantas de emergencia.

Los motores de combustión interna, frente a otro tipo de accionamiento primario, ofrecen la ventaja de su mejor rendimiento. En la figura 1.6 se muestra una comparación de los rendimientos de distintas soluciones, motores a diesel, turbinas a gas, turbinas de vapor y ciclos combinados.



Fuente. Gutiérrez Chamorro Javier, Generación eléctrica en plantas diesel

Figura 1.6. Gráfico de comparación Equipo – Potencia – Eficiencia.

Una de las limitaciones de las plantas accionadas por motores a diesel es el tamaño unitario de las máquinas, las unidades instaladas de mayor potencia son de 60 MW; tienen el inconveniente de que están sujetas a las oscilaciones del precio del petróleo y derivados, y requieren de filtros para limitar la emisión de contaminantes a la atmósfera.

d) *Ciclos combinados*: Una alternativa para aumentar la eficiencia de las plantas termoeléctricas es mediante la combinación de dos o más ciclos. En este caso, la principal combinación que se presentan es un ciclo de gas y un ciclo de vapor, ver figura 1.7, siendo este el más usado mundialmente; pero existen otras como la de un motor de combustión y un ciclo de vapor.

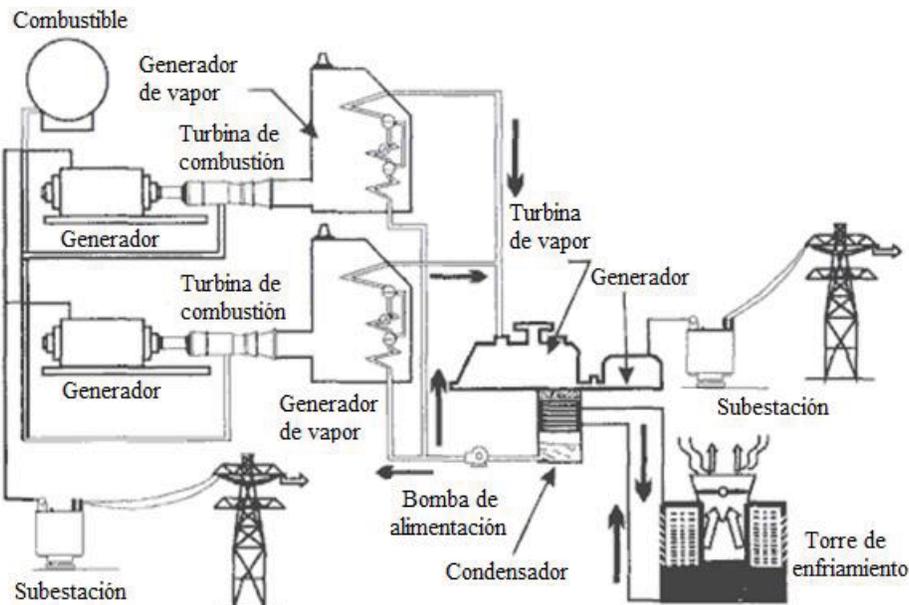


Figura 1.7. Central de ciclo combinado.

La utilización de las centrales de ciclo combinado permite un mayor aprovechamiento del combustible y, por tanto, el aumento de la eficiencia, de 38% de una central eléctrica convencional

hasta cerca del 60%. Aunado a lo anterior, se tiene la alta disponibilidad de estas centrales, que pueden funcionar sin problemas durante 6500-7500 horas equivalentes al año.

Como hemos visto, todas las centrales térmicas dependen imprescindiblemente para su puesta en marcha y correcto funcionamiento del empleo de fuentes de energía no renovables como lo son los combustibles fósiles. Tales sistemas permiten que la electricidad sea generada donde haga falta, ya que el combustible puede ser transportado rápidamente aprovechando la gran infraestructura que ha sido diseñada por los distribuidores para atender a los clientes.

Históricamente, los combustibles fósiles han estado disponibles en grandes cantidades, en su mayor parte fáciles de obtener y transportar. Sin embargo existen claros signos en la actualidad que las fuentes de suministro de combustible fósiles se están agotando y las consecuencias para la humanidad pueden llegar a ser terribles si no se toman las medidas correspondientes.

