



---

**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**  
**FACULTAD DE QUÍMICA**

**UN ENFOQUE ACTUAL DE LA ENERGÍA ALTERNATIVA EN MÉXICO**  
**TRABAJO MONOGRÁFICO DE ACTUALIZACIÓN**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE**  
**INGENIERO QUÍMICO**

**PRESENTA:**

**OSCAR HIRAM REYGADAS CEBALLOS**



**MÉXICO, D.F., 2014**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## **JURADO ASIGNADO:**

<b>PRESIDENTE:</b>	<b>Profesor:</b>	<b>José Antonio Ortiz Ramírez</b>
<b>VOCAL:</b>	<b>Profesor:</b>	<b>León Carlos Coronado Mendoza</b>
<b>SECRETARIO:</b>	<b>Profesor:</b>	<b>Alejandro León Íñiguez Hernández</b>
<b>1er. SUPLENTE:</b>	<b>Profesor:</b>	<b>Rolando Javier Bernal Pérez</b>
<b>2° SUPLENTE:</b>	<b>Profesor:</b>	<b>Giovana Vilma Acosta Gutiérrez</b>

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA: CIUDAD UNIVERSITARIA, MÉXICO D.F.**

### **ASESOR DEL TEMA:**

Alejandro León Íñiguez Hernández

### **SUSTENTANTE (S):**

Oscar Hiram Reygadas Ceballos

Agradecimientos:

Estas líneas son para agradecer de la manera más profunda y sincera a las personas que hicieron de mi carrera en Ingeniería Química un momento memorable, provechoso y gratificante en mi vida, sin ellas, mi esfuerzo no hubiera sido tan valioso y mi experiencia no hubiera estado tan llena de cariño y sin las cuales hubiera resultado mucho más difícil y menos agradable.

Agradezco especialmente a mis Padres, por haberme brindado un apoyo incondicional a lo largo de estos años. Por haber creído siempre en mi, en especial cuando la adversidad se presentaba como un muro, y por haber invertido en mi todo ese tiempo, desvelos, esfuerzo, dinero y paciencia que fueron un invaluable respaldo a lo largo de todo este tiempo.

Un agradecimiento muy especial a Lore y Toño, mis compañeros ingenieros y fantásticas amistades, con quienes recorrí todo el camino de mi carrera, de principio a fin, haciéndome abrir los ojos siempre que lo necesité y enriqueciendo mi experiencia universitaria desde el primer día que los conocí.

Agradezco también a mi profesor y amigo el Ing. Alejandro León Íñiguez Hernández, quien siempre fue un gran apoyo en mi desarrollo profesional, afinando en mayor o menor medida nuestra toma de decisiones, y quien tengo la fortuna de que sea mi director de tesis.

Deseo también expresar mi gratitud a todas aquellas personas que tuvieron un impacto positivo en mi vida y con cuyas amistades siempre pude contar, que siempre me tendieron una mano y que en gran medida hicieron que mi tiempo en esta maravillosa universidad fuera oro puro, en especial a mis hermanos, Diego y Omar, también a Fabiola, Fabiola, Jenny, Alejandra, Salvador, Cariño, Claudia, Luis, Enrique y José María.

Un agradecimiento muy especial merece la comprensión, paciencia y el ánimo recibidos de mi familia y amigos.

A todos ustedes, muchas gracias.

## Índice:

Introducción	5
I. Metodología	7
II. Información General Sobre el Tema	9
La Energía	10
Energía Alternativa	11
La Energía Solar	12
Energía Eólica	19
Biomasa	25
Energía Geotérmica	29
Energía Oceánica	35
Energía Hidráulica	37
Energía Nuclear	39
Hidrógeno	42
III. Discusión	44
La Energía y su disponibilidad en México	45
El Petróleo en México	46
Disponibilidad de energía alternativa en México	48
Legislación en materia Energética	50
IV. Conclusiones	54
Bibliografía	57

## **Introducción**

La energía ha jugado un rol fundamental en la sociedad contemporánea, la capacidad de las naciones para abastecerse de energía e incluso el potencial de venta relacionado a la energía ha determinado la capacidad económica y de crecimiento de las naciones alrededor del mundo; es por ello que la mayoría de las naciones invierten una cantidad enorme de recursos en el desarrollo de tecnología para poder adquirir, aprovechar y maximizar la cantidad de energía que se obtiene de los distintos procesos físicos y químicos existentes, proveedores de energía, y México no debe quedarse atrás.

Esta propiedad física llamada energía puede presentarse en distintas formas, desde la energía que se requiere para calentar nuestros alimentos a diario (energía calórica), hasta la que mueve nuestros vehículos para transportarnos de un lugar a otro; incluso en esta última referencia, la energía se presenta en diversas formas, ya que existen medios de transporte que utilizan combustión interna para desempeñarse (energía química), otros energía eléctrica, y algunos otros energía nuclear, como es el caso de algunos submarinos.

Aún cuando la energía no se crea ni se destruye, tan solo se transforma, la energía se degrada, o degenera. En términos prácticos, la energía puede ser la misma en cantidad, pero la capacidad de aprovecharla se va perdiendo conforme esta se va transformando, siendo la energía calorífica la más difícil de aprovechar. Es por esto que las fuentes de energía que generan una mayor cantidad de energía desperdiciada, generan grandes problemas a mediano y largo plazo, como es el caso del petróleo y sus derivados, ya que, aunque abastecen a la población con una cantidad enorme de energía, a su vez, generan desperdicios energéticos y materiales en cantidades enormes.

La tendencia alrededor del mundo es desarrollar e implementar nuevas tecnologías que minimicen el desperdicio material energético, fomentando el ahorro de nuestros recursos naturales y el cuidado del ambiente. La adopción de este modo de pensar conlleva a una fuerte inversión económica en investigación e implementación de estas tecnologías pero un enorme ahorro a largo plazo, si se piensa en lo que se tendrá que invertir cuando nos veamos en la necesidad de contrarrestar los efectos secundarios de haber quemado todos nuestros hidrocarburos para la generación de energía.

En la comunidad científica existe el consenso de que la acción del hombre está produciendo grandes repercusiones en el ambiente, principalmente debidas al uso de combustibles fósiles, un cambio climático que tendrá repercusiones enormes para la humanidad y la vida en el planeta como la conocemos. Los gases de efecto invernadero, como el dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), que son producto ineludible de la quema de combustibles fósiles, ocasionan un aumento en la temperatura atmosférica.

Es tiempo de que los ingenieros mexicanos comiencen a pensar y actuar en términos de desarrollo sustentable, ya que desde inicios de la década de los setenta se plantearon serias dudas acerca de la disponibilidad de los combustibles fósiles a escala mundial, y estas aumentaron con el transcurso de los años.

Afortunadamente, México es uno de los países en donde más se pueden aprovechar los recursos energéticos alternativos, ya que existen una inmensa variedad de formas de aprovecharlos, desde la luz solar, hasta diversas formas de convertir la energía de las olas en los mares en energía útil. Este documento presenta al lector una introducción y perspectiva al mundo de la energía alternativa, desplegando una gran gama de información acerca de los mecanismos y tecnologías actuales que atienden el problema internacional de la futura escasez de petróleo, debido a la quema indiscriminada de combustibles fósiles para la producción de energía y los efectos medioambientales que esta provoca.

La manera adecuada de informar a la gente y hacerla partícipe en el esfuerzo global de sustituir los combustibles fósiles por otros tipos de energía (de preferencia renovables), de manera oportuna y benéfica, contribuirá al cuidado de nuestros recursos naturales, su óptimo aprovechamiento y en el mejor de los casos, una restauración parcial del impacto ecológico que los humanos hemos causado a lo largo de nuestra existencia en este planeta.

México y sus ingenieros deben contribuir de manera definitiva para la adaptación y mitigación ante los inminentes efectos secundarios del abuso de la quema de hidrocarburos, aportando nuevas y más eficientes tecnologías que no sólo satisfagan las necesidades energéticas de nuestra nación, sino que también presenten una perspectiva más ecológica y sustentable que logre impactar de manera positiva en el desarrollo de nuestro país.

# **I. Metodología**



## **I. Metodología**

Durante el desarrollo de este documento se analizaron diversas fuentes de información que abastecieron de datos relevantes a nuestra recopilación; entre estas pueden contarse algunos libros de texto básicos acerca de física universitaria, libros especializados en ingeniería de los temas específicos que se revisarán a continuación, entre otras.

Después de haber seleccionado el tema a investigar, fue necesario hacer una selección de los temas que permanecerían relevantes a lo largo de nuestra recolección informativa, debido a que este tópico puede abarcar rubros bastante diversos en lo que se refiere a la energía alternativa.

El procedimiento para la recolección de información fue el de establecer un orden definido de búsqueda. Primero se delimitaron los temas que se tocarían en este documento, fundamentando un índice que comprendiera los aspectos más importantes relacionados con la energía alternativa.

Posterior a la selección de temas, la investigación individual de cada uno de ellos fue el paso a seguir, consultando primero las fuentes de energía alternativa con bajo impacto ambiental, para posteriormente investigar aquellas que si lo tienen, pero que representan una alternativa al consumo masivo de combustibles fósiles. En esta parte de la investigación de datos, fueron requeridas fuentes de información que profundizaran un poco más en las características específicas de dichas formas de energía alternativa, la referencia principal podía ser encontrada con relativa facilidad, pero las particularidades de cada tecnología eran un tanto más complicadas de adquirir, es por ello que una parte importante de la información proviene de libros o revistas científicas consultables en internet.

Finalmente, para la discusión de este documento, fue necesario consultar información de la historia del petróleo, específicamente enfocada al análisis y proyección de las necesidades energético/económicas de nuestro país, tanto actuales, como futuras. Esto, aunado a toda la información antes recolectada, permitió sentar las bases para el planteamiento de las conclusiones, sustentando así las ideas principales en este trabajo monográfico de actualización.

