

INTRODUCCIÓN:

La casa es por definición, el ámbito de lo privado. El lugar donde se cumplen algunas de las aspiraciones más profundas del ser humano, ligadas con la idea de la supervivencia, de la intimidad y del refugio. La casa puede suponer la protección física de las personas o de las cosas, la protección del descanso, del ocio o de la convivencia. Pero, por encima de todo, la casa representa, desde sus orígenes, el lugar de protección del fuego. Un fuego elemental que hay que conservar y al que hace referencia la misma expresión de "hogar". Un fuego en torno al cual los seres humanos se calientan, cocinan los alimentos y se iluminan por la noche... **un consumo de energía necesario para la vida.**

Consumir energía es sinónimo de actividad, de transformación y de progreso, siempre que ese consumo esté ajustado a nuestras necesidades y trate de aprovechar al máximo las posibilidades contenidas en la energía.

Desde las necesidades más básicas y primitivas (calentarse con una hoguera o cocinar los alimentos), a las más modernas y sofisticadas (conservar esos mismos alimentos durante varios meses o enviar mensajes por escrito a través de un fax), la mejora de las condiciones de vida de los hombres o de su nivel de bienestar han exigido siempre disponer de un excedente de energía que pudiese ser consumido. El consumo de energía, también en el hogar, es por tanto sinónimo de progreso, de aumento de la infraestructura, los bienes y servicios disponibles y de la satisfacción de las necesidades.

Un principio esencial para el **ahorro de energía** consiste en conocer cómo funcionan los equipos y aparatos en el hogar, los diferentes tipos de energía que consumen y el distinto aprovechamiento que podemos obtener de ellos.

Es importantísimo tener en cuenta que la trascendencia y la complejidad que hoy en día supone el consumo de energía en el interior de los hogares, no sólo no están reñidas sino todo lo contrario, con la posibilidad de hacer un buen uso de esta energía y utilizarla con la mayor **eficiencia**.

INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Mantener en buen estado la instalación eléctrica es indispensable para la seguridad de la familia en el hogar, así como para proteger la economía. Una instalación en mal estado gasta más energía y daña los aparatos.

Si en su casa se presenta alguno de los siguientes casos:

- disminuye la intensidad de la luz al conectar un aparato.
- varía el tamaño de la imagen en la pantalla del televisor
- se funden los fusibles, eso significa que la instalación eléctrica no es la adecuada o que algún aparato se encuentra en mal estado. En estos casos es necesario solicitar los servicios de un técnico profesional, de inmediato.

Una instalación en buen estado significa seguridad, ahorro de energía y reducción de gastos.	• Nunca conecte varios aparatos en un mismo contacto, ya que se produce sobrecarga en la instalación, lo cual provoca una operación deficiente y posibles interrupciones y daños a largo plazo.
---	---

	• Compruebe con frecuencia que en la instalación no existan cortos circuitos o fugas eléctricas: desconecte el interruptor general (switch) y todos los aparatos eléctricos y verifique que el disco del medidor NO siga girando. Si continúa girando, es necesario revisar la instalación. Recuerde que una fuga de corriente es una fuga de dinero.
--	--

- En caso de corto circuito, desconecte inmediatamente el aparato que lo causó y todos los demás aparatos eléctricos y ponga en **apagado (off o cero)** todos los apagadores de las lámparas. Si la instalación de su casa tiene interruptor automático, restituya la corriente colocando el interruptor en posición de **encendido (on o uno)**; si en vez de interruptor tiene una caja de fusibles, baje el interruptor general y cambie el fusible fundido.
- Nunca utilice monedas, alambres o papel de estaño en lugar de fusibles. Use siempre los fusibles adecuados, por protección.

Si tiene diferentes circuitos en casa, conviene desconectarlos en períodos de vacaciones.

Tubos y lámparas compactas fluorescentes

Es preferible usar tubos y lámparas compactas fluorescentes (CF) en lugar de focos incandescentes. Aunque el costo inicial de estas lámparas es más elevado, a la larga resultan más económicas; *su duración aproximada es 10 veces mayor y consumen 4 veces menos energía*. Una lámpara CF o tubo de 32 watts produce la misma cantidad de luz que un foco de 75 watts.

Estas son las especificaciones del tipo de lámparas fluorescentes que permiten el ahorro de energía eléctrica.

TIPO	DESCRIPCIÓN	WATTS
AR	Arranque rápido	17
		32
AI	Arranque instantáneo	32
		55
		60
U-AR	Arranque rápido tipo "U"	31
		34
CIR	Circular	22

- En los lugares donde no se requiere de mucha iluminación (habitaciones, pasillos, cornisas) pueden usarse focos de 25 watts. En lámparas múltiples puede quitar uno de cada tres focos o utilizar los de 25 watts.
- Utilice un regulador de intensidad (dimer) para graduar la luz al mínimo necesario. También se recomienda usar relojes (timer) que permiten programar el inicio o la interrupción de corriente en un aparato a una hora determinada.
- Instale interruptores de presencia que encienden sólo cuando detectan a las personas, pero es todavía mejor que este sistema el uso de lámparas compactas fluorescentes de 1/5 – 1/4 de la potencia del foco.

Otras ideas para poner en práctica de inmediato:

- Apague la luz cuando no sea necesaria.
 - Utilice una lámpara de mesa fluorescente cuando trabaje en un escritorio.
 - Limpie las lámparas y focos, ya que el polvo bloquea la luz que emiten.
 - Mantenga las cortinas y persianas abiertas durante el día: la luz solar es la mejor.
 - Realice el mayor número de actividades aprovechando la luz solar.
-
- Encienda los focos de los adornos navideños en las primeras horas de la noche.

Iluminar exclusivamente los espacios que requerimos con las lámparas y tubos adecuados ahorra energía y reduce gastos

ELECTRODOMÉSTICOS

Mantener en buen estado los aparatos electrodomésticos y usarlos adecuadamente contribuye al ahorro de energía y la reducción de gastos, para ello se debe de:

- Apague los aparatos eléctricos y desconecte los que no tienen interruptor cuando no se estén utilizando. Esto incluye los reguladores de voltaje.
- Apague los aparatos que producen calor antes de terminar de usarlos --plancha, tubos o pinzas para el cabello, parrillas, ollas eléctricas, calefactores-- para aprovechar el calor acumulado.
- Mantenga siempre limpios los aparatos eléctricos, principalmente los de la cocina: horno de microondas, tostador, extractor. Conservarlos en buen estado prolonga su duración y reduce su consumo de energía.
- Utilice todos los aparatos eléctricos de acuerdo con las recomendaciones de uso, mantenimiento y seguridad que aconseja el fabricante.
- Revise cuidadosamente los aparatos que al conectarse producen chispas o calientan el cable. No los use antes de resolver el problema.
- Desconecte los aparatos eléctricos desde la clavija, nunca jale el cable. Es importante mantener en buen estado tanto la clavija como el enchufe.

Refrigerador

- Colóquelo en un lugar con espacio para permitir la circulación de aire.
- Instálelo en un lugar fuera del alcance de los rayos solares y del calor de la estufa.
- Compruebe que los empaques de la puerta estén en buen estado y en su lugar, para asegurar que cierre herméticamente.
- Gradúe la temperatura, colocando el termostato entre los números 2 y 3; en clima caluroso, entre los números 3 y 4. Así logrará el enfriamiento adecuado.
- Use un termómetro de carátula en el interior para verificar la temperatura. En el compartimiento de comida fresca debe estar entre los 3 y los 5°C y en el congelador en -15°C.

El refrigerador es uno de los aparatos que consume más energía en el hogar.

Usarlo adecuadamente ahorra energía y reduce gastos.

Si tiene un congelador para almacenado a largo plazo, la temperatura deberá ser de -18°C.

- Verifique que el termostato esté en perfectas condiciones y que los ciclos se completen.
- No guarde los alimentos en el refrigerador mientras estén calientes.
- Tape bien los líquidos para evitar evaporaciones y la formación de hielo en el congelador.

- Para permitir la circulación del aire, no amontone charolas .
- Abra las puertas sólo cuando sea necesario y ciérrelas de inmediato para evitar que entre el aire caliente y se salga el frío.
- Descongele el refrigerador y limpie con un paño húmedo el cochambre que se acumula en la parte posterior por lo menos cada dos meses.
- Limpie los tubos del condensador ubicados en la parte posterior o inferior del aparato por lo menos dos veces al año.
- Recuerde darle mantenimiento periódico para prevenir fugas.

Si va a comprar un refrigerador nuevo, compare precios, capacidad y consumo de energía. Revise la etiqueta de eficiencia energética, que significa que ese aparato cumple con la Norma Oficial Mexicana. Recuerde que los de deshielo automático consumen 30% más de electricidad y eso redunda en mayores gastos.

Plancha

- Revise la superficie de la plancha para que esté siempre tersa y limpia; así se transmitirá el calor de manera uniforme.
- Planchee de preferencia durante el día.
- Rocíe la ropa ligeramente sin humedecerla demasiado.
- Planchee primero la ropa que requiere menos calor y continúe con la que necesite más, a medida que la plancha se calienta. Desconéctela poco antes de terminar para aprovechar la temperatura acumulada.
- Trate de planchar la mayor cantidad de ropa en una sola sesión. Conectar muchas veces la plancha gasta más energía que mantenerla encendida por un rato.