Es preocupante el agotamiento de los combustibles fósiles, sin embargo más graves son las preocupaciones acerca de las emisiones que resultan del quemado de estos combustibles, que dan pie a la liberación del carbono inmovilizado bajo tierra en trampas naturales, como los yacimientos de petróleo y carbón. Al quemarse se produce la conversión de este carbono a dióxido de carbono, el cual se diluye en la atmósfera, lo que produce un incremento en los niveles del dióxido de carbono atmosférico, que refuerza el efecto invernadero y contribuye al calentamiento global de la tierra.

1.2. Efectos de la generación de energía eléctrica.

Consumo de electricidad y vida moderna son prácticamente sinónimos en el mundo actual. Las comunicaciones, el transporte, el abastecimiento de alimentos, y la mayor parte de los artefactos y servicios de los hogares, oficinas y fábricas de nuestros días dependen de la energía eléctrica. A medida que los países se industrializan, más energía eléctrica se requiere.

La generación de energía eléctrica sigue dependiendo, en gran parte, de la quema de combustibles fósiles, los cuales son sumamente contaminantes, ya que los gases, derivados de la combustión, son emitidos a la atmósfera, siendo la causa principal del llamado efecto invernadero, que ocasiona, entre otras cosas, la variación climática del planeta. Además, los gases emitidos, en contacto con el aire, producen reacciones químicas que generan nuevos contaminantes que afectan la vida de los seres vivos, los suelos y el agua. Entre los gases denominados “de efecto invernadero”, el dióxido de carbono (CO₂) es considerado, por muchos científicos, como el principal responsable del calentamiento de la tierra.

A nivel planetario, se estima que un tercio de la radiación solar que incide sobre la tierra y su atmósfera es reflejada al espacio, el resto penetra y es absorbida por el aire, el agua, la tierra y las plantas, convertida en energía térmica y emitida en forma de radiaciones infrarrojas que se devuelven a la atmósfera. Los gases como el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O) y los clorofluorocarbonados (CFC's) juegan un papel análogo al de los cristales del invernadero, permitiendo el paso de las radiaciones solares, pero cerrando el paso a las radiaciones infrarrojas y calentando por tanto la atmósfera terrestre. El vapor de agua es también un gas de efecto invernadero, pero al estar en la atmósfera en proporciones muy variables no se conoce con exactitud su contribución total en el proceso.

Dentro de este esquema hay que tener en cuenta que el nivel de CO₂, que se encuentra presente en la atmósfera de forma natural, es producto del equilibrio entre las emisiones naturales y las cantidades de este que se encuentran en los depósitos naturales, yacimientos o también conocidos como sumideros de CO₂. Sin embargo, el impacto de la industrialización, en los últimos doscientos años,

ha venido a trastocar este equilibrio: el consumo de combustibles fósiles, que libera grandes cantidades de CO₂ inmovilizadas en eras geológicas pasadas, es el principal responsable de que las concentraciones de este gas hayan pasado de 280 a 381 ppm (partículas por millón)³.

Como consecuencia de este proceso se tiene el aumento global de la temperatura, lo que se puede constatar al observar la reducción de la superficie de los glaciares de montaña y de los casquetes polares y el aumento del nivel del mar, lo que, de no detenerse, impactará, de manera catastrófica, las zonas costeras de todo el mundo donde se concentra un elevado porcentaje de la población mundial. También se cree que el calentamiento global no será homogéneo y que será mayor en los polos que en el ecuador, con lo que se modificará la forma en que fluye el calor entre estos y se alterarán los sistemas atmosféricos, lo que podría traducirse en importantes variaciones en el régimen de precipitaciones de diversas áreas, con la acentuación de sequías y lluvias torrenciales. Todo ello es de esperar que tenga un importante impacto, por ahora difícil de estimar en los ecosistemas naturales y en las áreas cultivadas, así como en el aumento de las catástrofes producidas por causas meteorológicas.

Otro de los elementos emitidos a la atmósfera es el monóxido de carbono (CO), uno de los productos de la combustión incompleta de los derivados del petróleo. Es peligroso para las personas y los animales, puesto que se fija en la hemoglobina de la sangre, impidiendo el transporte de oxígeno en el organismo. Se diluye muy fácilmente en el aire ambiental, pero en un medio cerrado, su concentración lo hace muy tóxico, incluso mortal.

Dependiendo del tipo de combustible fósil y del método de quemado, también se pueden emitir otros compuestos como: ozono (O₃), dióxido de azufre (SO₂), dióxido de nitrógeno (NO₂) y otros gases. Los óxidos de azufre y de nitrógeno contribuyen al smog y a la lluvia ácida. En el pasado, los propietarios de plantas atacaban este problema mediante la construcción de grandes chimeneas de humos, de modo que los elementos contaminantes pudieran diluirse en la atmósfera, lo que, si bien ayuda a reducir la contaminación local, no lo hace con la global.