## **II. Información General Sobre el Tema**

## II. Información General Sobre el Tema

### La Energía

La energía (del griego *energeia*, que significa actividad, operación; *energos*, fuerza de acción o fuerza trabajando), es un concepto con diversas acepciones y definiciones, todas ellas relacionadas con la capacidad para obrar, transformar o poner algo en movimiento.

La energía es una propiedad inherente a los sistemas físicos, no es un estado físico ni es algo tangible o medible, es una magnitud física que se presenta en diversas formas y está presente en los diversos cambios de estado, físicos o químicos, ésta se transforma y transmite dependiendo del sistema que se toma como referencia, haciéndolo de forma conservativa, es decir, “La energía no se crea ni se destruye, solo se transforma”.

Esta capacidad de la energía de poder transformarse le convierte en uno de los recursos más valiosos para la humanidad; desde tiempos inmemoriales, cuando nuestros antecesores usaban fuego para calentarse en cavernas, hasta nuestros días, para revisar nuestro correo electrónico en nuestra computadora.

Existen distintos tipos de energía, y a continuación se explican brevemente las más conocidas e importantes manifestaciones de la misma:

- **Energía Mecánica:** Está relacionada al movimiento de los objetos y a ésta misma se asocian dos tipos de energía, la cinética y la potencial.
  - **Energía Cinética:** Asociada únicamente al movimiento del objeto, es proporcional a la velocidad que posee un objeto en movimiento.
  - **Energía Potencial:** Es la que está “almacenada” en un objeto, y que puede ser desencadenada cuando este objeto comienza a moverse debido a un campo de fuerza, ya sea magnético o gravitacional.
- **Energía electromagnética:** Es la que está relacionada con los átomos y sus electrones, generando tres tipos de energía.
  - **Energía Radiante:** Es la energía que poseen las ondas electromagnéticas, como la luz, las ondas de radio y otras emisiones electromagnéticas. Su característica principal es que este tipo de energía tiene la capacidad de propagarse en el vacío sin soporte material alguno. Su unidad de transmisión son los fotones.
  - **Energía Calórica:** Es aquella que se debe a la transmisión de energía entre un sistema y otro, provocado por el movimiento de vibración o choque entre las partículas del sistema con mayor energía, transfiriéndolo a otro de menor energía.

- Energía Eléctrica: Es aquella que se presenta debido a la diferencia de potencial entre dos puntos, lo que permite establecer una corriente eléctrica cuando ambos puntos se ponen en contacto por medio de un conductor.
- Energía Química: Es aquella que se libera a partir de la ruptura o creación de nuevos enlaces entre los distintos átomos que conforman la materia. Este tipo de energía es la que mueve al mundo hoy en día, y la reconoceremos en el mayor productor de energía a nivel mundial, el petróleo y sus derivados sometidos a combustiones.
- Energía Nuclear: Es la energía que existe entre las partículas que componen a un átomo, que es liberada en el momento que este deja de existir como tal para dar lugar a nuevas partículas y una cantidad de energía enorme, comparada con otras fuentes energéticas.

### **Energía Alternativa**

Con los conceptos anteriores podemos definir de manera general a la energía, pero para efectos de este trabajo monográfico, la energía puede manifestarse en fuentes renovables, que será uno de los principales enfoques de este documento. La energía alternativa se refiere al uso de estas energías que no involucran la tradicional quema de hidrocarburos obtenidos del subsuelo.

La energía renovable es aquella que aunque se ocupe, tiene una cantidad que puede considerarse infinita debido a la manera en que se obtiene o la fuente de la que proviene, como es el caso de la energía solar, de la cual se calcula que podremos disfrutar durante varios miles de millones de años, es aquella en la que la cantidad consumida es menor a la cantidad que se produce, como es el caso de las energías, es aquella en la que la cantidad consumida es menor a la cantidad que se produce, como es el caso de las energías:<sup>1</sup>

- Solar
- Eólica
- De Biomasa
- Geotérmica
- Oceánica
- Hidráulica

La energía nuclear, dependiendo del enfoque, es también una fuente de energía alternativa, también será revisada en este documento, pero cabe destacar que tiene la desventaja de producir residuos nucleares.

---

<sup>1</sup> Julia Tagüeña y Manuel Martínez, Fuentes renovables de energía y desarrollo sustentable, México, ADN Editores, 2008, Primera Edición, pág. 19.

## La Energía Solar

Es la fuente de energía limpia más grande de nuestro planeta, por lo cual es el mejor de los candidatos para ser usada como energía renovable. La Tierra recibe cerca de 174 PW ( $174 \times 10^{15}$  Joules/s) de radiación electromagnética proveniente del sol, la cual ha sido aprovechada de distintas maneras por el hombre desde la Antigüedad. Actualmente la luz solar puede ser almacenada y aprovechada a través de celdas fotovoltaicas, heliostatos o colectores térmicos<sup>2</sup>.

Las diferentes tecnologías solares pueden clasificarse en pasivas o activas, dependiendo de la forma en la que se captura, convierte y distribuye la energía solar:

**Tecnología activa:** Es aquella que emplea el uso de paneles fotovoltaicos y recolectores térmicos para la obtención de energía solar.

**Tecnología pasiva:** Se enfoca en aprovechar la energía solar pero sin capturarla como tal, algunos ejemplos de esto son la arquitectura bioclimática (que orienta los edificios al sol, selecciona materiales con una masa térmica favorable o que dispersen la luz).

Los usos más comunes de la energía solar son el calentamiento de agua, acondicionamiento térmico en casas y edificios, así como el secado de productos agrícolas y marinos, la potabilización de agua, producción de vegetales, bombeo e irrigación de agua, la refrigeración de vacunas y medicamentos, y la conversión directa en electricidad. Esta versatilidad de la luz solar le permite tener múltiples aplicaciones y su producción puede unirse directamente a una red eléctrica.

Como ya habíamos mencionado, la Tierra recibe 174 PW ( $174 \times 10^{15}$  Watts) de radiación solar, en la capa más externa de la atmósfera, de la cual, un 30% es reflejada al espacio, el 70% restante es absorbido por nubes, océanos y masas terrestres, esta energía alcanza valores de casi 4 millones EJ ( $4 \times 10^{18}$  Joules) por año. Si el hombre fuera capaz de capturar esta fuente de energía por completo esta energía durante un segundo, equivaldría al consumo global mundial de energía de un año. Esto no significa que debemos intentar capturar toda la energía solar disponible, solamente nos hace notar la cantidad de energía que está a nuestra disposición. Las plantas en la fotosíntesis logran capturar un 0.08% de esta energía, convirtiéndola en biomasa. Para dar una idea de la magnitud de esta energía, la cantidad anual recibida por la tierra es tan enorme que equivale al doble de toda la energía producida por fuentes no renovables como el petróleo, carbón, uranio y gas natural.<sup>3</sup>

La energía solar fotovoltaica consiste en obtener electricidad a partir de la luz solar mediante un dispositivo llamado celda o célula fotovoltaica, que contiene un semiconductor, o en su defecto, a través de metales en deposición sobre un sustrato, a lo que se le conoce

---

<sup>2</sup> Smil, V. 1991. *General Energetics Energy in the Biosphere and Civilization*. John Wiley, New York.

<sup>3</sup> Miguel Pareja Aparicio, *Energía Solar Fotovoltaica, Segunda Edición, Marcombo Boixareu Editores*

como celda solar de película fina. Este tipo de tecnología puede ser aprovechada para abastecer casas aisladas y producir electricidad a gran escala, y debido a la creciente demanda de energía alternativa de los últimos años, la producción de celdas solares e instalaciones de recolección fotovoltaica ha incrementado de gran manera, aumentando su fabricación y disponibilidad.

Una celda fotovoltaica de silicio policristalino tiene un rendimiento aproximado de entre el 14-20%, mientras que para las celdas silicio monocristalino es aproximadamente 15-21%.

Según el Consejo Mundial de energía, 70% la energía consumida será de origen solar para el año 2100 y Greenpeace prevé que la celda fotovoltaica será capaz de suministrar con electricidad a dos tercios de la población mundial para el año 2030.<sup>4</sup>

Los hornos solares son espejos o lentes en forma de parábola que concentran la luz solar en una pequeña superficie, de esta manera se puede calentar un área específica, y se han logrado alcanzar temperaturas que superan los 4000 grados Centígrados. Este tipo de tecnología se utiliza principalmente para investigación relacionada con altas temperaturas.

La energía solar térmica es la energía proveniente de un sistema que convierte la radiación solar en calor y es transferido a un fluido de trabajo, para después poder calentar edificios, agua, mover maquinaria como turbinas que a su vez generan electricidad. Los colectores de energía solar térmica se dividen en tres categorías:

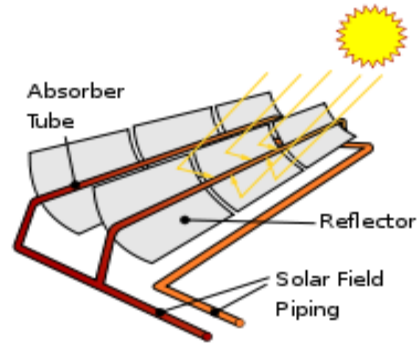
- **Colectores solares de Alta Temperatura:** Dentro de esta categoría existen a su vez 3 distintas tecnologías que la hacen posible, los colectores de plato parabólico, el canal parabólico y los sistemas de torre central. Estos sistemas operan por encima de los 500°C y se instalan en lugares donde la posibilidad de que haya días nublados sea muy escasa. Se ocupan para producción de energía eléctrica (energía termosolar).

---

<sup>4</sup> *Energía Solar*, consultado el 3 de Enero en [http://en.wikipedia.org/wiki/Solar\\_energy](http://en.wikipedia.org/wiki/Solar_energy)



1 Colectores de Plato Parabólico



2 Composición de un Colector de Plato Parabólico

- **Colectores Solares de Temperatura Media:** Se utiliza para temperaturas intermedias, que oscilan entre los 100 y los 300 grados centígrados. Para ello, se utilizan concentradores estacionarios y canales parabólicos, que utilizan los principios de reflexión de la luz para concentrar con espejos, en un solo punto, la luz capturada en un área determinada. Estas instalaciones y las de alta temperatura son restringidas a lugares donde existe una alta insolación.