La plancha es otro de los aparatos que consume mucha energía.

Utilizarla de manera ordenada y programada ahorra energía y reduce los gastos

Lavadora

La lavadora nos facilita la vida.

Usémosla de acuerdo con su capacidad y posibilidades para lograr el ahorro de energía y la reducción de gastos.

- Llene la lavadora con la carga de ropa apropiada de acuerdo con su capacidad. Si se pone menos ropa se gastará mucha agua y electricidad; si se sobrecarga, la ropa quedará mal lavada.
- Utilice sólo el detergente necesario; el exceso produce mucha espuma y hace trabajar al motor más de lo conveniente.
- Remoje las prendas antes de lavarlas para evitar un doble lavado.
- Disminuya las sesiones de lavado por semana.
- Utilice la secadora de ropa sólo cuando sea indispensable; aproveche el Sol para secar la ropa y eliminar bacterias.

Televisión

- Encienda la televisión sólo cuando realmente quiera ver un programa.
- Reúna a todos los miembros de la familia ante un mismo aparato televisor, cuando quieran ver el mismo programa.

- Mantenga bajos los niveles de iluminación en el lugar donde vea la televisión, así evitará los reflejos y ahorrará energía.
- Use el reloj programador (sleep, timer); de esta manera el aparato se apagará cuando usted lo decida.

Encienda el televisor sólo cuando esté dispuesto a ver algún programa; así logrará ahorrar energía y reducir gastos

Licuada

La licuadora, ese aparato que tanto usamos en la preparación cotidiana de los alimentos, también nos permite ahorrar energía y reducir gastos.

- Revise que las espas siempre tengan filo y no estén rotas.
- Evite el triturado de piezas enteras o semillas y especias en seco, ya que se fuerza el motor.
- Muela de preferencia todas las porciones que se van a necesitar de una sola vez, en lugar de hacerlo por partes.
- Revise minuciosamente el buen funcionamiento del aparato y mantenga limpios sus componentes.

El ahorro de gas en la cocina

- Mantenga cerrados los pilotos de la estufa y enciéndalos sólo mientras esté cocinando.
- Forre con papel aluminio las hornillas de la estufa para que el calor se refleje hacia arriba.
- Cierre la llave del gas inmediatamente después de usarla.
- Utilice ollas y sartenes de diámetro igual o ligeramente mayor que el de la hornilla y con el fondo totalmente plano.
- Utilice de preferencia la olla de presión; por lo general los alimentos se cuecen más rápidamente de este modo.
- Tape bien las ollas; así no se desperdicia el calor.
- Use poca agua cuando cocine en baño María para que el calor pase más rápidamente.
- Saque con anticipación, del congelador los alimentos que preparará. Así evitará consumir energía para descongelarlos.
- Utilice el horno sólo cuando tenga que preparar o calentar mucha comida. Se gasta menos energía cuando se usan las hornillas.
- Apague el horno un poco antes de que los platillos estén listos. Éste conservará suficiente calor para terminar la cocción de los alimentos.
- Controle el tiempo para hornear cada platillo y abra el horno el menor tiempo y lo menos posible para que no se salga el calor.
- Prepare comida fría por lo menos una vez a la semana.

El ahorro de gas en el calentador

El calentador permite cotidianamente el ahorro de energía y la reducción de gastos.

- Instale el calentador lo más cerca posible del lugar donde se usa el agua.
- Utilice preferentemente calentadores de paso que sólo se encienden cuando es preciso.
- Ajuste la temperatura al nivel mínimo necesario.
- Revise que no haya fugas de gas ni de agua para evitar peligros y gastos innecesarios.
- Cierre la llave del gas por la noche o cuando no se utilice, sobre todo al salir de vacaciones.
- Utilice agua fría cuando la caliente no sea indispensable.
- Báñese en la tarde durante la época de frío, ya que en la mañana la temperatura es más baja y se necesita una mayor cantidad de gas para calentar el agua.
- Trate de que los miembros de la familia se bañen uno después de otro; esto permitirá encender sólo

una vez el calentador.

APARATOS DE CLIMATIZACIÓN

Hay tres aparatos que pueden brindarle comodidad durante la época de calor: el ventilador, el aire lavado o cooler (humidificador de ambiente) y el aire acondicionado.

Ventilador

En clima cálido seco, utilice aire lavado o cooler en lugar de aire acondicionado; es más económico y consume menos energía.

- Conserve las aspas limpias.
- Vigile la instalación de los ventiladores de techo: una instalación inadecuada puede resultar peligrosa y además consumir mayor cantidad de energía eléctrica.

Aire lavado o cooler

- Límpielo a fondo y píntelo correctamente cada vez que lo requiera, con el fin de evitar la posible oxidación.
- Revise periódicamente los cables y cambie los que estén dañados.
- Engrase las partes mecánicas del motor y chumaceras.
- Revise el funcionamiento adecuado de bandas, poleas y bombas de agua.
- Nivele el equipo.
- Reemplace la paja o espen de las paredes.
- Coloque el equipo en lugares sombreados.
- Revise que no haya obstrucciones a las corrientes de aire, tanto interiores como exteriores.

Para refrescar el clima use los aparatos adecuados conforme a sus necesidades. Ahorre energía y disminuya sus gastos.

Aire acondicionado

- Desconecte el aire acondicionado al salir de la habitación.
- Adecúe la temperatura del aire acondicionado para dormir sin cobijas. Si dispone también de un ventilador, es aconsejable que al estar fría la habitación se apague el aire acondicionado y sólo se encienda el ventilador. De esta manera, la habitación se mantendrá fresca y no se gastará tanta energía.
- Lleve a cabo una limpieza general del equipo, quítele todo el polvo y el moho. Pinte la unidad para evitar su oxidación, si es necesario.
- Revise periódicamente si la unidad necesita gas refrigerante.
- Cuide que el motor, los alambrados y el termostato funcionen correctamente; en caso contrario, repárelos utilizando el accesorio adecuado.
- Limpie el filtro de aire cada 15 días. Los filtros sucios y los depósitos saturados de polvo provocan que el motor trabaje sobrecargado y reduzca su utilidad.
- Dé mantenimiento a todo el equipo cada año. Está comprobado que los aparatos de aire acondicionado que tienen 2 años o más sin mantenimiento consumen el doble de energía.
- En verano evite que los rayos solares caigan directamente sobre las ventanas. Utilice toldos, aleros inclinados, persianas o cortinas con recubrimiento de aluminio, polarizado de vidrios o películas plásticas.
- Al comprar un equipo de aire acondicionado, verifique que tenga la capacidad necesaria y nunca superior a la que usted requiera.

LOS AISLAMIENTOS TÉRMICOS

Las comodidades que generan la calefacción y el aire acondicionado nos permiten que la vida sea agradable en el hogar. Además con los aislamientos térmicos ahorramos energía y reducimos gastos.

El aislamiento térmico permite ahorrar hasta 50% de la energía que se utiliza para la calefacción o el aire acondicionado. Para lograrlo, puede realizar lo siguiente:

- Mantenga puertas y ventanas cerradas. Ábralas sólo cuando sea indispensable renovar el aire: el mejor momento para renovarlo es cuando el aire exterior está fresco.
- Tape y selle todo tipo de hendiduras para asegurar que el aire acondicionado quede perfectamente aislado (cambie vidrios rotos, selle orificios por los cuales pueda escaparse el aire). Lograr un óptimo aislamiento térmico permite protegerse mejor del frío en la temporada invernal.
- Revise que todos los conductos estén debidamente aislados si el aire acondicionado es integral. Aísle la pared; esto generalmente requerirá 2/3 del espesor que se aplique al techo.

EL AHORRO DE ENERGÍA EN EL AUTOMÓVIL

- Afine el motor periódicamente; con ello se consume menos energía y se contribuye a disminuir la contaminación ambiental.
- Mantenga las llantas a presión normal.
- No acelere ni frene bruscamente.
- Caliente el motor menos de un minuto.
- No llene el tanque de gasolina hasta que se derrame.
- Evite llevar artículos innecesarios dentro del automóvil.
- Procure utilizar su automóvil lo menos posible. Se recomienda viajar en forma colectiva, planear por escrito tanto la ruta diaria, como las compras y efectuarlas una vez a la semana o quincenalmente.
- Al comprar un auto nuevo compare el consumo de gasolina de los diferentes modelos y tome en cuenta este factor antes de decidirse por alguno.
- Trasladarse de un lugar a otro es necesario, no así el hacerlo siempre en auto. Si es posible camine, si no, utilice de preferencia el transporte colectivo.

IDEAS ÚTILES PARA EL AHORRO DE ENERGÍA

Los árboles y las plantas adornan la casa y también ayudan a mantener temperaturas más benignas si los plantamos en lugares estratégicos. El beneficio que obtenemos es el ahorro de energía y la reducción de gastos.

Plante árboles en lugares estratégicos, ya que estos ayudan a desviar las corrientes de aire frío en invierno y proporcionan sombra en verano.