Uno de las principales amenazas producto de la quema de combustibles fósiles son los gases que contienen compuestos orgánicos volátiles, a veces llamados COV que junto con el carbono, contienen elementos como hidrógeno, oxígeno, flúor, cloro, bromo, azufre o nitrógeno. Los COV son liberados por la quema de combustibles, como gasolina, madera, carbón o gas natural. Muchos compuestos orgánicos volátiles son peligrosos contaminantes del aire y su importancia reside en su capacidad como precursores del ozono troposférico y su papel como destructores del ozono estratosférico, ver figura 1.8.



Figura 1.8. Ozono en la atmósfera.

³ BBC Mundo SHUKMAN, DAVID. “Nuevo récord de CO₂ en la atmósfera”, Marzo 2006, URL <http://terranoticias.terra.es/articulo/html/av2781825.htm>

Por su parte el ozono (O_3) que se forma en la troposfera, es decir, entre el nivel del mar y los 10 km de altura, figura 1.8, es un contaminante atmosférico nocivo para la salud y el medio ambiente, se forma a partir de la reacción de óxidos de nitrógeno y compuestos orgánicos volátiles en presencia de una elevada radiación solar. El óxido de nitrógeno es un contaminante atmosférico primario que se forma cuando se queman los combustibles fósiles que empleamos en la vida diaria como la gasolina, el gas natural, el diesel o el carbón. Por ello es en las zonas industriales y en las grandes ciudades es donde se genera mayor cantidad de ozono troposférico. Estas emanaciones de gases ayudados por las altas temperaturas de los meses más calurosos del año, se mezclan con los compuestos orgánicos del aire en estado de reposo, generando una neblina de color amarillo-parduzco denominado "smog fotoquímico" un oxidante muy fuerte capaz de atacar las superficies de las construcciones y otros materiales. También resulta perjudicial para las cosechas, los bosques y la vegetación en general, ya que el ozono reduce su productividad biológica. Pero sobre todo, representa un problema de salud pública, pudiendo causar tos, daños a las mucosas, irritación en la faringe, cuello y ojos, disminución del rendimiento físico, cansancio, fatiga y mareo, entre otros padecimientos.

A pesar de que los precursores o contaminantes primarios se producen en áreas urbanas o industriales, son las zonas rurales y suburbanas las que más sufren la contaminación por ozono. Esta contradicción se da porque los contaminantes primarios tardan horas o incluso días en reaccionar ante la exposición solar y para cuando se ha formado el ozono se puede haber alejado mucho de los núcleos urbanos de origen.

La lluvia ácida es otro de los subproductos de la quema de combustibles fósiles y que ocupa un lugar central como contaminante ya que los componentes tóxicos que la forman, llámense dióxido de azufre (SO_2) y los óxidos de nitrógeno (N_xO_y) provenientes de la combustión del carbón o de hidrocarburos, dan pie a una serie de reacciones químicas, el dióxido de azufre se transforma en trióxido de azufre (SO_3) que a su vez y a través de algunos catalizadores ambientales o bien por la acción directa de la luz solar, se transforma en ácido sulfúrico (H_2SO_4) provocando importantes daños ambientales al regresar a la tierra a través de la lluvia ácida. Aumentan la acidez de las aguas de ríos y lagos, lo que se traduce en importantes daños en la vida acuática, tanto piscícola como vegetal. Aumenta la acidez de los suelos, lo que se traduce en cambios en la composición de los mismos, produciéndose la lixiviación de nutrientes importantes para las plantas, tales como el calcio, y movilizándose metales tóxicos, tales como el cadmio, níquel, manganeso, plomo, mercurio, que de esta forma se introducen también en las corrientes de agua. La vegetación expuesta directamente a la lluvia ácida sufre no sólo las consecuencias del deterioro del suelo, sino también un daño directo que puede llegar a ocasionar incluso la muerte de muchas especies.

Los combustibles fósiles, en particular el carbón, también contiene en disolución material radioactivo, por lo que, al quemarlo en muy grandes cantidades, arrojan este material al ambiente, provocando niveles de contaminación radiactiva, local y global, bajos pero reales.