3 Ejemplo Concentrador estacionario, planta termoeléctrica Gemasolar (Andalucía, España)

- **Colectores Solares de Baja Temperatura:** Esta tecnología es usada para proveer calor útil en temperaturas inferiores a los 65°C, usando absorbedores metálicos o no metálicos, y se emplean para el calentamiento de albercas, agua doméstica, y todas aquellas actividades industriales en donde no se requiera una temperatura superior a los 65°, como la pasteurización y lavados textiles.



#### 4Calefón solar termosifónico compacto de Agua Caliente Sanitaria.

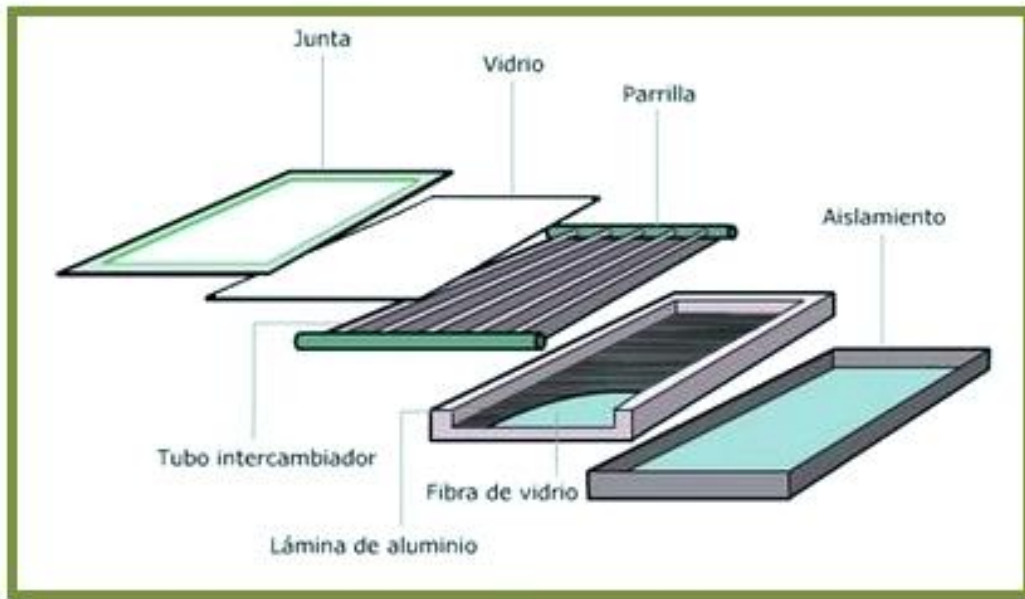
Cabe mencionar que debido a las grandes cantidades de energía involucradas en los procesos de recolección de energía solar de alta temperatura, se utilizan, dependiendo de la temperatura involucrada, distintos medios de almacenamiento, en temperaturas intermedias se puede utilizar vapor para un acumulador en presiones aproximadas a las 50 atmósferas y 285°C.

Para sistemas en donde la temperatura es mucho mayor, suelen utilizarse mezclas de sales de nitrato de sodio y potasio y calcio, cuyos puntos de fusión permiten una mejor operación con temperaturas arriba de los 250°C. También llega a utilizarse grafito para almacenar esta energía.

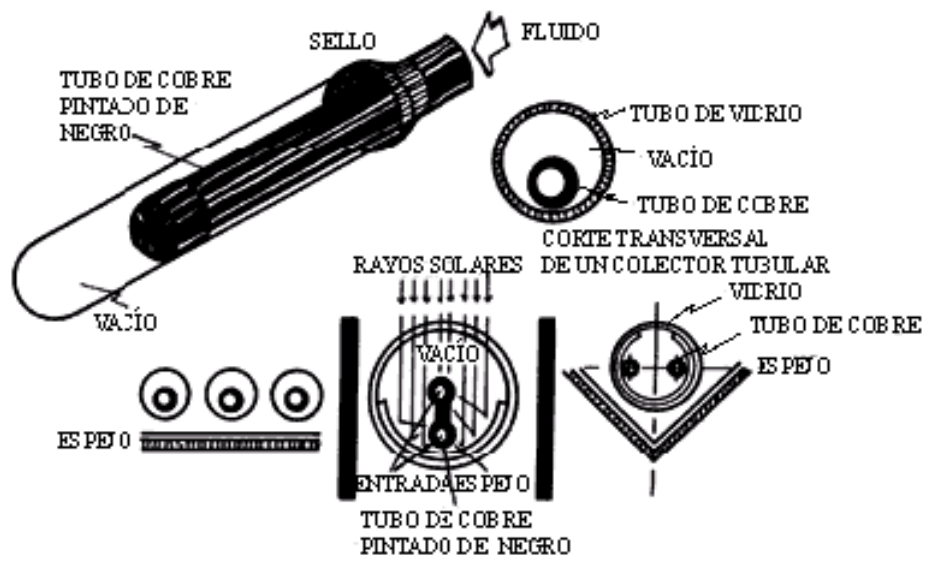
La energía solar puede ser aprovechada para decenas de operaciones en donde se requiere energía, puede ser usada, para la potabilización de agua, aplicarse a un dispositivo llamado cocina solar, enfocando los rayos solares sobre una superficie para calentamiento; puede ser ocupada también en destilaciones y evaporaciones de líquidos, y puede ocuparse también en huertas solares, que es un recinto en donde pequeñas instalaciones fotovoltaicas de distintos ocupantes comparten la infraestructura de dicho recinto para aprovecharlos en los servicios que a cada ocupante mejor convenga; la naturaleza la emplea en la fotosíntesis, aunque también ésta última puede ser utilizada para generar otras fuentes de energía alternativa, como se verá posteriormente; puede usarse también en conceptos como arquitectura sostenible, que integra conceptos de utilización de energía solar para su aprovechamiento en inmuebles; y puede ser capturada también como energía eólica solar, en donde el aire calentado por el sol sube a través de una columna (chimenea) que presenta generadores que convierten la energía cinética del movimiento del aire en energía eléctrica.

A continuación se presentan algunos de los dispositivos más comunes que se utilizan para el aprovechamiento de la energía solar.

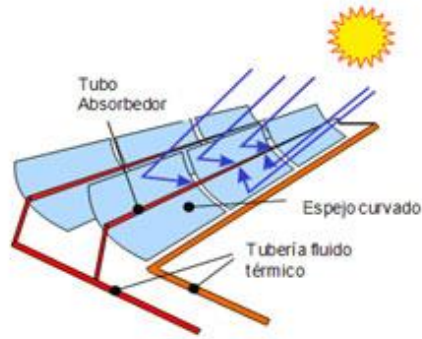




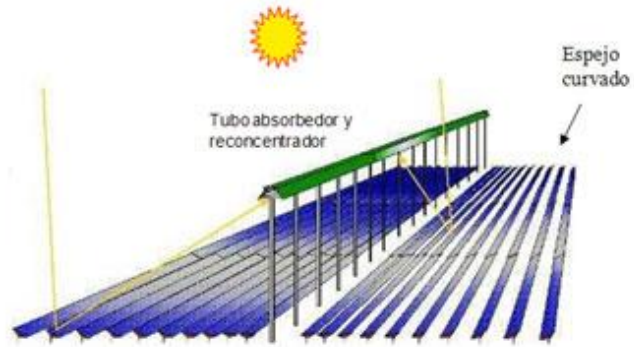
### 5 Colector Plano para un Calentador Solar