Evite la entrada de calor por las banquetas. Para lograrlo, deje una franja de tierra con plantas entre la banqueta y los muros de la casa.

Evite el uso de chimeneas; son muy decorativas pero contaminan. Además, la madera puede emplearse para la producción de otras cosas, como por ejemplo papel, muebles, lápices y carbón.

Productos que contribuyen al ahorro de energía

Las innovaciones tecnológicas ofrecen alternativas más económicas para lograr el ahorro de energía y la reducción de gastos.

Use baterías recargables. Además de facilitar el ahorro económico, contaminan menos.

- Una batería recargable sustituye aproximadamente a 100 desechables.
- Compre aparatos tales como calculadoras, relojes y otros, que funcionen con energía solar.

Formas de verificar el consumo de energía eléctrica

Después de seis meses de poner en práctica estas recomendaciones conviene que verifique periódicamente el consumo de energía eléctrica y compruebe los ahorros alcanzados.

El medidor de energía eléctrica es un aparato muy confiable, ya que registra la cantidad de kilowatts-hora que se consumen en el hogar. (Un kilowatt-hora es la energía que consumen 10 focos de 100 watts durante una hora).

El medidor tiene 4 carátulas que, de izquierda a derecha, representan millares, centenas, decenas y unidades. Cuando se lleva a cabo la lectura, debe tomarse el menor de los números entre los cuales se encuentre la aguja. Por ejemplo, el medidor de la ilustración indica que la lectura es de 1532 kilowatts-hora.

El consumo en kilowatts-hora es el resultado de la diferencia entre la lectura que se realiza al inicio de un período y la que se realiza al final del mismo. Las cifras de estas lecturas aparecen en el recibo de luz como *lectura actual* y *lectura anterior*.

¿Qué podemos ahorrar con los productos reciclables?

El papel

- Reciclar 100 kilogramos de papel salva la vida de 7 árboles.
- Reciclar una tonelada de papel permite ahorrar 20,000 litros de agua.
- Reciclar todo el papel que se produce en México durante un año equivale a ahorrar 33% de la energía que se necesita para renovarlo.

El vidrio

Reciclar el vidrio permite el ahorro de 32% de la energía que se requiere para hacerlo nuevo.

Latas de acero y aluminio

- Veintidós millones de latas de acero se consumen diariamente en México.
- Producir acero nuevo cuesta cuatro veces más que reciclarlo.
- Reciclar el aluminio representa un ahorro de 91% de la energía que se requiere para renovarlo.
- Reciclar el aluminio evita las altas emanaciones de gases a la atmósfera y con ello se reduce la contaminación del aire.

Cómo aprovechar la basura y ahorrar energía

Trate de utilizar productos que sean reciclables y separe la basura en 4 botes de la siguiente manera:

- el papel (incluyendo el periódico)
- latas de aluminio (botes de jugos, refrescos)

- vidrio (botellas, objetos rotos)
- basura orgánica (cáscaras de fruta, cascarones de huevo, restos de comida).

Con lo anterior no sólo ahorrará energía, también obtendrá ingresos adicionales por la venta de algunos de estos materiales.

Le recomendamos, además, que no queme basura a cielo abierto, ya que contamina el aire.

El problema de la conservación de la energía, lo mismo que sus consecuencias sobre la economía familiar y social y la protección ambiental hacen que ningún esfuerzo que se realice para resolverlo deba juzgarse como intrascendente o que algún sector de consumidores se considere menos significativo como para permanecer al margen de este estímulo.

Mantener el calentador de gas encendido todo el día, utilizar un automóvil en viajes cortos para los cuales el empleo del vehículo es innecesario, pagar por productos cuya fabricación supone un alto consumo de energía y se convierten rápidamente en basura, son ejemplos cuya trascendencia radica no sólo en que afectan el consumo global de la energía, sino que además descubren hábitos de conducta de las personas cuya transformación está en manos de las personas mismas.

El propósito de las acciones en favor del ahorro y uso eficiente de la energía no significa reducir el nivel de bienestar o el grado de satisfacción de nuestras necesidades cotidianas, sino invitar a la reflexión y al cambio de los hábitos al igual que al de las actitudes que conduzcan a una mayor eficiencia en el uso de la energía, al empleo racional de los recursos energéticos, a la protección de la economía de nuestras familias y la preservación del entorno natural del hombre.

¿CÓMO VERIFICAR EL CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA?

Después de practicar las medidas expuestas en esta guía, podemos dar seguimiento al ahorro alcanzado, llenando una tabla de consumo y ahorro de energía.

En el caso del consumo de energía eléctrica, se sugiere empezar el registro en el momento del corte, es decir cuando la Compañía de Luz efectúa la lectura del medidor, la cual aparece en su recibo de pago abajo del título "fecha de corte". Una vez realizadas la lectura de inicio de ciclo y, dos meses después, la de fin del ciclo, podemos conocer el consumo de energía eléctrica y el ahorro logrado.

Ejemplo:

TABLA DE CONSUMO Y AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA					
PERIODO	LECTURA ACTUAL	LECTURA ANTERIOR	CONSUMO (kWh)	DIFERENCIA DE CONSUMO (kWh)	OBSERVACIONES
jul-ago 93	8386	8132	254		inicio del registro adquirir lámparas ahorradoras
sep-oct 93	8662	8386	276	22	
nov-dic 93	8925	8662	263	13	el consumo disminuyó

El caso del gas es sencillo. Verifique la **lectura del medidor** del tanque junto con la fecha, si es estacionario. En la siguiente carga anote la fecha y compruebe de nuevo la lectura. Si no es estacionario, el gas se entrega en recipientes con capacidad para 20, 30 y 45 litros; sólo asegúrese de conocer la **capacidad del tanque** y la fecha en la cual lo cambia. Así sabrá su consumo por ciclos de carga.

Ejemplo:

TABLA DE CONSUMO Y AHORRO DE GAS				
FECHA DE ENTREGA	CONSUMO ANTERIOR	CONSUMO ACTUAL	DIFERENCIA DE CONSUMO	OBSERVACIONES
09-jul-94		190		inicio
11-oct-94	190	196	6	cerrar pilotos
08-ene-95	196	137	59	ahorro logrado

En el automóvil puede verificar el **consumo de gasolina por kilometraje**; basta sólo con medir el volumen en litros de gasolina cargada y los kilómetros recorridos.

Para iniciar, llene el tanque y anote el kilometraje; cuando vuelva a llenarlo anote el kilometraje y la cantidad de combustible; así, tenemos que el rendimiento promedio por litro es el **recorrido total** (km) entre el **consumo total** (litros).

Ejemplo:

KILOMETRAJE	CANTIDAD DE COMBUSTIBLE (litros)	RENDIMIENTO POR LITRO (km l)	OBSERVACIONES
43534			
43934	39	10.25	llenado del tanque (sin afinar)
44104			llenado del tanque
44505	30	13.33	afinación

SISTEMAS TÉRMICOS SOLARES

Introducción.

Los Sistemas fototérmicos convierten la radiación solar en calor y lo transfieren a un fluido de trabajo. El calor se usa entonces para calentar edificios, agua, mover turbinas para generar electricidad, secar granos o destruir desechos peligrosos. Los Colectores Térmicos Solares se dividen en tres categorías:

- **Colectores de baja temperatura.** Proveen calor útil a temperaturas menores de 65° C mediante absorbedores metálicos o no metálicos para aplicaciones tales como calentamiento de piscinas, calentamiento doméstico de agua para baño y, en general, para todas aquellas actividades industriales en las que el calor de proceso no es mayor a 60° C, por ejemplo la pasteurización, el lavado textil, etc.
- **Colectores de temperatura media.** Son los dispositivos que concentran la radiación solar para entregar calor útil a mayor temperatura, usualmente entre los 100 y 300° C. En esta categoría se tienen a los concentradores estacionarios y a los canales parabólicos, todos ellos efectúan la concentración mediante espejos dirigidos hacia un receptor de menor tamaño. Tienen el inconveniente de trabajar solamente con la componente directa de la radiación solar por lo que su utilización queda restringida a zonas de alta insolación.
- **Colectores de alta temperatura.** Existen en tres tipos diferentes: los colectores de plato parabólico, la nueva generación de canal parabólico y los sistemas de torre central. Operan a temperaturas mayores a los 500° C y se usan para generar electricidad y transmitirla a la red eléctrica; en algunos

países estos sistemas son operados por productores independientes y se instalan en regiones donde las posibilidades de días nublados son remotas.

Sistemas Térmicos Solares. Tecnologías.

Colectores de baja temperatura

El colector solar plano es el aparato más representativo de la tecnología solar fototérmica. Su principal aplicación es en el calentamiento de agua para baño y albercas, aunque también se utiliza para secar productos agropecuarios mediante el calentamiento de aire y para destilar agua en comunidades rurales principalmente.

Esta constituido básicamente por :

- 1.- Marco de aluminio anodizado.
- 2.- Cubierta de vidrio templado, bajo contenido en hierro.
- 3.- Placa absorbedora. Enrejado con aletas de cobre.
- 4.- Cabezales de alimentación y descarga de agua.
- 5.- Aislante, usualmente poliestireno, o unicel
- 6.- Caja del colector, galvanizada.