El carbón también contiene indicios de elementos pesados tóxicos tales como mercurio, arsénico y otros. El mercurio vaporizado en una planta de energía puede estar en suspensión en la atmósfera y circular por todo el mundo afectando así a población de distintos lugares.

El daño no solo se presenta cuando se queman los combustibles fósiles, sino que también está presente al momento de su explotación, como ejemplo tenemos que la extracción de petróleo es responsable de la deforestación, degradación y destrucción de las tierras, además de el sinnúmero de catástrofes que han ocurrido debidas al derrame del petróleo en las zonas costeras y altamar alrededor del mundo entero. El proceso de extracción de petróleo involucra la liberación de subproductos tóxicos los que, en ocasiones, son vertidos en los ríos locales. Además, la

construcción de caminos para tener acceso a sitios remotos en donde hay petróleo, abre las puertas a los colonizadores y a los urbanizadores para que accedan a tierras salvajes.

Las prácticas mineras del carbón también incluyen la destrucción de ecosistemas ya que los restos de materia removida se dejan al descubierto o son arrojados a los lechos de los ríos locales, lo que provoca que la mayoría de los ríos de las zonas carboníferas discurran rojos todo el año con ácido sulfúrico que mata toda la vida.

Además de todo lo referido hasta ahora existen otros impactos ambientales derivados de la producción energética. Son quizá menos importantes globalmente, pero en muchas ocasiones tienen un gran efecto en el ámbito local.

Ni siquiera las conocidas como energías renovables, verdes o limpias están exentas de ciertos costes ambientales. Entre ellos podemos destacar:

- Los derivados de la construcción de grandes centrales hidroeléctricas.
- El impacto sobre el paisaje y la avifauna que pueden crear los parques eólicos.
- Los problemas de deforestación que el uso incontrolado de la biomasa puede generar.
- Los problemas causados por los tendidos eléctricos.

La construcción de grandes embalses para las plantas hidroeléctricas supone el desplazamiento de los habitantes de la zona, así como variaciones en el régimen natural de los cursos fluviales. Como consecuencia, extensas áreas pueden verse afectadas, al quedar bajo las aguas ecosistemas enteros y zonas de cultivo.

Los parques eólicos y los tendidos eléctricos pueden causar, sin las medidas correctoras adecuadas, un importante impacto sobre las aves, produciendo una elevada mortalidad de algunas especies de gran envergadura. Las muertes se producen sobre todo por electrocución al posarse las aves en torretas y entrar en contacto con los cables. También, en menor medida, por el choque con los cables o las palas de los rotores de los aerogeneradores. Por último, este tipo de instalaciones son también responsables de importantes modificaciones en el paisaje.

Los problemas de deforestación asociados con la explotación de la biomasa se producen cuando se sobrepasa la capacidad del bosque de regenerarse. Esto ha sucedido muchas veces en el pasado. No tenemos más que contemplar el estado de muchos de nuestros montes, afectados por años de explotación abusiva, sometidos a una fuerte presión para extraer leña y fabricar carbón vegetal. Este problema se ha reducido extraordinariamente en los países desarrollados, donde se practica en general, una explotación del bosque basada en criterios racionales. Sin embargo subsiste todavía en muchos países del tercer mundo, donde la biomasa es con frecuencia el único recurso disponible para la mayor parte de la población.

Como hemos visto, en consecuencia de las actividades de producción de energía se generan contaminantes que afectan a la atmósfera, la hidrosfera, el suelo y los seres vivos. Estas emisiones contaminantes tienen una doble naturaleza. Por un lado existe una contaminación inherente a la operación normal de los sistemas de producción y por otro una contaminación producida, en situaciones catastróficas de carácter accidental. Ambas deben ser valoradas y reducidas hasta niveles aceptables, en términos medioambientales y socioeconómicos.

Para evaluar el impacto de las actividades relacionadas con la energía debemos tener en cuenta el ciclo completo de la energía, no sólo sus etapas finales. De este modo no hemos de centrarnos únicamente en el ámbito puramente inmediato de los procesos de producción y consumo, sino que debemos estudiar también las actividades extractivas que determinadas fuentes energéticas

requieren, el impacto previo a su utilización, así como los procesos de tratamiento a los que deben someterse antes de ser utilizadas. Igualmente hay que tener en cuenta y estudiar los focos de emisión de contaminantes a la atmósfera, hidrosfera y suelos, y seguirlos hasta su destino final en los ecosistemas. Todo ello considerando que sus efectos son susceptibles de extenderse en el tiempo y el espacio.