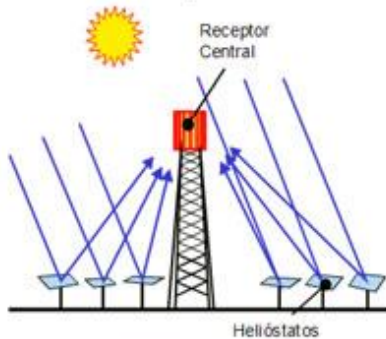
### 6 Colector tubular



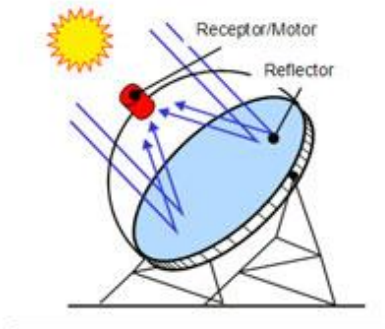
Cilindro-parabólicos



Fresnel Lineal



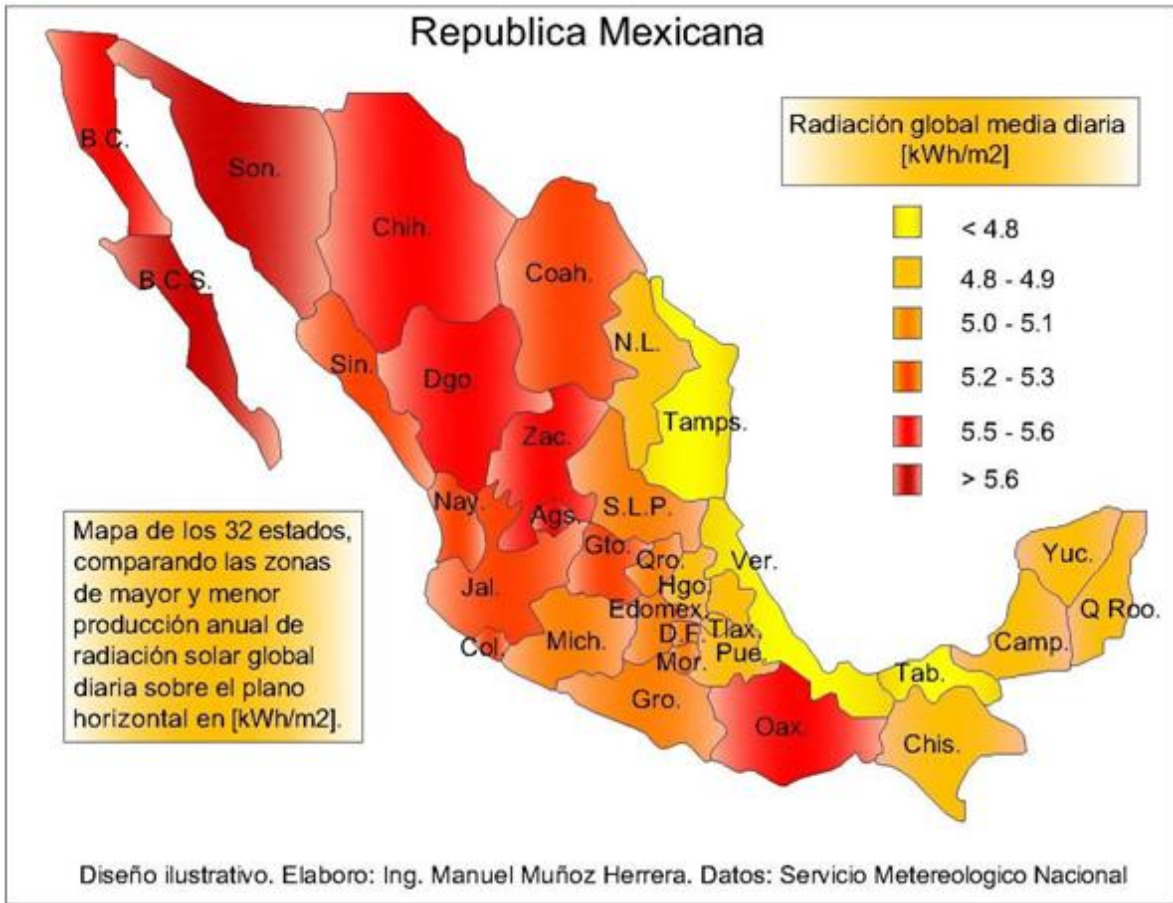
Receptor Central



Discos parabólicos

7 Ejemplos de Colectores solares.

Debido al posicionamiento geográfico de la República Mexicana, ubicándose entre los trópicos, nuestro país presenta viabilidad para incrementar la producción de energía de origen solar, ya que en gran parte del año, el sol incide de manera favorable sobre nuestro territorio, beneficiando la posibilidad de la recolección de energía solar. Este factor también hace posible que la energía eólica (de la cual se hablará posteriormente) sea también incorporada como fuente de abastecimiento energético en nuestra nación. Varios científicos prevén que (de aplicarse las legislaciones apropiadas), este conjunto de fuentes de energía pueden representar el principal suministro energético en el país en los próximos 50 años. A continuación se presenta un diagrama que explica la incidencia energética solar en la superficie mexicana, donde puede notarse que la zona en donde puede explotarse de mejor manera este recurso es el norte del país, donde se presenta radiación solar con valores por encima de los 5.6 kWh/m<sup>2</sup>.



5

#### 8Radiación Solar en la República Mexicana

<sup>5</sup> Información escrita parte de los datos obtenidos del libro de Miguel Pareja Aparicio, Energía Solar Fotovoltaica, Segunda Edición, Marcombo Boixareu Editores, así como del libro Julia Tagüeña y Manuel Martínez, Fuentes renovables de energía y desarrollo sustentable, México, ADN Editores, 2008, Primera Edición. Las imágenes esquemáticas fueron obtenidas de a través del buscador de imágenes de google usando los nombres que vienen debajo de las imágenes.

## **Energía Eólica**

La energía eólica es la que se produce a partir de la energía cinética del viento, este movimiento se produce debido a las diferencias de temperatura en la atmósfera terrestre, y esto a su vez se debe también al sol y al calentamiento desigual que éste produce en distintos puntos.

El aire se mueve de zonas de mayor presión a zonas de menor presión, y entre mayor sea la diferencia de presiones entre una zona y la otra, mayor será la velocidad del viento. Esta energía del movimiento del aire representa aproximadamente un 2% de la energía solar que llega a la Tierra, pero debido a impedimentos geográficos, sólo una porción de esta energía es aprovechable y captable, y las mejores regiones para poder captar esta energía son las zonas montañosas, los océanos o bien, mar adentro.

Una de las ventajas de la energía eólica es que puede ser convertida directamente a energía mecánica, como es el caso de los molinos de viento que se usan para moler granos, o energía eléctrica a través de una turbina eólica o un aerogenerador. Otra ventaja es que es una energía abundante, renovable y limpia, ya que ayuda a disminuir la cantidad de plantas termoeléctricas, disminuyendo a su vez la cantidad producida de gases de efecto invernadero.

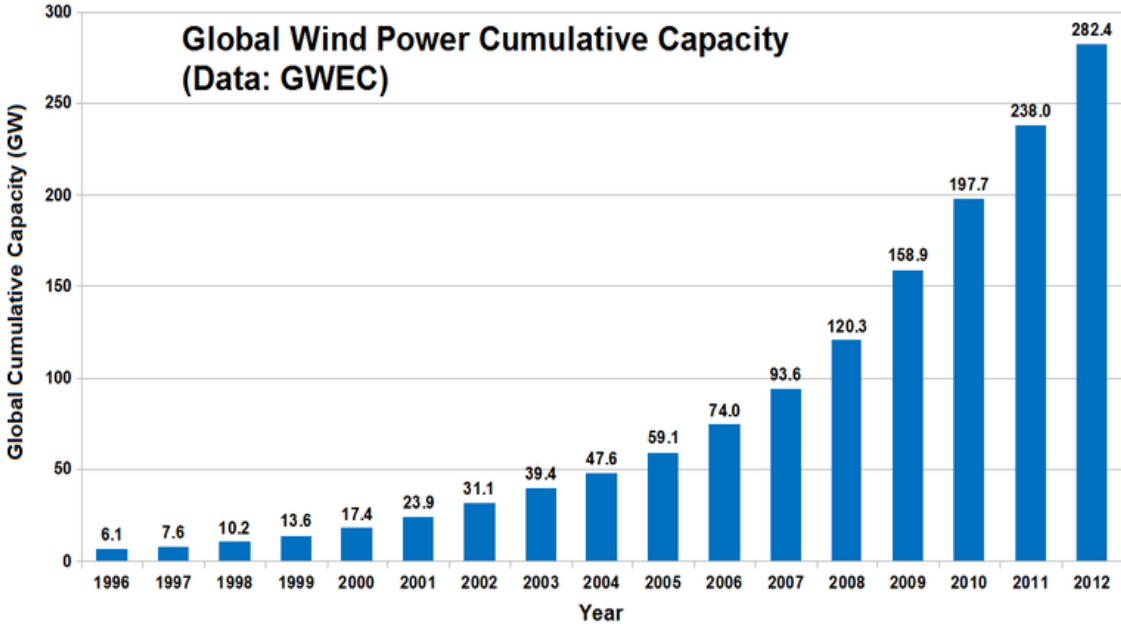
De día, el aire cercano a los mares y océanos permanece, en promedio, más frío que el aire cercano a las masas continentales, esto es debido a que los continentes absorben una menor cantidad de luz solar y de esta manera, el aire que se encuentra sobre estas superficies se expande, haciéndolo más liviano, por lo que se eleva; de manera opuesta, el aire más frío perteneciente a los lugares con grandes acumulaciones de agua (mares, océanos y lagos) se mueve para ocupar el lugar que deja el aire caliente, este fenómeno es el causante del viento.

Debido a las fluctuaciones del comportamiento del viento con respecto a la posición en el planeta, a la altura, la hora del día y a las estaciones del año, es muy importante conocer las variaciones del viento para poder aprovechar la energía eólica, por lo que es necesario aunar a los conocimientos anteriores los datos históricos (con una duración mínima de 20 años), de los valores mínimos y máximos de ráfagas en breves espacios de tiempo. Dichas velocidades no deben superar los valores de 25 m/s, equivalentes a 90 km/h y que alcance velocidades mínimas de entre 3 y 4 m/s, que corresponden a 10 y 14 km/h, la velocidad mínima con la que puede funcionar un generador es llamada “cut-in speed”, mientras que la máxima es llamada “cut-out speed”.

La energía eólica es usada desde tiempos antiguos y aunado a la energía térmica, es una de las fuentes de energía más antiguas. La fuerza motriz del viento ha sido usada para mover velas de barcos, hacer funcionar la maquinaria de molinos de viento a través de mover sus aspas, pero no fue sino hasta el siglo XXI que la energía eólica comienza a jugar un rol más importante en nuestras vidas, ya que ésta creció de manera enorme en países como España, Alemania y los Estados Unidos; fue utilizada en parques eólicos en Andalucía debido a las condiciones favorables de viento, en especial en el Golfo de Cádiz.

La energía eólica ha sido aplicada en tiempos modernos desde 1979, cuando se produjeron en serie turbinas de viento por Kuriant, Vestas, Nordtank y Bonus, que eran pequeñas en comparación con las que se producen ahora, y tenían capacidades de entre 20 y 30 kW por unidad, pero la producción y desempeño de dichas turbinas ha crecido de manera enorme y extendido a lo largo del mundo.

A continuación se presenta una tabla donde se muestra el crecimiento del intento de captura de energía eólica desde 1996.<sup>6</sup>



7

Global Wind Statistics | 2012 Global Wind Energy Council (GWEC)

<sup>6</sup> Sitio Web de The World Wind Energy Association, consultado el 28 de Diciembre

<sup>7</sup> Sitio Web Global Wind Statistics | 2012 Global Wind Energy Council (GWEC)

En la actualidad, existen una gran cantidad de generadores alrededor del mundo operando con una capacidad cerca a los 159.2 MW, de los cuales, Europa posee casi el 48%, mientras que China y Estados Unidos poseen cerca del 40%. Estas potencias (junto con Alemania, España y la India) poseían en 2009 el 72.9% de la capacidad eólica mundial.