Para la mayoría de los colectores solares se tienen dimensiones características. En términos generales la unidad básica consiste de un colector plano de 1.8 a 2.1 m² de superficie, conectado a un termotanque de almacenamiento de 150 a 200 litros de capacidad; a este sistema frecuentemente se le añaden algunos dispositivos termostáticos de control a fin de evitar congelamientos y pérdidas de calor durante la noche. Las unidades domésticas funcionan mediante el mecanismo de termosifón, es decir, mediante la circulación que se establece en el sistema debido a la diferencia de temperatura de las capas de líquido estratificadas en el tanque de almacenamiento. Para instalaciones industriales se emplean varios módulos conectados en arreglos serie-paralelo, según el caso, y se emplean bombas para establecer la circulación forzada.

El problema antes mencionado puede ser atacado mediante un amplio espectro de posibilidades tecnológicas termosolares, probadas todas ellas, en las que se puede confiar para reducir el impacto ambiental en las grandes ciudades de la República.

Colectores de media y alta temperatura

Los sistemas tipo canal parabólica usan reflectores parabólicos en una configuración de canal para enfocar la radiación solar directa sobre un tubo largo que corre a lo largo de su foco y que conduce al fluido de trabajo, el cual puede alcanzar temperaturas hasta de 500° C.

La generación fototérmica de electricidad es actualmente una de las aplicaciones más extensas de la energía solar en el mundo. Existen más de 2.5 millones de m² de concentradores solares instalados en 9 plantas Solar Energy Generation System (SEGS) de la Compañía Luz de Israel, que representan 354 MW y más del 85% de la electricidad producida con energía solar. La compañía Luz salió del mercado en 1991 a causa de la reducción que se dió paralelamente en los costos de los energéticos convencionales y en los subsidios a los energéticos renovables en los Estados Unidos. Sus plantas usan aceite sintético como medio de transferencia de calor en el campo de concentradores; como circuito primario, el calor recogido por el aceite se intercambia posteriormente con agua donde se lleva a cabo la generación de vapor, el cual a su vez se expande para

completar un ciclo Rankine. Durante los periodos de baja insolación, o bien para nivelar la oferta, se asisten con gas natural.

Actualmente se ha introducido el ciclo combinado para mejorar la eficiencia termodinámica de estos sistemas y se estudia en varios países, entre ellos México, la posibilidad de generar directamente el vapor en el campo de concentradores. Con esto se espera lograr llevar los precios de generación a niveles competitivos con las plantas termoeléctricas convencionales.

Existen otros sistemas, no comerciales aún, como los de torre central que usan heliostatos (espejos altamente reflejantes) para enfocar la luz solar, con la ayuda de una computadora y un servomecanismo, en un receptor central. Los sistemas parabólicos de plato usan estos reflectores para concentrar la luz del sol en un receptor montado arriba del plato, en su punto focal.

ENERGÍA SOLAR.

Recurso.

En 1975 el Instituto de Ingeniería de la UNAM generó la primera versión de los mapas de irradiación global diaria promedio mensual para México, utilizando datos de insolación de 54 estaciones meteorológicas del Sistema Meteorológico Nacional (SMN). Posteriormente, mediante la ampliación de la base de datos proporcionada por el SMN, se publicó la actualización de dichos mapas de irradiación. El modelo aplicado por Rafael Almanza, investigador del Instituto de Ingeniería, tiene desviaciones menores del 10 por ciento y fue desarrollado en la India, situación que hizo más confiable su aplicación en México, ya que tanto la latitud, como los climas en ambos países son semejantes. Actualmente este modelo es el más consultado en México para estimar las cantidades totales de radiación diarias sobre superficies horizontales.

En términos generales la problemática existente para la evaluación de la irradiación solar, se plantea a nivel de los siguientes puntos:

- mantenimiento y calibración de los equipos de medición
- control de calidad
- problemas asociados al manejo de datos
- falta de técnicos capacitados para la operación de las estaciones solarimétricas
- falta de elaboración de manuales especializados
- falta de un centro especializado para la concentración de datos de radiación solar

Desarrollos y aplicaciones actuales.

Proyectos:

- Tonatiuh
- Centro Médico Nacional 20 de Noviembre ISSSTE
- Calentamiento de agua en instalaciones del sector hotelero
- Instalaciones deportivas del club UNAM, Pumas
- Centro Campestre Ecológico Asturiano
- Sistema Solar para los Baños de la UAM Iztapalapa
- Planta Solar Experimental

Proyecto:	Tonatiuh
------------------	-----------------

Institución Ejecutora:	Subsecretaría de mejoramiento del ambiente, Secretaría de Salud Pública y Sociedad Sofretes de Francia.
Lugar:	San Luis de la Paz, Guanajuato.
Fecha:	1975.
Participantes:	
Descripción:	Una central de generación eléctrica termosolar de 30 kW con freón como fluido de trabajo. Tenía 1500 m2 de colectores planos. El proyecto incluía 10 instalaciones de bombeo de aproximadamente 40 m2 de colectores planos y bomba hidráulica usando gas LP como fluido de trabajo las cuales fueron distribuidas en varios estados.
Estado actual:	En ruinas.
Comentarios:	Tecnología extranjera.
Proyecto:	Centro Médico Nacional 20 de Noviembre ISSSTE.
Institución Ejecutora:	Aquasol S.A.de C.V. Módulo Solar y Constructora ICA.
Lugar:	México, D.F.
Fecha:	1993.
Participantes:	Jaime Sotomayor, Carlos Sotomayor y Octavio García.
Descripción:	1000 m2 de área de captación alucobre y cobre en módulos de 1.9 m2 a circulación forzada para calentar agua de todo el hospital. Capacidad 50 a 60 m3 diarios.
Tiempo de operación:	Desde 1994 a la fecha.
Estado actual:	En operación.
Comentarios:	Tecnología nacional.
Proyecto:	Calentamiento de agua en instalaciones del sector hotelero.
Institución Ejecutora:	CELSOL S.A. de C.V.
Lugar:	Hotel Cancún Palace, Cancún Q. Roo.
Fecha:	Febrero de 1994.
Participantes:	Celsol.
Descripción:	468 colectores solares planos con una superficie de captación de 936 m2 para calentar 85000 litros de agua al día a 55° C.
Tiempo de operación:	Desde su instalación.
Estado:	En reparaciones.
Comentarios:	Tecnología propia.
Proyecto:	Instalaciones deportivas del club UNAM, Pumas.
Institución Ejecutora:	Módulo Solar, Energía y Ecología S.A., ICA.
Lugar:	México D.F.

Fecha:	
Participantes:	Octavio García, Juan José Díaz Infante, Diego Alfonso Sámano.
Descripción:	Un campo inicial de 170 m2 con expansión al doble para el agua caliente de baños y cocina. Respaldo fotovoltaico de emergencia, y en fase de pruebas un sistema híbrido solar-eólico para iluminación de emergencia.
Estado actual:	En arranque y pruebas.
Comentarios:	Tecnología local y extranjera.
Proyecto:	Centro Campestre Ecológico Asturiano.
Institución Ejecutora:	Módulo Solar, Adrian's de México, Energía y Ecología.
Lugar:	
Fecha:	Carretera Cuautla-Chalco km 57.
Participantes:	Octavio García, J.J. Díaz Infante, D.A. Sámano.
Descripción:	Casi 4000 m2 en dos campos, uno de 1800 m2 para alberca de olas de 2500 m3, otros dos campos, 1000 m2 cada uno para uso de agua caliente para baños, vestidores y usos generales.
Tiempo de operación:	1991 a la fecha.
Estado:	En operación.
Comentarios:	Tecnología propia.
Proyecto:	Sistema Solar para los Baños de la UAM Iztapalapa.
Institución Ejecutora:	UAM Iztapalapa, Heliotecnica S.A. de C.V.
Lugar:	Unidad Iztapalapa de la UAM, México D.F.
Fecha:	1989.
Participantes:	Jorge Encinas, Jorge Chernikoff, Alberto Valdés.
Descripción:	197.6 m2 de colectores solares planos y un termotanque de 10,000 litros para abastecer de agua caliente los baños del gimnasio.
Tiempo de operación:	Operó ininterrumpidamente durante dos años hasta que los colectores se fracturaron al parecer por congelamiento.
Estado actual:	En reparación.
Comentarios:	Tecnología propia.
Proyecto:	Planta Solar Experimental.
Institución Ejecutora:	Instituto de Ingeniería UNAM
Lugar:	México, D.F.
Fecha:	1980-1982
Participantes:	Rafael Almanza, José Luis Fernández, Luis Palacios, Alberto Valdés, Eugenio Montes, Enrique Barrera.
Descripción:	Sistema de Generación fototérmica de 10 kWe a partir de un campo de 16 módulos de

	concentradores tipo canal parabólica de 34.5 m ² c/u. La generación se realizaba en base a un ciclo Rankine binario, con aceite térmico en la etapa de colección de energía y agua para la generación de potencia.
Tiempo de operación:	Operó parcialmente de 1982 a 1983.
Estado actual:	Se realizan experimentos de generación directa de vapor en los tubos absorbedores.
Comentarios:	Desarrollo tecnológico.