En esencia para hacer un cambio en la forma en la que impactamos al planeta se debe de implementar tecnologías que permitan reducir la contaminación en origen, estudiar su impacto sobre el medio y la capacidad de éste para diluir, transferir y asimilar esta contaminación, determinando los límites por encima de los cuales los efectos pueden llegar a hacerse irreversibles. Al tiempo de diseñar estrategias que permitan la recuperación del medio ambiente de los daños causados.

1.3. Uso eficiente y ahorro de la energía eléctrica.

Ya de amplio consenso científico es que la acción humana ha roto el equilibrio dinámico que existe en el clima desde hace medio millón de años. La opinión científica es que si el aumento en la temperatura promedio del planeta, respecto a los niveles de antes de 1750, no pasa de los 2°C, nos mantendremos más o menos dentro del equilibrio dinámico actual. El ritmo actual de emisiones implica un aumento en la temperatura de hasta 5°C. Con toda seguridad esto provocaría un cambio abrupto, que nos llevaría a otro equilibrio climático, mucho más cálido e inhóspito que los existentes hasta ahora y cuya naturaleza exacta no podemos predecir⁴.

Este tipo de augurios son los que nos esperan si no hacemos algo para cambiar la forma en que usamos y disponemos no solo de la electricidad, sino, del carbón, del gas y de esos agentes contaminantes obtenidos como producto del procesamiento del petróleo.

Teniendo en cuenta esto, son muchos los retos que debemos afrontar, es claro que no hay soluciones individuales, hoy en día la humanidad reconoce que la naturaleza no es un bien inalterable, sino frágil, por lo que su conservación constituye una tarea fundamental e inaplazable. La cuestión es, cuales son las medidas que se deben de tomar, si la electricidad es imprescindible para el desarrollo económico de un país. De hecho, el estado del bienestar que disfrutamos se ha basado en un consumo creciente de energía que se agudizó a partir del siglo XIX. Esta energía por ser motor de la economía y garantía del bienestar, ha estado bajo la protección de los organismos reguladores, que con importes tarifarios han mantenido unos precios muchas veces inferiores a los reales del mercado. Esto ha hecho que no se perciba el problema y no se tomen iniciativas a nivel individual para reducir el consumo.

Podemos considerar tres aspectos importantes por los que debemos ahorrar y hacer un uso eficiente de la energía:

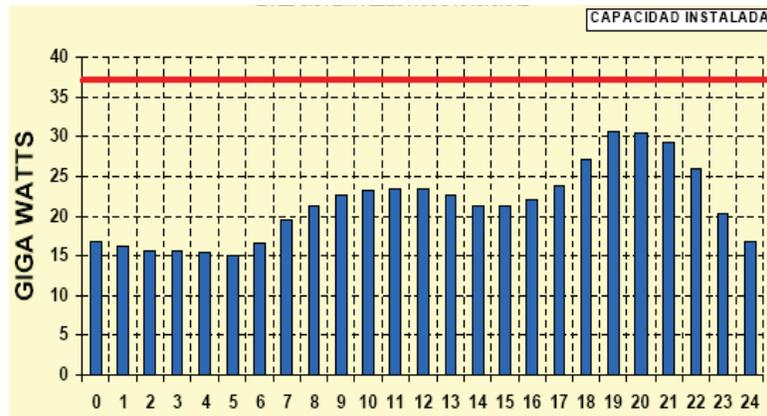
- Tener menores costos, al reducir el pago de la facturación eléctrica.
- Preservar los recursos naturales de nuestro planeta.
- Disminuir el consumo de combustibles fósiles utilizados para generar energía eléctrica y la consecuente reducción de emisiones contaminantes al medio ambiente

Con todo esto, un menor consumo energético no debe significar el sacrificio del bienestar o la productividad, el ahorro de energía eléctrica significa hacer lo mismo mejor y más eficientemente. Para aumentar la eficiencia y reducir el consumo, las principales medidas a tomar en cuenta son:

⁴ KARVALA, David. "Cambiar el mundo para salvar el planeta", octubre 2009

1.3.1.Reducción y control de la demanda⁵.