Dinamarca es uno de los países con un mayor desarrollo y fabricación en la tecnología eólica, esto debido a la promesa realizada en los años 70 de llegar a obtener la mitad de su producción energética a partir de energía eólica y es el quinto país a nivel mundial en cantidad de producción de energía eólica.<sup>8</sup>

### La Energía Eólica en Latinoamérica

Las mayores inversiones en avances enfocados a energía eólica han sido realizados por Alemania, España, Estados Unidos, la India y Dinamarca y en Latinoamérica no se ha dado el suficiente empuje económico a este tipo de energía debido a la fuerte dependencia que estos países presentan frente al petróleo y sus derivados.

Latinoamérica apenas comienza a desarrollarse en materia de energía eólica, y conjuntando la capacidad de generación de todos estos países, apenas se lograron 769 MW en 2009. A continuación se presenta un desglose del potencial de generación registrado (2009) de este tipo de energía instalado por los distintos países:

- Brasil: 415 MW (0,4 %)
- Chile: 256 MW (0,2 %)
- Argentina: 141,8 MW (0,6 %)
- Honduras: 102 MW (7.5 %)
- México: 85 MW (0,17 %)
- Costa Rica: 70 MW (2,8 %)
- Nicaragua 40 MW (5 %)
- Uruguay: 52.5 MW
- Rep. Dominicana: 33 MW
- Colombia: 20 MW (0,1 %)
- Cuba: 7,2 MW (0,05 %)
- Ecuador: 2,4 MW (0,05 %)

Como podemos notar, México se encuentra entre uno de los países con menor desarrollo de este tipo de tecnologías aún perteneciendo a Latinoamérica.

---

<sup>8</sup> Sitio Web de The World Wind Energy Association, consultado el 28 de Diciembre

### Aspectos técnicos de la Obtención de Energía Eólica.

Debido a la irregularidad con la que suelen presentarse las corrientes de viento en todas las regiones del mundo, la energía eólica no puede ser la única fuente de energía eléctrica de una región, por ello, almacenar la energía producida en los momentos de mayor producción se vuelve necesario. Para ello se emplean centrales de carbón o de ciclo combinado.

Esta variabilidad del viento provoca que las estaciones que complementan a los parques eólicos no trabajen al máximo de su potencial, produciendo desperdicio energético y un mayor desgaste de la maquinaria.

Adicionalmente, debido a que, en el momento en que existe la cantidad ideal de viento se necesita recolectar la energía de manera rápida y eficiente, se deben implementar instalaciones con líneas de alta tensión, las que trabajan, en su mayor parte de tiempo, muy por debajo del máximo disponible. De la misma manera, se producen huecos de tensión, que son caídas bruscas de la tensión eléctrica debido a la disminución de la cantidad de viento aprovechable, lo que resulta altamente costoso de prevenir, o perjudicial para las instalaciones, en cuyo caso deben ser desconectadas, provocando fallas en la cantidad de suministro eléctrico.

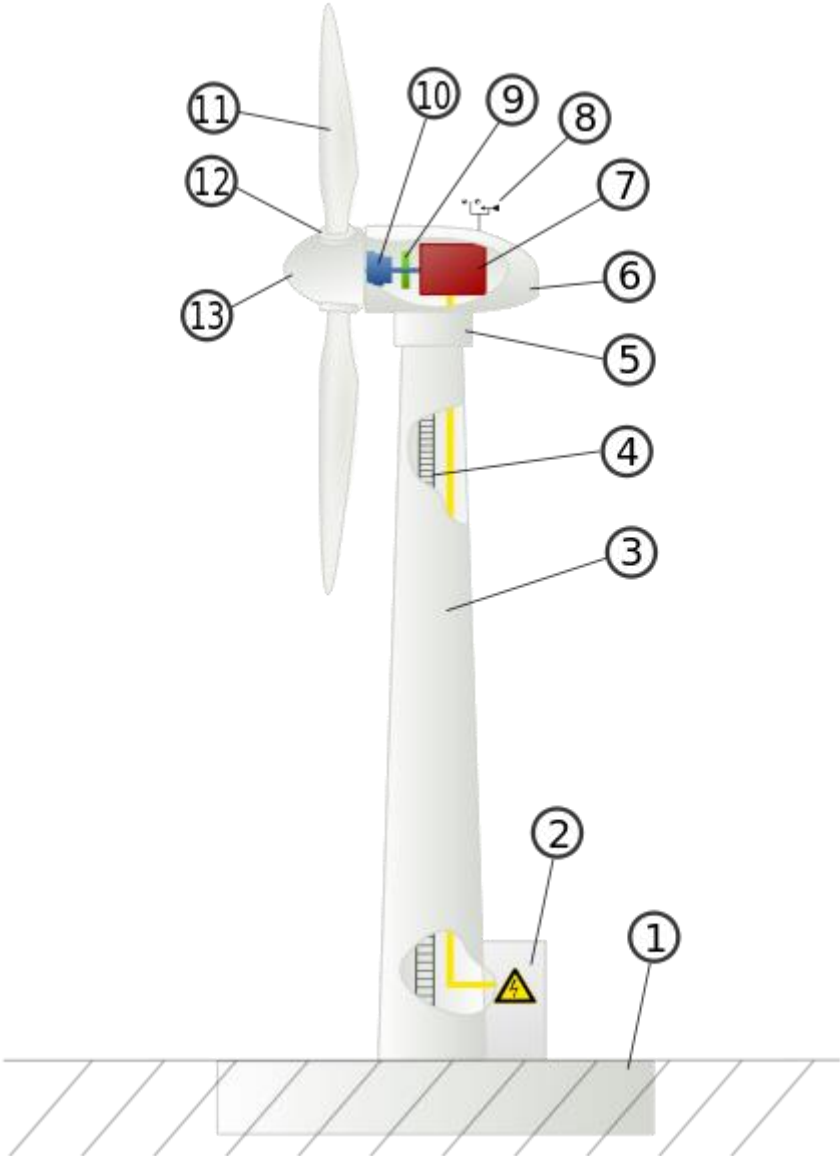
De manera opuesta, cuando existe una corriente de viento que supera los valores de diseño de los aerogeneradores, estos deben ser apagados o cambiar la inclinación de las aspas, desactivando completamente su operación, produciendo bajas en la producción eléctrica.

De no tenerse las instalaciones adecuadas para almacenar la energía eólica, se producen apagones debido a la baja tensión provocada por bajas velocidades de viento.

Aún a pesar de todo esto, la energía eólica tiene una gran cantidad de ventajas, las cuales se enlistan a continuación:

- Es una energía renovable, derivada de la energía solar y los cambios que genera en la presión del aire.
- Es una energía limpia y no provoca emisiones a la atmósfera.
- No requiere la combustión, por lo que no provoca liberaciones de CO<sub>2</sub>, no contribuyendo al efecto invernadero.
- La versatilidad al acomodar las instalaciones, pueden ser colocadas en muy diversos tipos de lugares (desde desiertos hasta la proximidad a las costas)
- Puede convivir con otras actividades como la ganadería y el cultivo
- Crea una elevada cantidad de puestos laborales.
- Su instalación es rápida, entre 4 y 9 meses.
- Pueden construirse parques eólicos en el mar, disminuyendo el efecto de la variabilidad de los vientos.

Aquí se presenta el diseño típico de un aerogenerador o turbina eólica y sus partes.



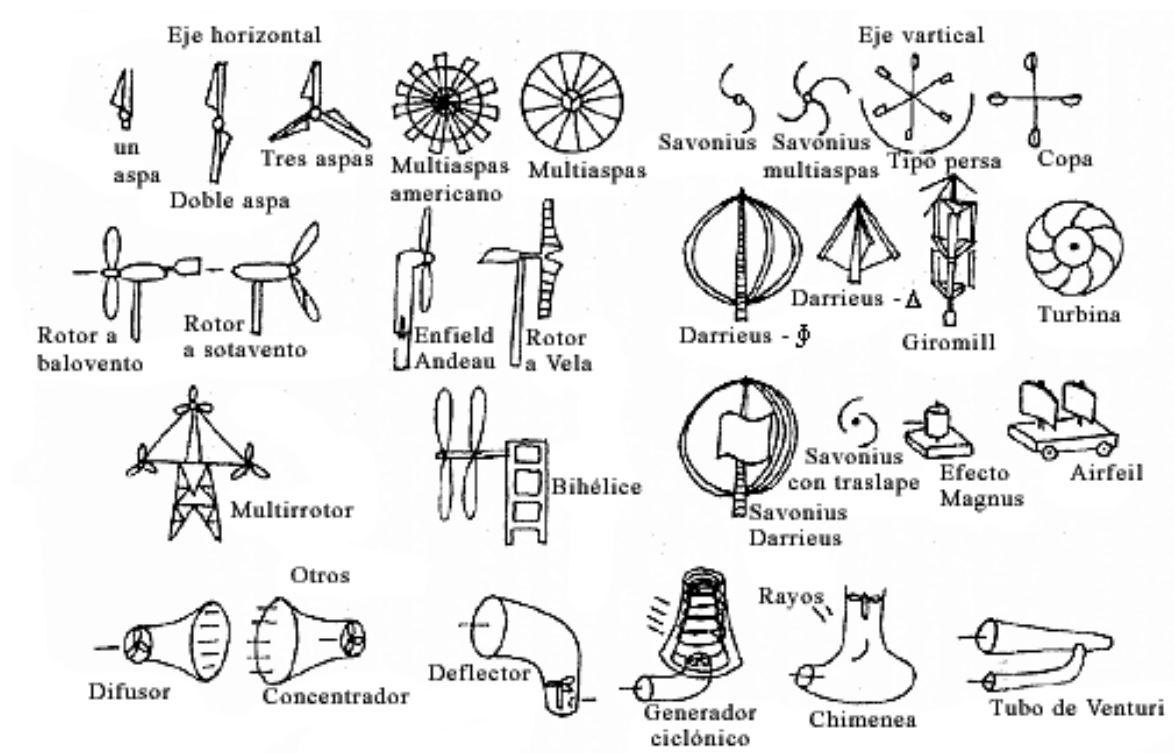
Esquema de una turbina eólica



- Esquema de una turbina eólica:

1. Cimientos
2. Conexión a la red eléctrica
3. Torre
4. Escalera de acceso
5. Sistema de orientación
6. Góndola
7. Generador
8. Anemómetro
9. Freno
10. Multiplicadora
11. Pala
12. Raíz de pala
13. Buje

Existen distintos diseños y tecnologías para los aerogeneradores, una parte importante se encuentra en el rotor, y a continuación se presentan los más comunes:<sup>9</sup>



10

<sup>9</sup> Ib Troen & Erik Lundtang Petersen, El Atlas Eolico Europeo, Risoe National Laboratory, Risoe , Dinamarca, 1991,

<sup>10</sup> Imagenes Martin O.L. Hansen: Aerodynamics of Wind Turbines, Rotors, Loads and Structure, James & James Ltd., Londres, 2000 y el buscador de google.