SISTEMAS SOLARES FOTOVOLTAICOS. Introducción.

Los Sistemas fotovoltaicos convierten directamente parte de la energía de la luz solar en electricidad. Las celdas fotovoltaicas se fabrican principalmente con silicio, el segundo elemento más abundante en la corteza terrestre, el mismo material semiconductor usado en las computadoras. Cuando el silicio se contamina o dopa con otros materiales de ciertas características, obtiene propiedades eléctricas únicas en presencia de luz solar. Los electrones son excitados por la luz y se mueven a través del silicio; este es conocido como el efecto fotovoltaico y produce una corriente eléctrica directa. Las celdas fotovoltaicas no tienen partes móviles, son virtualmente libres de mantenimiento y tienen una vida útil de entre 20 y 30 años.

La conversión directa de la parte visible del espectro solar es, quizá, la vía más ordenada y estética de todas las que existen para el aprovechamiento de la energía solar. Desafortunadamente esta tecnología no se ha desarrollado por completo en México. Si bien los módulos fotovoltaicos son relativamente simples, su fabricación requiere de tecnología sofisticada que solamente está disponible en algunos países como Estados Unidos, Alemania, Japón y España entre otros.

Las celdas solares fueron comercializadas inicialmente en 1955. Las investigaciones iniciales en este campo se enfocaron al desarrollo de productos para aplicaciones espaciales, siendo su primera utilización exitosa en los satélites artificiales; sus principales características (simplicidad, bajo peso, eficiencia, confiabilidad y ausencia de partes móviles) las hicieron ideales para el suministro de energía en el espacio exterior. A la fecha las celdas que han alcanzado mayor grado de desarrollo son las de silicio cristalino, tecnología que predomina en el mercado mundial debido a su madurez, confiabilidad en su aplicación y sobre todo, a su vida útil que va de los 20 a los 30 años. Por otra parte las celdas de película delgada, entre ellas el silicio amorfo, han alcanzado cierto grado de popularidad debido a su bajo costo, sin embargo su baja durabilidad, debido a la degradación, las sitúa por debajo de las celdas cristalinas.

Desde principios de la década de los años 80, cuando comenzaron a establecerse compañías fotovoltaicas en los Estados Unidos, el National Renewable Energy Laboratory (NREL) estableció los métodos y estándares de prueba y funcionamiento para los módulos fotovoltaicos. Estas actividades ayudaron a las compañías a reducir sus costos y mejorar funcionamiento, eficiencia y confiabilidad.

Desarrollos y aplicaciones actuales.

- Electrificación Fotovoltaica de Albergues Escolares
- Plantas Solares Fotovoltaicas
- Sistemas Híbridos

Proyecto:

Electrificación Fotovoltaica de Albergues Escolares

Institución Ejecutora:

CAPFCE, TSA

Lugar y Fecha de Instalación o Ejecución

Othón P. Blanco, Q. Roo, Abril-Mayo de 1993

Participantes:

Arturo Cajiga, Alberto Valdés, Carlos Valdés

Descripción Técnica:

Sistema de 1 KW a base de paneles fotovoltaicos con aplicaciones en corriente directa: 24 lámparas de 9W, 12 lámparas de 20W, 2 luminarios VSBP de 35 W, bomba de agua de 1/4 HP, 12 contactos CD/CD, 1 refrigerador de 12 pies cúbicos.

Tiempo y estado de operación

Desde 1993 en operación continua.

Comentarios

Tecnología extranjera con desarrollo de componentes nacionales.

Proyecto:	Plantas Solares Fotovoltaicas
Institución Ejecutora:	CFE, Gobiernos de los Estados, Condumex, Entec, TSA
Lugar y Fecha de Instalación o Ejecución	Diversas localidades de la república mexicana
Participantes:	Fernando Uria, Jorge Huacuz, Enrique Hill, Arturo Whaley, Alberto Valdés, José Clariond.
Descripción Técnica:	Sistema unifamiliar de electrificación rural compuesto por un módulo solar mono o policristalino de 48 a 75 watts, controlador de carga, centro de carga, batería plomo-ácido de 100 Amp-hr, contacto CD/CD con selector de voltaje y de tres a 4 lámparas fluorescentes compactas. El sistema proporciona cerca de 5 horas diarias de iluminación a plena carga.
Tiempo y estado de operación	En operación continua.
Comentarios	Se han instalado en el territorio nacional cerca de 35,000 sistemas fotovoltaicos unifamiliares de 50 a 75 watts de capacidad para electrificación doméstica rural. Principalmente se han utilizado para iluminación, TV y radiograbadores. La normatividad para estos sistemas fue desarrollada por el Instituto de Investigaciones Eléctricas y la ejecución estuvo a cargo de diferentes empresas contratistas a quienes se adjudicaba la obra bajo el esquema de licitación pública internacional. La supervisión técnica corría a cargo de la Comisión Federal de Electricidad.

ENERGIA EÓLICA

Históricamente las primeras aplicaciones de la energía eólica fueron la impulsión de navíos, la molienda de granos y el bombeo de agua, y sólo hasta finales del siglo pasado la generación de energía eléctrica. Actualmente las turbinas eólicas convierten la energía cinética del viento en electricidad por medio aspas o hélices que hacen girar un eje central conectado, a través de una serie de engranajes (la transmisión) a un generador eléctrico.

En lo que respecta a capacidad instalada, para finales de 1997 a nivel mundial se tenían instalados alrededor de 7700 MW. En México se cuenta con la central eólica de la Ventosa en Oaxaca, operada por CFE, con una capacidad instalada de 1.5 MW y una capacidad adicional en aerogeneradores y aerobombas, según el Balance nacional de energía de 1997, de alrededor de 2.4 MW.

Existen varias ventajas competitivas de la energía eólica con respecto a otras opciones, como son:

- Se reduce la dependencia de combustibles fósiles.
- Los niveles de emisiones contaminantes, asociados al consumo de combustibles fósiles se reducen en forma proporcional a la generación con energía eólica.
- Las tecnologías de la energía eólica se encuentran desarrolladas para competir con otras fuentes energéticas.
- El tiempo de construcción es menor con respecto a otras opciones energéticas.
- Al ser plantas modulares, son convenientes cuando se requiere tiempo de respuesta de crecimiento rápido.

La investigación y desarrollo de nuevos diseños y materiales para aplicaciones en aerogeneradores eólicos, hacen de esta tecnología una de las más dinámicas, por lo cual constantemente están saliendo al mercado nuevos productos más eficientes con mayor capacidad y confiabilidad.

Aplicaciones y Tecnologías.

Sistemas Eólicos. Descripción.

Un sistema conversor de energía eólica se compone de tres partes principales: (i) el rotor, que convierte la energía cinética del viento en un movimiento rotatorio en la flecha principal del sistema; (ii) un sistema de transmisión, que acopla esta potencia mecánica de rotación de acuerdo con el tipo de aplicación. Aplicación para cada caso, es decir, si se trata de bombeo de agua el sistema se denomina aerobomba, si acciona un dispositivo mecánico se denomina aeromotor y si se trata de un generador eléctrico se denomina aerogenerador.

El rotor puede ser de eje horizontal o vertical, éste recupera, como máximo teórico, el 60% de la energía cinética del flujo de viento que lo acciona. Esta formado por las aspas y la maza central en donde se fijan éstas y se unen a la flecha principal; el rotor puede tener una o más aspas. Un rotor pequeño, de dos aspas, trabaja a 900 revoluciones por minuto (rpm), en tanto que uno grande, de tres aspas y 56 metros de diámetro, lo hace a 32 rpm. El rotor horizontal de tres aspas es el más usado en los aerogeneradores de potencia, para producir electricidad trifásica conectada a los sistemas eléctricos de las empresas suministradoras.

La transmisión puede consistir en un mecanismo para convertir el movimiento rotatorio de la flecha en un movimiento reciprocante para accionar las bombas de émbolo de las aerobombas, que en el campo se utilizan para suministrar agua a los abrevaderos del ganado o a las viviendas. Para la generación de electricidad normalmente se utiliza una caja de engranes para aumentar las revoluciones a 900, 1,200 ó 1,800 rpm, para obtener corriente alterna trifásica de 60 ciclos por segundo.

En la actualidad, la generación de electricidad es la aplicación más importante de este tipo de sistemas. Los aerogeneradores comerciales alcanzan desde 500 hasta 1,000 kW de potencia nominal, tienen rotores de entre

40 y 60 m de diámetro y giran con velocidades que van de las 60 a las 30 rpm. Los generadores eléctricos pueden ser asíncronos o síncronos, operando a una velocidad y frecuencia constante, que en México es de 60 hz.. En el caso de aerogeneradores con potencias inferiores a los 50 kW también se utilizan generadores de imanes permanentes, que trabajan a menor velocidad angular (de entre 200 y 300 rpm), que no necesitan caja de engranes y que, accionándose a velocidad variable, pueden recuperar mayor energía del viento a menor costo.

Un sistema conversor de energía eólica es tan bueno como su sistema de control. La fuerza que ejerce el viento sobre la superficie en que incide es función del cuadrado de la velocidad de éste. Rachas de más de 20 metros por segundo, que equivalen a más de 70 km/hora, pueden derribar una barda o un anuncio espectacular, e incluso dañar un aerogenerador si éste no está bien diseñado o su sistema de control esta fallando.