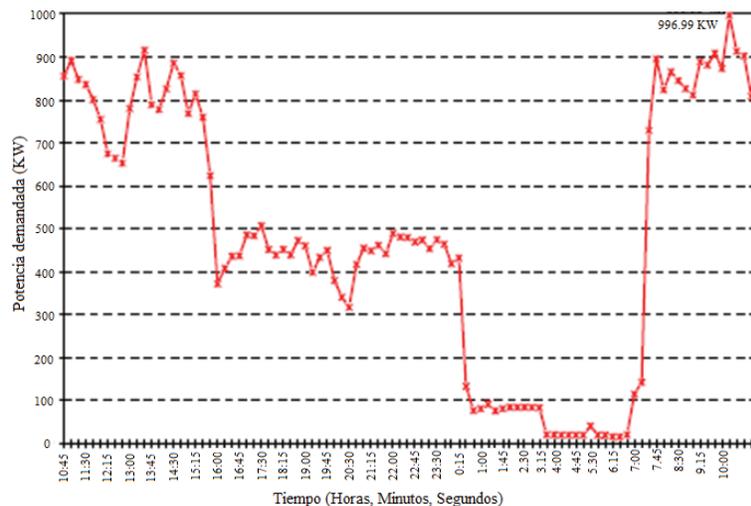
El conocimiento de las fluctuaciones en la demanda de potencia eléctrica es de gran utilidad para definir las posibilidades de administración o control de la misma. Ver figura 1.9.



Fuente. FIDE, Presentación “XIX Congreso Internacional de Ahorro de Energía”

Figura 1.9. Generación horaria durante un día laborable en el sistema eléctrico nacional.

El objetivo de la metodología de control de la demanda es determinar los potenciales de reducción en la facturación eléctrica al aplicar medidas de control, manual o automático, que modifiquen los patrones de consumo y/o demanda eléctrica, ver figuras 1.10 y 1.11 esto es porque, a lo largo de un día, la energía eléctrica tiene distintos costos, así, la más cara (horario punta o pico) es de 18 a 22 horas, la madrugada es de menor costo (horario valle o base) y el resto del día tiene costo intermedio.



Fuente. FIDE, Presentación “XIX Congreso Internacional de Ahorro de Energía”

Figura 1.10. Demanda registrada durante la operación de una empresa en un día típico.

⁵ FIDE, XIX CONGRESO INTERNACIONAL DE AHORRO DE ENERGÍA. “Calentamiento global, solución: energías limpias”, Guadalajara Jalisco, Agosto 2008



Fuente: FIDE, Presentación "XIX Congreso Internacional de Ahorro de Energía"

Figura 1.11. Perfil de la demanda mejorada para la misma empresa.

Los sistemas de control de la demanda se componen de varios elementos: sensores, que registran si un aparato está prendido o apagado o si se encuentra en un régimen de operación; un sistema de comunicación que permite intercambiar señales con un punto central; un microprocesador que recibe las señales, procesa la información y envía señales a los equipos para que actúen de acuerdo a un programa preestablecido; y un conjunto de actuadores, que operan los equipos de acuerdo a las señales enviadas. Estos sistemas pueden ser relativamente sencillos o sumamente sofisticados, lo cual depende del número y variedad de las cargas y de la precisión requerida para que los equipos funcionen de acuerdo a la programación establecida.

El control de la demanda eléctrica se plantea como una alternativa de ahorro económico en sistemas ya eficientes, y se requiere que las personas que están aplicando este tipo de programas tengan un amplio conocimiento del proceso productivo de la empresa y su capacidad de flexibilidad. Asimismo, tener conocimientos sobre los consumos horarios, particulares y totales, además de los costos de producción y su balance.

Se puede reducir el costo de la factura:

- Evitando los picos de demanda
- Aprovechando el horario más barato

Centrándonos en la reducción de la demanda, existen otras medidas que con poca inversión pueden conseguir importantes ahorros de hasta un 80% en el caso de sustitución de lámparas, hasta un 15% aplicando variadores de frecuencia a los motores eléctricos utilizados en las bombas de agua y máquinas de frío, hasta un 25% adicional utilizando intercambiadores de calor en las maquinas de frío y climatización, etc.

1.3.2. Utilización de energías renovables.

Las energías renovables son aquellas fuentes de energía que no se agotarán o están disponibles en forma continua con respecto al periodo de vida de la raza humana en el planeta. En términos generales podemos considerar a la energía solar, como nuestra fuente energética total, porque excluyendo la geotermia todas las demás fuentes se derivan de la radiación de esta estrella.