## **Biomasa**

La materia orgánica que existe en un individuo, población o ecosistema es llamada biomasa, esta es formada en un proceso biológico, ya sea que este proceso sea natural o inducido y a través de la manipulación de esta masa, puede ser utilizada como fuente de energía.

La anterior definición es aplicable solamente en términos de biomasa útil para uso de obtención de energía.

Las plantas, por medio de la fotosíntesis, transforman la energía que obtienen del sol y la convierten en energía química que se almacena en la materia orgánica, que es justamente la biomasa. Esta energía puede ser transformada de nuevo a través de la manipulación química, ya sea combustión o por otros procesos químicos.

Debido a que este tipo de energía libera gases de efecto invernadero, no es tan recomendable como algunas otras fuentes de energía.

La materia orgánica no se refiere a lo mismo que decir “materia viva”, esto quiere decir que aún cuando la materia orgánica no se encuentre viva, sigue siendo materia orgánica, como es el caso de un árbol, en donde la mayor parte de la masa, a pesar de encontrarse muerta, sigue siendo materia orgánica y es precisamente esta materia orgánica muerta la que representa más utilidad hablando en términos energéticos.

La energía proveniente de la biomasa, también llamada bioenergía, es un tipo de energía que procede del aprovechamiento de la materia que se forma en algún proceso mecánico o biológico, esta materia generalmente es obtenida de los residuos de las sustancias de plantas, seres humanos, animales y otros, así como sus residuos, estas pueden ser manipuladas para poder ser convertidas posteriormente en combustibles. En un sentido más estricto, estas sustancias combustibles derivadas de fuentes biológicas son llamadas biocarburantes.

### **Origen**

Una parte de la energía procedente del Sol que llega a la Tierra es retenida por las plantas por medio de la fotosíntesis, y es convertida en materia orgánica que tiene un alto contenido energético, de esta forma se producen anualmente  $2 \times 10^{11}$  toneladas de materia orgánica seca que equivalen a 68,000 toneladas de petróleo, que a su vez es aproximadamente cinco veces la demanda energética mundial.<sup>11</sup>

Pero su enorme dispersión provoca que solo se aproveche una parte muy pequeña de esta energía, por lo que solo algunas fuentes de biomasa son destacables por su

---

<sup>11</sup> La biomasa como fuente de energía: biocombustibles. Mercedes Ballesteros Perdruiques. Energías y medio ambiente: IX Jornadas Ambientales. Francisco Javier Calvo Martín. Editor: Pedro Ramos Castellanos. Universidad de Salamanca, 2004. ISBN 84-7800-577-3. Pág. 293.

aprovechamiento energético, como la caña de azúcar, remolacha, y los residuos (agrícolas, forestales, ganaderos y urbanos, etc.)

Ventajas:

- Es una fuente de energía limpia y con pocos residuos
- Los residuos son biodegradables.
- Se produce de forma continua como consecuencia de la actividad humana.

Inconvenientes:

- Se necesitan grandes cantidades de plantas y por tanto, de terreno.
- Se intenta "fabricar" el vegetal adecuado mediante ingeniería genética.
- Su rendimiento es menor que el de los combustibles fósiles y produce gases, como el dióxido de carbono, que aumentan el efecto invernadero.

## **Fuentes de Bioenergía**

Natural

Es la que comprende, bosques, árboles, matorrales y plantas de cultivo. En las explotaciones forestales, son producidas una serie de residuos o subproductos que poseen un alto contenido energético y no sirven para la producción de papel o muebles, estas son las ramas pequeñas y hojas, y pueden ser aprovechadas como fuente energética.

Los residuos de madera pueden ser utilizados para producir energía, así como pueden utilizarse los restos de industrias de transformación de madera, como son los aserraderos, carpinterías o fábricas de muebles. Los cultivos energéticos son otra forma de biomasa consistente en cultivos o plantaciones que se hacen con fines exclusivamente energéticos, es decir, para aprovechar su contenido de energía. Entre este tipo de cultivos tenemos, por ejemplo, árboles como los chopos u otras plantas específicas. A veces, no se suelen incluir en la energía de la biomasa que queda restringida a la que se obtiene de modo secundario a partir de residuos, restos, etc.

Los biocarburantes son combustibles líquidos que proceden de materias agrícolas ricas en azúcares, como los cereales (bioetanol) o de grasas vegetales, como semillas de colza o girasol de calabaza (biodiésel). Este tipo también puede denominarse como “cultivos energéticos”. El bioetanol va dirigido a la sustitución de la gasolina; y el [biodiésel] trata de sustituir al gasóleo. Se puede decir que ambos constituyen una alternativa a los combustibles tradicionales del sector del transporte, que derivan del petróleo.

## Residual

Es aquella que corresponde a los residuos de paja, aserrín, estiércol, residuos de mataderos, basura urbana, etc.

El aprovechamiento energético de la biomasa residual, por ejemplo, supone la obtención de energía a partir de los residuos de madera y los residuos agrícolas (paja, cáscaras, huesos...), así como de la basura urbana, los residuos ganaderos, como purines o estiércoles, los lodos de depuradora, etc.

Los residuos agrícolas también pueden aprovecharse energéticamente y existen plantas de aprovechamiento energético de la paja residual de los campos que no se utiliza para forraje de los animales.

Los residuos ganaderos, por otro lado, también son una fuente de energía. Los purines y estiércoles de las granjas de vacas y cerdos pueden tener valor energético al aprovechar el gas (o biogás) que se produce a partir de ellos, para producir calor y electricidad. Y de la misma forma puede aprovecharse la energía de la basura urbana, porque también producen un gas o biogás combustible, al fermentar los residuos orgánicos, que se puede captar y se puede aprovechar energéticamente produciendo energía eléctrica y calor en los que se puede denominar como plantas de valorización energética de biogás de vertedero.

## Biogas

El biogás es un gas combustible que se genera en medios naturales o en dispositivos específicos, por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos y otros factores, en ausencia de oxígeno (esto es, en un ambiente anaeróbico).

Un biodigestor es un sistema natural que aprovecha la digestión anaerobia (en ausencia de oxígeno) de las bacterias que ya habitan en el estiércol, para transformar éste en biogás y fertilizante. El biogás puede ser empleado como combustible en las cocinas e iluminación, y en grandes instalaciones se puede utilizar para alimentar un generador que produzca electricidad.

## Biomasa seca y húmeda

Según la proporción de agua en las sustancias que forman la biomasa, también se puede clasificar en:

- Biomasa seca: madera, leña, residuos forestales, restos de la industria maderera y del mueble, etc.

- Biomasa húmeda: residuos de la fabricación de aceites, lodos de depuradora, purines, etc.<sup>12</sup>

## Usos

Los usos de los diferentes tipos de biomasa se pueden clasificar principalmente en dos: térmicos y eléctricos. En esta sección se tratará la generación de energía térmica y eléctrica obtenida mediante la combustión de biomasa sólida, sin olvidar que a través de la combustión de biogás también podemos generar ambos tipos de energía. De igual manera, mediante los biocarburantes se obtiene energía aprovechable para hacer funcionar los motores de combustión térmica transformándola en energía mecánica.

### Uso eléctrico de la Biomasa

La obtención de energía eléctrica a través de la quema de biomasa sólida se realiza generalmente a gran escala (plantas mayores de 2MW). Esto es debido principalmente a que las instalaciones necesarias requieren una gran inversión económica. Además, los rendimientos globales obtenidos son mayores cuando es mayor la potencia generada.

El funcionamiento de una planta de biomasa para la generación de energía eléctrica consiste en la recepción de la biomasa, generalmente en forma de pacas (paja ó astillas), posteriormente se colocan en una cinta transportadora, que las conduce hasta la caldera. Allí, previamente desmenuzadas, la paja y astillas caen a una parrilla vibratoria que favorece la combustión y la evacuación de inquemados. Dicha combustión calienta el agua que circula por las tuberías de las paredes de la caldera y por haces de tubos en el interior de la misma convirtiéndola en vapor sobrecalentado.

El vapor sobrecalentado mueve una turbina conectada a un generador que produce electricidad a una tensión determinada, transformándola posteriormente a otra tensión mayor para su incorporación a la red general.

Por último, los inquemados depositados en el fondo de la caldera, se trasladan a un vertedero autorizado, y las cenizas volantes, retenidas por un filtro, se aprovechan para fertilizantes agrícolas.

### Uso térmico de la biomasa:

La obtención de energía térmica a través de la quema de biomasa sólida se realiza con diferentes propósitos. Las aplicaciones térmicas con producción de calor y agua caliente sanitaria son las más comunes dentro del sector de la biomasa, aunque también es posible la producción de frío, esta última opción es más rara.

---

<sup>12</sup> Francisco Jarabo Friedrich, José Fernández González, La energía de la biomasa.. Sociedad Anónima de Publicaciones Técnicas, 1999.

Las aplicaciones térmicas más comunes de la biomasa son:

Instalaciones industriales que producen biomasa donde se requiere energía térmica en sus procesos. En estos casos es donde se consume actualmente la mayor parte de la biomasa en nuestro país.

Otro tipo de instalaciones industriales con necesidades de demandas de calor prolongadas para sus procesos.