En los aerogeneradores de potencia, el sistema de control lo constituye un microprocesador que analiza y evalúa las condiciones de operación considerando rumbo y velocidad del viento; turbulencia y rachas; temperaturas en el generador, en la caja de transmisión y en los baleros de la flecha principal. Además, muestrea la presión y la temperatura de los sistemas hidráulicos de los frenos mecánicos de disco en la flecha; sus rpm, así como los voltajes y corrientes de salida del generador. Detecta vibraciones indebidas en el sistema, optando por las mejores condiciones para arrancar, parar, orientar el sistema al viento y enviar señales al operador de la central eoloelectrica sobre la operación del mismo.

La torre que soporta al aerogenerador de eje horizontal es importante, ya que la potencia del viento es función del cubo de su velocidad y el viento sopla más fuerte entre mayor es la distancia más alto del suelo; por ello, el eje del rotor se sitúa por lo menos a 10 metros en aerogeneradores pequeños y hasta 50 o 60 metros del suelo, en las máquinas de 1000 kW. En un aerogenerador de 500 kW son típicas las torres de 40 metros, y estas pueden ser de dos tipos: La tubular, recomendada en áreas costeras, húmedas y salinas, y la estructural o reticular, propia de regiones secas y poca contaminación atmosférica, por ser más baratas y fáciles de levantar.

Sistemas Eólicos. Tecnologías.

A partir de las diversas experiencias internacionales de operación de grandes conjuntos de aerogeneradores modernos, constituyendo centrales eoloelectricas, de 1980 a 1995 se evolucionó de la máquina de 50 kW a la de 500 kW, estando actualmente en proceso de introducción las unidades de 750 y 1000 kW, las que se consideran el tope para este tipo de arquitectura y tecnologías actuales de grandes aerogeneradores.

La tecnología de materiales alrededor de los materiales compuestos, que permitan estructuras más esbeltas y ligeras, más resistentes a la oxidación y la corrosión, y más fuertes a la vez, así como de supermagnetos en los generadores, permitirán desarrollar nuevos conceptos más confiables y económicos, desde unidades de decenas de Watts hasta grandes aerogeneradores de potencia, trabajando en régimen de velocidad variable, aprovechando mejor la energía del viento y constituyendo junto con la energía hidroeléctrica, el soporte principal de la generación eléctrica en los sistemas nacionales. Para fines del año 2000 se esperan están instalados en el mundo, más de 14,000 MW. En Europa, Alemania, Dinamarca, el Reino Unido, España y Grecia tienen los programas más ambiciosos. En España, la empresa eléctrica de la Provincia de Navarra tiene planeada la instalación de 54 Centrales eoloelectricas y espera producir más del 50% de la energía que distribuye. La empresa eléctrica de la Provincia de Euskadi (País Vasco) también prevé un desarrollo importante, lo que ha ocasionado, paradójicamente, que grupos ecologistas protesten por lo que consideran excesivo.

Para el año 2020, la Asociación Europea de Energía Eólica, estima tener más de 20,000 MW instalados de potencia eólica para generación de electricidad. China y la India son dos países que han decidido dar un impulso grande a esta forma de generación eléctrica, para lo cual se han asociado con empresas europeas para fabricar en esos países el equipamiento requerido. En América Latina, Costa Rica y Argentina llevan la

delantera, con 20 y 9 MW respectivamente. En Argentina son las empresas eléctricas cooperativas de la Patagonia las que han dado el impulso, amén de que las leyes estatales de la Provincia de Chubut, obligan a un 10% de la generación eléctrica con energía eólica. México tiene una central de 1,575 kW en la Venta, Oaxaca, con planes de ampliarla a 54 MW. Nicaragua también tiene planes de instalar una central eólica de al menos 30 MW. En el Caribe, la empresa eléctrica de Curazao opera desde marzo de 1994 una centralita de 4 MW que fue la primera eoloeléctrica en América Latina y el Caribe.

En México, el desarrollo de la tecnología de conversión de energía eólica a electricidad, se inició con un programa de aprovechamiento de la energía eólica en el Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE) en febrero de 1977, cuando la Gerencia General de Operación de Comisión Federal de Electricidad, cedió al IIE la Estación Experimental Eoloeléctrica de El Gavillero, en las cercanías de Huichapan, Hidalgo, donde se pretendía energizar el ejido ya electrificado y con servicio, a partir de una microcentral eólica, integrada por dos aerogeneradores australianos Dunlite de 2 kW cada uno, un banco de baterías, y un inversor de 6 kW para alimentar la red de distribución del poblado. El inversor, construido por personal de CFE, fallaba arriba de los dos kW de demanda por problemas de calidad de componentes, por lo que físicamente no pudo realizarse el experimento, sin embargo, estando instrumentado el sitio, se tenían los promedios horarios de velocidad del viento y conociéndose las características de respuesta de los aerogeneradores era posible estimar numéricamente la energía que podría suministrarse al ejido. El régimen de vientos del lugar producía exceso de energía en verano y déficit en invierno para el consumo normal del poblado.

La Estación Experimental de El Gavillero se habilitó como centro de prueba de pequeños aerogeneradores y en ella se construyó además un simulador de pozo de agua para la prueba y caracterización de Aerobombas. La Estación estuvo en operación hasta 1996 en que fue desmantelada.

El IIE desarrollo y probó en El Gavillero, los siguientes prototipos de aerogeneradores:

1. De 1.5 kW, tres aspas de aluminio, con control centrífugo de ángulo de ataque.(1977–1978)
2. El Fénix, de 2 kW, eje horizontal y tres aspas fijas de lámina de hierro, y control de cola plegable.(1981–1983)
3. El Albatros I, de 10 kW, eje horizontal, 11 m de diámetro, tres aspavelas de estructura de Al y forradas de tela de dacrón de alta resistencia. (1981–1985)
4. El Albatros II, de 10 kW, eje horizontal, tres aspas de fibra de vidrio superdelgada con control por torcimiento del aspa. (1986–1987)
5. La segunda versión del Fénix, con tres aspas de fibra de vidrio. (1992–1995)
6. La Avispa, de 300 Watts, eje horizontal, tres aspas de fibra de vidrio y control por timón de cola plegable. (1990–1995)
7. También se desarrolló una aerobomba mecánica, denominada "Itia", de eje horizontal, 5 aspas metálicas, con potencia del orden de 1/4 de HP, que bombeaba agua de pozos de hasta 50 m de profundidad. Este sistema, probado también en El Gavillero, en el simulador de pozos, fue objeto de una patente para el IIE, y aunque se concedió licencia para su fabricación y comercialización, la carencia de un mecanismo de financiamiento de riesgo compartido, la dificultad para la creación de la red de distribución y servicios, como la falta de financiamiento a los usuarios potenciales, impidió su diseminación.

Las características de los aerogeneradores y su desarrollo se describen a continuación.

En 1978, un aerogenerador de 1.5 kW con rotor horizontal de tres aspas de lámina de Aluminio, que tenían

control del ángulo de ataque para regular la potencia entregada. Después de las pruebas de caracterización, que resultaron satisfactorias y corroboraban las expectativas de diseño, estando parado, frenado y con las aspas amarradas a la torre, un gran remolino lo impactó, arrancándole dos aspas y destruyéndolas. Los exámenes posteriores evidenciaron un error en los procedimientos de soldadura en atmósfera inerte, en el soporte rotatorio del mango del aspa. Dicho prototipo no fue reconstruido al evidenciarse problemas de suministro de componentes y materiales, así como del control de calidad en los procesos de fabricación.

Con la experiencia adquirida, se inició el diseño y desarrollo de un aerogenerador de 2 kW denominado Fénix –por el ave que resurge de sus propias cenizas– de tres aspas fijas de lámina de hierro, el que sometido a pruebas y mejoras, evolucionó a tres aspas de fibra de vidrio de alta eficiencia aerodinámica, generador trifásico de imanes permanentes y sistema de control a base de timón de cola plegable, que lo mismo limita la potencia que lo inhabilita para condiciones de vientos extremos. Este pequeño aerogenerador es capaz de proporcionar del orden de 250 kWh por mes, lo que permitiría energizar una vivienda rural con todos los servicios eléctricos usados responsablemente. Este aerogenerador es también objeto de trámites de patentes y su transferencia a la industria está disponible.

El Albatros I constituyó el mayor aerogenerador desarrollado en México, de 10 kW de potencia eléctrica, en base a un generador de imanes permanentes de 28 polos y rotor de tres aspas de 11 metros de diámetro, fue concebido para operar como aerobomba eléctrica, accionando en régimen de velocidad variable, una bomba eléctrica convencional, sumergida o vertical, de 7.5 a 10 HP, accionada con corriente trifásica a 220 Volts y frecuencia de 40 a 80 ciclos/segundo, dependiendo de la velocidad del viento. Del Albatros I se desarrollaron dos versiones, la aerobomba mecánica, con mecanismo de carrera variable, para optimar el aprovechamiento de la energía eólica en bombas de émbolo, y la eléctrica, trabajando en régimen de velocidad variable en la bomba, con el mismo fin, mejorar la eficiencia.