Existen equipos que pueden transformar esta radiación solar en energía eléctrica o incluso mover un automóvil con biocombustibles con un daño mínimo al ambiente.

El sol se encarga de calentar la atmósfera terrestre, causando gradientes de temperatura, lo que trae consigo diferencias de presión, y como consecuencia los vientos, origen de la energía eólica, también evapora el agua que bajo las condiciones atmosféricas propicias se precipita en forma de lluvia en zonas más altas, obteniendo con esto energía potencial la cual puede ser aprovechada con tecnologías de turbinas hidráulicas para generar electricidad o accionar equipos mecánicos.

Asimismo, también el proceso de fotosíntesis de los vegetales aprovecha como fuente energética al sol, llevando a cabo reacciones químicas, las cuales la transforman en energía almacenada dentro de estos, y puede ser aprovechada mediante combustión directa o transformada a otros combustibles, como por ejemplo el metanol y el etanol. Siendo el reino vegetal el principio de las cadenas alimenticias en los ecosistemas la energía contenida en esta es transferida, al ser consumidas por los seres herbívoros y así a los diversos aprovechamientos de la biomasa que se pueden obtener.

Por último, del sol se aprovechan directamente la energía térmica y la energía fotovoltaica.

Las energías renovables son, además, fuentes de abastecimiento energético respetuosas con el medio ambiente ya que causan los menores efectos posibles. Las energías renovables no producen emisiones de CO₂ y otros gases contaminantes a la atmósfera. Las energías renovables no generan residuos de difícil tratamiento. Los impactos ambientales de las energías renovables son siempre impactos reversibles.

1.3.3. Optimización de la tarifa eléctrica a la situación actual⁶.

Desde la perspectiva del uso racional de la energía eléctrica, para que los recursos financieros y energéticos que son necesarios para producirla tengan el mejor aprovechamiento posible para la sociedad, es necesario hacer uso de un instrumento más efectivo como lo es su precio.

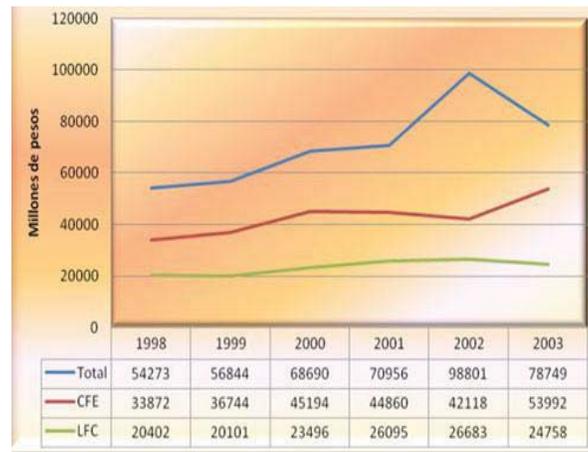
Para que una empresa eléctrica pueda mantenerse operando debe poder cubrir sus costos. Por un lado, debe poder amortizar la compra de sus equipos de generación, transmisión y distribución, lo cual representa la fracción más importante del costo de la electricidad. Por otro lado, debe cubrir el costo del combustible, el cual, para el caso de México y en la actualidad, es principalmente combustóleo y gas natural. Finalmente, debe pagar a sus empleados.

El que una empresa eléctrica no cubra sus costos significa que alguien más los tiene que pagar, que en el caso de México lo hacen todos aquellos que pagan impuestos. Esto significa que, cuando los consumos eléctricos de un usuario sean hechos de manera ineficiente, la sociedad tendrá que pagar la ineficiencia de quienes, quizá por desconocimiento, prefieren tener subsidios que invertir en alternativas que les son rentables a los propios usuarios. Los principales beneficiados de este subsidio son los usuarios de los sectores residencial y agrícola; el precio promedio que pagan solo alcanza a cubrir el 42% y 29% de los costos respectivos. En cambio, el precio que pagan el resto de los usuarios representa el 93% del costo.

La figura 1.12 nos muestra los subsidios a tarifas eléctricas para CFE y para Luz y Fuerza del Centro. Al año de 1998 el subsidio para la CFE fue de \$33,872 millones de pesos, un 62% respecto al total mientras que para el año 2003 se incrementó a \$53,992 millones de pesos equivalente a un

⁶ ESCOBAR DELGADILLO, Jéssica Lorena y JIMÉNEZ RIVERA, Jesús Salvador. “Crisis económica, crisis energética y libre mercado”, Revista digital universitaria, Vol. 10, No.5, UNAM, Mayo de 2009

69% del total, en tanto, para el año de 1998 el subsidio para LyFC fue \$20,402 millones de pesos un 38% del total, y para 2003 tuvo un subsidio de \$24,758 millones de pesos equivalente al 31% del total, lo que refleja una disminución del 6% del subsidio para esta paraestatal.