Instalaciones del sector doméstico y de servicios con elevada centralización, puesto que el costo de la instalación por unidad de energía producida disminuye significativamente con el tamaño de la misma. Entre otros casos en que las instalaciones de biomasa son rentables para el promotor y para el usuario, se pueden destacar:

- Edificios públicos de cierta dimensión, como colegios, hospitales, centros administrativos, etc. con una ubicación que permita un fácil suministro del combustible.
- Edificios de viviendas con servicios de calefacción y agua caliente centralizados.
- Sistemas de redes urbanas, centralizadas o de distrito (District Heating).<sup>13</sup>

## **Energía Geotérmica**

Las plantas geotérmicas aprovechan el calor generado por la tierra. A varios kilómetros de profundidad en tierras volcánicas los geólogos han encontrado cámaras magmáticas, con roca a varios cientos de grados centígrados. Además en algunos lugares se dan otras condiciones especiales como son capas rocosas porosas y capas rocosas impermeables que atrapan agua y vapor de agua a altas temperaturas y presión, que impiden que éstos salgan a la superficie. Si se combinan estas condiciones se produce un yacimiento geotérmico.

Una vez que se dispone de pozos de explotación se extrae el fluido geotérmico, este se compone de una combinación de vapor, agua y otros materiales y se conduce hacia la planta geotérmica donde debe ser tratado. Primero pasa por un separador de donde salen el vapor y la salmuera, así como los líquidos de condensación y arrastre, que son una combinación de agua y otros materiales. Esta última se envía a pozos de reinyección para que no se agote el yacimiento geotérmico. El vapor sigue su camino hacia unas turbinas que por medio de rotación mueven un generador que produce energía eléctrica. Posteriormente, el vapor de la turbina es condensado y enfriado en torres y lagunas.

La energía geotérmica tiene varias ventajas: el flujo de producción de energía es constante a lo largo del año ya que no depende de variaciones estacionales como las lluvias, caudales de ríos, etc. Es un complemento ideal para las plantas hidroeléctricas.

El vapor producido por líquidos calientes naturales en sistemas geotérmicos es una alternativa al tipo convencional de vapor que se obtiene en plantas de energía por quemado

---

<sup>13</sup> Mercedes Ballesteros Perdriuces La biomasa como fuente de energía: Biocombustibles, Universidad de Salamanca, 2004

de material fósil, por fisión nuclear u otros medios. El vapor se purifica en la boca del pozo antes de ser transportado en tubos grandes y aislados hasta las turbinas.

Las perforaciones modernas en los sistemas geotérmicos alcanzan reservas de agua y de vapor, calentados por magma mucho más profundo, que se encuentran hasta los 3.000 metros bajo el nivel del mar. La energía térmica puede obtenerse también a partir de géiseres y de grietas.

La explotación de esta fuente de energía se realiza perforando el suelo y extrayendo el agua caliente. Si su temperatura es suficientemente alta, el agua saldrá en forma de vapor y se podrá aprovechar para accionar una turbina. Podemos encontrar básicamente tres tipos de campos geotérmicos dependiendo de la temperatura a la que sale el agua:

- La energía geotérmica de alta temperatura
- La energía geotérmica de temperaturas medias
- Campo geotérmico de baja temperatura

La energía geotérmica de alta temperatura existe en las zonas activas de la corteza. Su temperatura está comprendida entre 150 y 400°C, se produce vapor en la superficie que, enviado a las turbinas, genera electricidad. Se requieren varios parámetros para que exista un campo geotérmico: un techo compuesto de un cobertura de rocas impermeables; un depósito o acuífero de permeabilidad elevada, entre 300 y 2.000 metros de profundidad; rocas fracturadas que permitan una circulación convectiva de fluidos y por lo tanto, la transferencia de calor de la fuente a la superficie y una fuente de calor magmático, entre 3 y 10 kilómetros de profundidad a 500-600°C. La explotación de un campo de estas características se hace por medio de perforaciones según técnicas casi idénticas a las de la extracción del petróleo.

La energía geotérmica de temperaturas medias es aquella en que los fluidos de los acuíferos están a temperaturas menos elevadas, normalmente entre 70 y 150°C. Por consiguiente, la conversión vapor-electricidad se realiza a un menor rendimiento y debe utilizarse como intermediario un fluido volátil; pequeñas centrales eléctricas pueden explotar estos recursos. La energía geotérmica de baja temperatura es aprovechable en zonas más amplias que las anteriores, por ejemplo, en todas las cuencas sedimentarias, ésta se debe al gradiente geotérmico. Los fluidos están a temperaturas de 60 a 80°C.

La energía geotérmica de muy baja temperatura se considera cuando los fluidos se calientan a temperaturas comprendidas entre 20 y 60°C. Esta energía se utiliza para necesidades domésticas, urbanas o agrícolas. La frontera entre energía geotérmica de temperatura media y la energía geotérmica de baja temperatura es un poco arbitraria. La temperatura 120 a 180°C por debajo de la cual no es posible ya producir electricidad con un rendimiento aceptable

La geotermia es una fuente de energía renovable ligada a volcanes, géiseres, aguas termales y zonas tectónicas geológicamente recientes, es decir, con actividad en los últimos diez o veinte mil años en la corteza terrestre. "La actividad volcánica sirve como mecanismo de

transporte de masa y energía desde las profundidades terrestres hasta la superficie. Se relaciona con dos tipos de recursos explotables por el ser humano: la energía geotérmica y algunos tipos de yacimientos minerales, que son depósitos de origen magmático e hidrotermal".

Hacen falta inversiones para crear plantas geotérmicas que permitan extraer a través de pozos, agua subterránea que se calienta entre 200 y 300 °C, calor que se aprovecha como energía mientras el agua se regresa al acuífero para no desequilibrar al planeta. La geotermia desprende algunos residuos de azufre y de bióxido de carbono e hidróxido de azufre que se pueden limpiar antes de llegar a la atmósfera.

La geotermia es una alternativa energética que debería incrementarse, aprovechando en diferentes procesos, como en cascada, el agua cada vez menos caliente que se saca del subsuelo. Podría usarse en procesos industriales la energía que desprende el líquido a alta temperatura, el agua menos caliente en algunos tratamientos textiles o de la industria de alimentos, y el agua tibia para llevarla a balnearios sin necesidad de utilizar combustibles ni electricidad para calentar en calderas.

En el mundo existen varias experiencias notables, en Italia, Nueva Zelanda y Canadá, esta energía apoya el consumo tradicional; en Japón se pueden producir cerca de mil megavatios y en Filipinas, el sistema geotérmico tiene una capacidad de potencia superior a los 2,000 megavatios.

En centrales geotérmicas, el vapor, el calor y el agua caliente de las reservas geotérmicas proporcionan la fuerza que hace girar los generadores de turbina y producen electricidad. El agua geotérmica utilizada es posteriormente devuelta a inyección al pozo hacia la reserva para ser recalentada, para mantener la presión y para sustentar la reserva.

Hay tres tipos de centrales geotérmicas. El tipo que se construya depende de las temperaturas y de las presiones de la reserva. Una reserva de vapor "seco" o sobrecalentado produce vapor pero muy poca agua. El vapor es entubado directamente en una central de vapor sobrecalentado que proporciona la fuerza para girar el generador de turbina. El campo de vapor seco más grande del mundo es The Geysers, unas 90 millas al norte de San Francisco.

Una reserva geotérmica que produce mayoritariamente agua caliente es llamada "reserva de agua caliente" y es utilizada en una central "flash". El agua que esté entre 130 y 330°C es traída a la superficie a través del pozo de producción donde, a través de la presión de la reserva profunda, algo del agua se convierte inmediatamente en vapor en un separador. El vapor luego mueve las turbinas.

Una reserva con temperaturas entre 110 y 160°C no tiene suficiente calor para producir rápidamente suficiente vapor, pero puede ser utilizada para producir electricidad en una central binaria. En un sistema binario el agua geotérmica pasa a través de un intercambiador de calor, donde el calor es transferido a un segundo líquido que hierve a temperaturas más bajas que el agua. Cuando es calentado, el líquido binario se convierte en vapor, que como el vapor de agua, se expande y mueve las hélices de la turbina. El vapor es



luego recondensado, convertido en líquido y utilizado en repetidas ocasiones. En este ciclo cerrado, no hay emisiones al aire.

Las plantas geotérmicas, como las eólicas o solares, no queman combustibles para producir vapor que gire las turbinas. La generación de electricidad con energía geotérmica ayuda a conservar los combustibles fósiles no renovables, y con el menor uso de estos combustibles, reducimos las emisiones que ensucian nuestra atmósfera. Hay un aire sin humo alrededor de las plantas geotérmicas, de hecho algunas están construidas en medio de granjas de cereales o bosques, y comparten tierra con ganado y vida silvestre local. El área de terreno requerido por las plantas geotérmicas por megavatio es menor que otro tipo de plantas. Otra ventaja es que las instalaciones geotérmicas no necesitan intervenir ríos o talar bosques, y no hay instalaciones mineras, túneles, piscinas de desecho ni fugas de combustible.

Las plantas geotérmicas están diseñadas para funcionar las 24 horas del día durante todo el año. La central geotérmica es resistente a las interrupciones de generación de energía debidas al tiempo, desastres naturales o acontecimientos políticos que puedan interrumpir el transporte de combustibles.

Estas centrales pueden tener diseños modulares, con unidades adicionales instaladas en incremento cuando sea necesario debido a un crecimiento en la demanda de la electricidad.

El dinero no debe ser exportado para poder importar combustible en el caso de las centrales geotérmicas. El "combustible" geotérmico, como el sol o el viento, está siempre donde está la central; los beneficios económicos se mantienen en la región y no hay colapsos por el precio del combustible.

Desde que la primera electricidad generada geotérmicamente fue producida en Larderello, Italia, en 1904, el uso de la energía geotérmica para electricidad ha crecido a lo largo del mundo hasta 7.000Mw. en 21 países. Sólo Estados Unidos produce 2.700Mw. de electricidad por energía geotérmica, electricidad comparable a la producida quemando 60 millones de barriles de petróleo al año.