Este desarrollo se inició con el apoyo económico y asesoría de VITA (Volunteers in Technical Assistance) organización no lucrativa de divulgación técnica de los Estados Unidos para países en vías de desarrollo, que recibió financiamiento de la Fundación General Electric para este proyecto. Los trabajos posteriores en el Albatros II, y el Itia se realizaron con fondos proporcionados por el Programa Mar del Plata de la Organización de Estados Americanos (OEA). Este financiamiento en periodo de devaluaciones permitió habilitar un taller móvil y la construcción de un Túnel de Viento en la sede del IIE en Temixco, Mor.

Durante las pruebas de la versión eléctrica del Albatros I en El Gavillero, vientos enrachados estando en operación, provocaron la fractura de la estructura de aluminio de una aspavela, partiéndose a la mitad. La estructura del aspavela falló por errores en el proceso de soldadura al recalentar el larguero principal y degradar sus características de resistencia a la tracción, fracturándose con el esfuerzo. El dacrón importado, de alto costo y las dificultades constructivas de la estructura de la aspavela, llevó a reconsiderar el diseño del rotor.

El Albatros II, se desarrollo también alrededor del concepto de la vela, sin usar una tela de alta resistencia, alto costo y de importación, sino un remedo semi rígido de fibra de vidrio, en que por torsión del aspa se varían las características aerodinámicas de la misma y se controla y limita la potencia transferida al rotor. Este aerogenerador, mucho más esbelto y sencillo, funcionaba bien en sus primeras pruebas operacionales. Antes de ser instrumentado para su caracterización, ya que en la Estación de El Gavillero se probaban simultáneamente otros dos aerogeneradores, –el Fénix de 2 kW y el Colibrí de 5 kW, el único aerogenerador fabricado y comercializado en México desde principios de los 80's–, lo impactó un gran remolino, estando parado y frenado, levantando el conjunto de bastidor y rotor, de más de 600 kilos, al menos 30 centímetros para sacarlo del mecanismo de tornamesa que en la cúspide de la torre de 18 metros, permite la orientación del conjunto para darle la cara al viento cuando está en operación. La caída fue catastrófica, ya que el conjunto del rotor, de tres aspas y 11 metros de diámetro, con largueros de aluminio, fue totalmente destruido.

El IIE elaboró los anteproyectos de un aerogenerador de 50 kW y de otro de 100 kW para ser montado en las

inmediaciones de la Estación de El Gavillero junto a un pozo profundo donde se instaló una bomba de 100 HP. Proyecto que careció de respaldo económico para su ejecución.

Los recortes presupuestales, obligaron a concentrarse nuevamente en pequeños aerogeneradores, desarrollándose el Avispa de 300 Watts, utilizando un alternador de automóvil, el que producido industrialmente con un generador de imanes permanentes sería nominalmente de 500 Watts. El Avispa resume la experiencia de más de una década diseñando, construyendo y probando aerogeneradores. Desde su diseño se consideraron tres criterios básicos, su confiabilidad y su reproducibilidad industrial a bajo costo. Este aerogenerador es objeto de patentes en trámite, por soluciones novedosas en los mecanismos de control y ensamble. El Avispa, equivalente ahora a seis paneles fotovoltaicos de 50 Watts pico, permitiría en una vivienda rural, energizar el alumbrado con lámparas fluorescentes compactas, el radio durante el día y una televisión en la noche, así como un pequeño refrigerador, ya que proporcionaría del orden de 50 kWh al mes, en condiciones adecuadas de viento (5 m/s de promedio anual).

En el IIE se desarrollo también un pequeño aerogenerador de 50 Watts de 90 centímetros de diámetro, cuyo objetivo inicial era la recarga de las baterías automotrices usadas en energizar los anemómetros electrónicos con los que se realizaban los estudios del viento en los sitios de interés. Los anemómetros requerían al cabo de un mes de mediciones continuas que se reemplazaran las memorias y la batería por una recién cargada. La instalación de un pequeño aerogenerador en el mástil de los anemómetros mantendría permanentemente un nivel adecuado de carga en la batería. El desarrollo de la electrónica de estado sólido, permitió diseñar anemómetros electrónicos de muy bajo consumo eléctrico, siendo suficiente un par de pilas alcalinas para sustituir la batería automotriz.

El Instituto de Investigaciones Eléctricas, ha sido la única institución que por veinte años ha mantenido una ruta consistente de desarrollo de sistemas conversores de energía eólica, lo que se complementó con el desarrollo de anemocinémógrafos electrónicos, sistemas de prueba y adquisición de datos, un túnel de viento con un sistema de adquisición de datos en tiempo real, un laboratorio móvil de meteorología eólica, un taller móvil y la Estación Experimental de El Gavillero, Hgo.

Al lado de estas actividades, otras instituciones han incursionado en el desarrollo de sistemas conversores de energía eólica, como la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma del Estado de México, que desarrolló el Ehecatl de 1 kW. El Instituto de Ingeniería de la UNAM junto con el Centro de Investigaciones Biológicas de Baja California Sur, que desarrollaron otro prototipo de 1 kW. Las Facultades de Ingeniería de la Universidad Veracruzana y de la Universidad de Zacatecas, han realizado como trabajo de tesis, prototipos de pequeños aerogeneradores, usando alternadores automotrices.

A mediados de 1994 entró en operación en la Venta, Oaxaca, una central eoloelectrica de 1,575 kW, constituida por 7 aerogeneradores Vestas (Daneses) de 225 kW cada uno, como resultado de una licitación pública convocada por CFE. Esta central, construida en un lugar donde el IIE realizó mediciones desde 1984 y ubicó el sitio como uno de los más ventosos en el Sur del Istmo de Tehuantepec, presenta factores de planta anuales del orden del 60%, cuando la media en Dinamarca y California es del orden del 25%. Esta minicentral representa la primera experiencia para CFE de la interconexión de eoloelectricas al sistema eléctrico interconectado.

SISTEMAS HÍBRIDOS EÓLICO-SOLAR

Los sistemas híbridos son una tecnología emergente y, como tal, se encuentran en proceso de investigación; su arquitectura aún no está bien definida y por lo tanto, ni la filosofía de control ni el equipo correspondiente son tecnologías ya establecidas. El sistema de X-Calak (1992) representa la mayor instalación que se ha realizado en México bajo la concepción híbrida eólico-fotovoltaica y actualmente es objeto de análisis e investigación por parte de diferentes instituciones y empresas. El equipo de acondicionamiento de potencia, tal como los inversores de corriente, algunos convertidores y los controladores de carga, se encuentran apenas

en la etapa de prototipos industriales y poco se ha hecho para caracterizar el comportamiento en campo de las unidades disponibles comercialmente.

De cualquier manera, dado que los sistemas híbridos son por definición centralizados, es decir, proporcionan energía al usuario por medio de una red de distribución; falta definir el conocimiento preciso de las posibles ventajas que puedan presentar en comparación con los sistemas fotovoltaicos dispersos o distribuidos; este es un tema que debe ser analizado más profundamente antes de impulsar su desarrollo.

Potencial eólico

La determinación de la magnitud del recurso energético eólico de un país, en términos de reservas probadas y probables, como capacidad instalable en MW y generación posible en GWh, se realiza siguiendo una metodología semejante a la evaluación del potencial hidroeléctrico de un país. Se requiere de elaborar el inventario de cuencas eólicas y su caracterización, precisando los sitios, su extensión superficial en hectáreas, sus características topográfico eólicas, la rosa de los vientos, vientos energéticos, rumbos dominantes, etc. lo que permitiría configurar la distribución topográfica de los aerogeneradores, y determinar un índice de capacidad instalable por hectárea, que multiplicado por la superficie total, indicaría la capacidad total instalable en el sitio. La velocidad media del viento en el mismo, sería indicativa del factor de planta posible y por tanto de la generación bruta esperada en GWh/año. Este procedimiento cuantificaría reservas probables, la caracterización detallada, a nivel de estudio de factibilidad, demostraría una reserva probada.

El Consejo para el Desarrollo Sustentable de la Energía en Texas, realizó una evaluación preliminar de sus recursos de energías renovables, y en el caso específico de energía eólica, los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Potencial de producción eléctrica en terrenos ventosos en Texas

Clase de Potencia Eólica	Área	Porcentaje de Superficie del Estado	Capacidad Potencial (MW)	Potencial de Producción (TWh)	% del consumo en Texas
3	143,400	21.13%	396,000	860	371%
4	29,700	4.38%	101,600	231	100%
5	5,000	0.74%	21,600	48	21%
6	300	0.04%	1,600	4	2%
Total	178,400	26.29%	524,800	1,143	493%

Fuente: Texas Renewable Energy Resource Assesment. Julio 1995.

Densidad de Potencia en el viento según la clase.