Fuente. Revista digital universitaria 10 de mayo de 2009 Vol. 10 No. 5
 "Crisis económica, crisis energética y libre mercado"

Figura 1.12. Subsidio al sector eléctrico nacional.

Se puede apreciar que los subsidios están socavando la viabilidad financiera de este sector y ponen al descubierto que el esquema tarifario es muy ineficiente ya que promueve un desperdicio de recursos, puesto que el consumo de algunos sectores de la población se hace a un precio que no refleja la escasez relativa del bien.

Por estas y otras razones se hace necesario un adecuado estudio que arroje como resultados las acciones o las formas adecuadas en las que se deben de fijar las tarifas de consumo y las posibles sanciones para quienes hagan de la ineficiencia y el mal uso un camino para el consumo eléctrico.

1.3.4. Optimización de las instalaciones y uso de equipos más eficientes.

La correcta instalación y el mantener en buen estado los circuitos y los equipos eléctricos son factores indispensables para la seguridad, así como para proteger la economía. Una instalación en mal estado gasta más energía y daña los aparatos.

Si hablamos de ahorro energético debemos de tomar en cuenta que mantener en buen estado los aparatos electrodomésticos es un acción primordial; comprar equipos que cuenten con etiquetado energético, que nos informa de las características de consumo de los mismos y usarlos adecuadamente contribuye al ahorro de energía y la reducción de gastos.

Además de estas medidas el gobierno tiene otras herramientas para intentar reducir el consumo, como los incentivos aplicados para la renovación de electrodomésticos, los impuestos o las tasas sobre la tarifa, penalizando los consumos que superen unos estándares determinados.

Otras medidas dirigidas a la optimización de las instalaciones pueden ser de distintos tipos: los sistemas de control, la integración de la luz natural, la iluminación de bajo consumo o la utilización de balastos electrónicos de alta frecuencia que permiten además la variación de la intensidad y que pueden reducir el consumo de forma muy significativa. Las luminarias eficientes permiten un ahorro considerable de energía, por lo que deben utilizarse en los edificios nuevos, y en los edificios existentes, en la medida en que sea posible, hacer la sustitución. Entre las lámparas eficientes son aconsejables las siguientes:

Lámpara	Se sustituye por:	Ahorro
Vapor de mercurio de alta presión	Vapor de sodio de alta presión	45%
Vapor de sodio de alta presión	Vapor de sodio de baja presión	25%
Halógena convencional	Halogenuros metálicos	70%
Incandescencia	Fluorescentes compactos	80%

Un principio esencial para la optimización del uso de la energía consiste en conocer cómo funcionan los equipos y aparatos en el hogar, para obtener de ellos el máximo beneficio.

Asimismo es importante tener en cuenta la trascendencia y la complejidad que hoy en día supone el consumo de energía en nuestra vida cotidiana y la posibilidad de utilizarla eficientemente.

1.3.5. Programas de información y concientización.

Otra medida importante es la divulgación de la información y el establecimiento de programas de educación y correcto uso de la energía eléctrica. Para esto, el programa integral de concientización debe considerar componentes como:

- Realización de diagnósticos energéticos
- Integración de comités de ahorro de energía
- Retiro de equipos ineficientes y sustitución por equipos de alta eficiencia
- Promover una cultura de uso racional y eficiente de la energía
- Campañas de eliminación de desperdicios
- Pláticas de concientización
- Elaboración de carteles alusivos al tema
- Buzón de recomendaciones y sugerencias
- Premios y reconocimientos

Hay muchas formas para ahorrar energía eléctrica como: apagar las luces que no necesitamos, no dejar prendidos equipos eléctricos cuando ya no los ocupamos, cambiar las bombillas por las que consumen menos energía, utilizar equipos de alta eficiencia y otras. Hacer más actividades al aire libre, disminuye el uso de aparatos eléctricos.

Dos condiciones básicas para el uso eficiente de la energía son que las propuestas sean técnicamente factibles hoy en día, y que no impliquen un ataque al nivel de vida de la gente corriente. Esto no es tan complicado como podría parecer.