Clase de Potencia Eólica	Densidad de Potencia (W/m ²)	Velocidad media del viento (m/s)	Viabilidad Comercial Marginal (Tarifas Actuales) Buena Muy Buena
3	300 a 400	6 a 7	Marginal
4	400 a 500	7 a 7.5	Buena
5	500 a 600	7.5 a 8	Muy Buena

6	600 a 800	8 a 8.75	Excelente
---	-----------	----------	-----------

Este cuadro limita el inventario a terrenos con ciertas características físicas y cercanos a carreteras y líneas de transmisión eléctrica, no está considerando la totalidad del territorio del Estado. La viabilidad comercial está en relación con costos de generación considerando el nivel de precios internacionales del petróleo y generación termoeléctrica que no contabiliza costos externos. Esta evaluación se realizó, y continúan los estudios a mayor detalle, utilizando la topografía digitalizada del territorio del Estado de Texas (INEGI tiene digitalizado el territorio nacional, disponible en diskettes y disco óptico) y modelos computacionales de dinámica de fluidos, lo que permite simular el flujo del viento sobre los accidentes topográficos de una gran superficie. La información de las estaciones del Servicio Meteorológico Nacional, de los aeropuertos y otras estaciones de medición anemométrica, actuando como datos de entrada, permiten identificar los lugares donde el viento se acelera, por encajonamiento o por el perfil topográfico, originando sitios con alto potencial energético eólico. La cuantificación del recurso, corresponde por tanto a identificar e inventariar los sitios de posible aprovechamiento.

El ejemplo del Estado de Texas muestra que el recurso energético eólico, es mucho más extenso de lo que se puede apreciar empíricamente y del análisis de la información de los Servicios Meteorológicos Nacionales. Estas mediciones son, en general, escasas. Normalmente se realizan en las inmediaciones o el interior de asentamientos humanos importantes, los instrumentos y la metodología de proceso de datos no corresponden a los requisitos de una caracterización eoloenergética ni corresponden a los sitios más ventosos. Esta información subestima el potencial eólico. El valor de la información del Servicio Meteorológico, radica en la caracterización cualitativa del viento en las diferentes regiones de un país, lo que constituye una información indispensable para extrapolar en tiempo y espacio los estudios detallados en lugares de interés, así como para los modelos de simulación.

El Instituto de Investigaciones Eléctricas inició en 1977 el análisis de la información meteorológica de México para determinar el potencial eólico nacional. Procesar los datos de la década de los 70's, de la información de los 67 observatorios con que contaba el SMN, fue un trabajo conjunto que ocupó varios años y sufrió un importante retraso por el terremoto del 85 que destruyó las computadoras de la Secretaría de Agricultura y las del SMN tuvieron que entrar en su apoyo. Para el SMN digitalizar los registros diarios de las observaciones meteorológicas de la década de los setentas, le llevó casi tres años de trabajo a mediados de los 80's, y al IIE otros tantos en depurar y procesar la información meteorológica del SMN, la que es importante para caracterizar cualitativamente el viento, su estacionalidad, rumbos dominantes, porcentaje de calmas, vientos dominantes y energéticos, pero no así para determinar el potencial energético eólico de un país.

Lo que en este momento se puede esperar, es que dados los graves disturbios climatológicos a escala mundial que se están viviendo como consecuencia del cambio climático originado por actividades humanas, y el sector energético es el principal responsable de ello, se tomen a nivel internacional medidas promocionales a la difusión masiva de tecnologías de generación eléctrica a partir de energías renovables. Si al inicio de próxima década, México arrancara un enérgico programa de desarrollo de centrales eoloeléctricas, podría alcanzarse la cifra de 5000 MW para el 2010, aun así para entonces, más de mitad de la generación eléctrica en México, sería a partir de combustibles fósiles.

Un programa de esta magnitud, en términos de beneficios ambientales, tendría los siguientes efectos: Evitar la instalación de centrales termoeléctricas y por tanto su consumo de agua en el altiplano central para sus sistemas de enfriamiento y las emisiones de gases de efecto invernadero, por otra parte, al no pagar por combustibles, sino por empleos, el desarrollo de centrales eoloeléctricas es lo que más empleos produce dentro del sector energético, beneficiando también a las comunidades donde se asientan, ya que la utilización del suelo interfiere marginalmente con los usos agrícolas o de pastoreo, permitiendo la continuidad de estas actividades y recibiendo una renta adicional por el arrendamiento de los espacios y derechos de vía para localizar aerogeneradores, tender líneas de interconexión y subestaciones eléctricas.

Resumen de agua dulce y emisiones evitadas por generación eoloelectrica.

La instalación de 5,000 MW eoloelectricos al año 2010, instalando a razón de 500 MW por año, implicaría para el 2011 una generación anual de 13,140 GWh de origen eólico, lo que evitaría por año, consumir 17.4 millones de metros cúbicos de agua y lanzar a la atmósfera 4.6 millones de toneladas de CO₂, considerando desplazamiento de gas natural únicamente.

El desarrollo de la capacidad de generación eléctrica con ciclos combinados a base de gas natural, puede ir montando la capacidad instalada para utilizar hidrógeno como combustible, ya que capacidad adicional de generación eléctrica con energía eólica, solar y oceánica (Olas, maremotriz y de corrientes) dada su naturaleza no despachable e intermitente, si pueden ser ampliamente utilizadas para generar hidrógeno vía procesos electrolíticos, el que bombeado al altiplano será fuente de energía y agua potable. El esfuerzo tecnológico industrial para la instalación de 5000 MW eólicos al año 2010, no terminaría ahí, sino que sentaría las bases para continuar con un mayor énfasis, considerando que el tope de capacidad instalada eoloelectrica, a mediados del próximo siglo, será del orden de la capacidad total instalada a la fecha en el Sistema Eléctrico Nacional, es decir, alrededor de 30,000 MW.

La apertura del Sector Eléctrico a la participación privada, social, y paramunicipal a la generación eléctrica para autoabastecimiento, cogeneración y pequeña producción independiente, permitirá efectivamente la inclusión masiva del aprovechamiento de fuentes renovables de energía, cuyo carácter difuso y de baja densidad, las hacen adecuadas para las explotaciones distribuidas, orientadas básicamente a la solución de problemas de abasto energético local. Solo la masividad de estos aprovechamientos les puede dar sentido en términos de oferta nacional de energía, y en el caso particular de la energía eólica, sólo la masividad y dispersión de las Centrales Eoloelectricas integradas al Sistema Nacional Interconectado, puede tener sentido en términos de aportación confiable de energía y capacidad al Sistema Eléctrico Nacional.

Por lo anterior, el escenario de penetración eoloelectrica a considerar, es el único con racionalidad energética, técnica y económica: el de llevarla al menos, al 10% de la capacidad instalada del Sistema Eléctrico Nacional. Lograr esta penetración para el año 2010, requiere de un esfuerzo extraordinario, tanto industrial para la construcción de partes y componentes, así como de exploración, caracterización y evaluación de sitios de explotación, y finalmente el proyecto, construcción y montaje de Centrales Eoloelectricas a razón de 500 MW por año, desde el 2002. Esto implica que, de 1998 al 2001, se tomen todas las provisiones legales, reglamentarias, fiscales, financieras, normativas, tarifarias, ambientales, operacionales, institucionales, y fundamentalmente estratégicas y de planeación, para que esto pueda ser posible.

Energía Minihidráulica. Descripción.

Los sistemas hidroelectricos relativamente pequeños pueden abastecer de energía a pequeños poblados. La fuente de agua puede ser un arroyo, un canal u otra forma de corriente que pueda suministrar la cantidad y la presión de agua necesarias, a través de la tubería de alimentación, para establecer la operación del sistema hidroeléctrico.

Una vez que el agua de un caudal se confina en la tubería de alimentación, es inyectada sobre las aletas de la turbina en el otro extremo. La turbina, a su vez, impulsa el generador y se produce energía eléctrica. Hay tres tipos principales de turbinas, las Pelton, las Kaplan y las Francis, siendo las del tipo Pelton las más populares debido a su versatilidad para operar en amplios rangos de caudales y presiones. Típicamente, en hidroenergía, se asume que se producirá mayor potencia cuando la presión dinámica (cuando el agua está siendo usada) es igual a las dos terceras partes de la presión estática (cuando el sistema está cerrado y no hay flujo).

Energía Minihidráulica. Recurso.

Los caudales que forman riachuelos y cascadas en las montañas pueden aprovecharse para impulsar turbinas y

generar energía eléctrica. La Organización Latinoamericana de Energía clasifica las centrales generadoras, según su tamaño, en: microcentrales hasta un límite de 50 KW, minicentrales de 50 a 500 KW y pequeñas centrales hidroeléctricas de 500 a 5,000 KW.

El potencial hidroeléctrico total nacional se estima en 53,000 MW, del cuál se tienen identificados 541 sitios con un potencial de 19,600 MW. Según los datos proporcionados por la CFE el potencial hidroeléctrico aprovechado actualmente para generación de electricidad asciende a los 9,121 MW en 77 centrales con una generación anual de poco más de 20,000 GWh al año.

El potencial estimado para centrales con capacidades instaladas menores a los 10 MW se sitúa en los 3,250 MW.

Actualmente se han instalado 34 centrales dentro de este rango de capacidad, en las que se ha instalado una capacidad total de 109 MW, generándose anualmente 479 GWh. Una tarea importante que se deberá cumplir en breve, a fin de promover el aprovechamiento de estos recursos, es el estudio de la factibilidad técnica y económica de desarrollar proyectos en los distintos sitios identificados.