El agua geotérmica es utilizada en todo el mundo, aunque no sea suficiente para generar electricidad. En cualquier momento en el que el agua geotérmica o el calor son utilizados directamente, menos electricidad es utilizada.

Los usos directos de las aguas geotérmicas van en un rango de 10 a 130°C y son utilizadas directamente de la tierra:

Para uso sanitario.

- Balnearios.
- Para cultivos en invernaderos durante el periodo de nevadas.
- Para reducir el tiempo de crecimiento de pescados, crustáceos, etc.
- Para varios usos industriales como la pasteurización de la leche.

- Para la implantación de calefacción en distritos enteros y viviendas individuales.
- Como vapor sobrecalentado

Los sistemas de calefacción de distritos geotérmicos bombean agua geotérmica hacia un intercambiador de calor, donde éste transfiere su calor a agua de ciudad limpia que es conducida por tuberías a los edificios del distrito. Luego, un segundo intercambiador de calor transfiere el calor al sistema de calefacción del edificio. El agua geotérmica es inyectada de nuevo al pozo de reserva para ser recalentada y utilizada de nuevo.

En el oeste de Estados Unidos, hay 271 comunidades con recursos geotérmicos disponibles para este uso. Modernos sistemas de calefacción de distritos también sirven a los hogares en Rusia, China, Francia, Suecia, Hungría, Rumanía y Japón. El sistema de calefacción de distrito más grande del mundo está en Reykjavick, Islandia y desde que comenzaron a utilizar la energía geotérmica como primer recurso de calor en Reykjavik, de por sí ya muy contaminada, ha empezado a ser una de las ciudades más limpias del mundo.

El calor geotérmico está siendo usado de algunas formas muy creativas; su uso está limitado solo por nuestra ingenuidad. Por ejemplo, en las Cataratas Klamath, Oregon, donde existe uno de los sistemas de calefacción de distrito más grandes de Estados Unidos, el agua geotérmica es también conducida bajo las carreteras y caminos vecinales para mantenerlos libres del agua helada. El coste de utilizar cualquier otro método para mantener el agua corriendo constantemente a través de las frías tuberías sería prohibitivo. Y en Nuevo México y otros lugares, filas de tuberías llevan agua geotérmica bajo tierra, donde crecen flores y vegetales. Esto asegura que la tierra no se hiele, proporcionando una estación de crecimiento más larga y un crecimiento más rápido de los productos agrícolas que no son protegidos por el calor de un invernadero.

En aplicaciones de calefacción, el calor de la tierra, es decir la diferencia entre la temperatura de la tierra y la más fría temperatura del aire, es transferido a tuberías enterradas en un líquido circulante y luego transferido de nuevo al edificio.

Para aplicaciones de enfriamiento y por el agua caliente, el fluido continuamente circulante en las tuberías recoge el calor del edificio, lo que ayuda a enfriarlo y lo transfiere a la tierra.

En EE.UU. la temperatura de más de 300.000 hogares, escuelas y oficinas es mantenida confortable por estos sistemas de ahorro de energía, y cientos de miles más son utilizados en el mundo. La Agencia de Protección Medioambiental de Estados Unidos ha evaluado a las GHPs<sup>14</sup> como la más eficiente de las tecnologías de calefacción y enfriamiento. Para uso directo y electricidad, las reservas geotérmicas que están suficientemente cerca de la superficie para ser alcanzadas mediante perforación pueden estar en lugares donde los procesos geológicos han permitido al magma alcanzar la superficie, o donde haya fluido como lava.<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> GHP – De sus siglas en Inglés Geothermal Heat Pump

La corteza de la Tierra está hecha de enormes placas, que están en contraste y muy lento movimiento unas contra otras. El magma puede alcanzar la superficie en tres principales áreas geológicas:

Donde la gran placa oceánica de la tierra y la de la corteza colisionan y se monta una sobre la otra, llamada una zona de subducción. El mejor ejemplo de estas regiones calientes alrededor de los márgenes de las placas es el Anillo de Fuego -áreas que bordean el Océano Pacífico: Los Andes de Sudamérica, América Central, México, la Cascade, Cordillera de USA y Canadá, la cordillera Aleutian de Alaska, la Península de Kamchatka en Rusia, Japón, las Filipinas, Indonesia y Nueva Zelanda.

Muchos miles de nuevos megavatios, por encima de los que ahora están siendo producidos, podrían ser desarrollados de los recursos hidrotermales ya identificados. Con mejoras en la tecnología, mucha más energía podrá convertirse en disponible. Los recursos geotérmicos utilizables no son limitados por las reservas hidrotérmicas en los márgenes de las placas de la corteza. La mayoría del mundo reposa sobre una capa de roca líquida y científicos de los países más desarrollados han experimentado con agua conducida a estas profundas rocas líquidas para crear más recursos hidrotérmicos para usarlos en centrales geotérmicas. A medida que la tecnología de perforación mejore, permitiéndonos perforar mucho más profundamente. La energía geotérmica de la roca seca y caliente podrá ser accesible en cualquier lugar.

Entonces seremos capaces de destapar un potencial cierto y enorme de recursos caloríferos de la corteza de la tierra. La energía geotérmica es una alternativa ante el agotamiento de los recursos convencionales y un aporte importante para solucionar los problemas de energía, abriendo una posibilidad de un futuro mejor para todos.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> Energía Geotérmica, consultado el 20 de Diciembre del 2013 en [http://www.panoramaenergetico.com/energia\\_geotermica.htm](http://www.panoramaenergetico.com/energia_geotermica.htm) y [http://en.wikipedia.org/wiki/Geothermal\\_energy](http://en.wikipedia.org/wiki/Geothermal_energy)

## **Energía Oceánica**

Dentro de los océanos existe una gran cantidad de energía que puede ser aprovechada. Algunas de las tecnologías más avanzadas para explotar este tipo de energía son capaces de usar mareas, el gradiente térmico en las corrientes de agua, las olas y las corrientes marinas.

La energía producida por las mareas es resultado de la atracción de gravedad del Sol y la Luna en las grandes acumulaciones de agua.

*La energía mareomotriz* es aquella que es obtenida al aprovechar la energía cinética existente en el movimiento de las mareas, esto se logra a través del empalme a un alternador que se puede usar para la generación de energía eléctrica a través de la transformación de la energía mareomotriz. Lo benéfico de este proceso es que es limpio, es decir, no se producen subproductos gaseosos, líquidos o sólidos que sean contaminantes. Pero debido a la inversión que debe hacerse con las actuales tecnologías utilizadas para la explotación de este recurso, tanto en el aspecto económico como en el aspecto ambiental (a la hora de la instalación), ha sido muy complicado lograr una expansión en el aprovechamiento de este tipo de energía.

*La energía undimotriz, u olamotriz* es aquella que permite el aprovechamiento de la energía mecánica de las olas para su transformación en energía eléctrica. Actualmente es una de las formas de energía más estudiadas, esto es debido a las ventajas que presenta con respecto a otras fuentes de energía alternativa, como es el caso de la energía eólica. Lo anterior se debe a que el comportamiento de las olas no es tan errático como el comportamiento de los vientos, por lo que predecir las condiciones óptimas de oleaje para maximizar la eficiencia de este proceso no resulta excesivamente complicado.

Este tipo de energía está siendo aprovechado ampliamente por países desarrollados, logrando grandes beneficios económicos para estas naciones, esto se debe a que la cantidad de energía que es recuperada del oleaje es mucho mayor a la energía total que el sistema consume.

Este tipo de tecnología requiere ciertas condiciones geológicas específicas para poder maximizar el aprovechamiento de la energía que se recibe, pero la más importante de ellas es la profundidad a la que se colocan los equipos. Esto idealmente existe en una profundidad de 40 a 100 metros, ya que la energía recolectada es proporcional al periodo de oscilación y al cuadrado de la amplitud de las oscilaciones.

En la actualidad, los equipos con mayor uso para coleccionar este tipo de energía son:

- Depósitos: Consta de un pozo que es hermético en la parte superior, mientras que la parte inferior está conectada al mar, y el aire producido por las olas hace funcionar una turbina que genera electricidad.

- Flotadores: Se encuentran sumergidos en el mar usando un anclaje o peso sumergido.
- Dispositivos Móviles articulados: Siguen el movimiento de las olas y hacen mover un generador hidráulico y este último colecta la energía que obtiene del movimiento relativo entre las partes articuladas que posee.
- Neumáticos: Dentro de un tubo curvado existe un cierto volumen de agua sobre un bote o una plataforma, cuando las olas hacen oscilar al bote o plataforma, el tubo curvado oscila, y por medio del principio de conservación de nivel, el agua empuja el aire dentro del tubo, generando vacío y presión (uno en cada lado), accionando una turbina por medio de estos cambios de presión.

Uno de los problemas que presenta este tipo de energía es la dificultad de absorber la energía mecánica, ya que esta se presenta en un campo de velocidades aleatorio, para luego convertirla en energía eléctrica.

Otras de las complicaciones son: El alto costo de la inversión inicial para poder poner en funcionamiento estas centrales, su periodo de amortización es largo; el hecho de que esta energía se limita a zonas costeras, transportar esta energía a lugares donde no hay costas requiere una inversión energética y económica; también existe un grado de impacto ambiental, ya que debe modificarse el entorno en donde las instalaciones serán requeridas, ocupando grandes espacios para colocar turbinas de gran tamaño, impactando sobre el ecosistema del lugar.

*La energía maremotérmica:* Se basa en la conversión de la energía térmica de los océanos, y es una energía renovable que usa la diferencia de temperatura entre las aguas oceánicas profundas y las más superficiales (que son más cálidas), con esto puede moverse una máquina térmica que produce trabajo útil, en la mayoría de los casos transformado en electricidad.

**Ventajas:** Es una fuente de energía limpia y renovable. La producción de dióxido de carbono y otros contaminantes químicos en este proceso es nula o mínima. Los sistemas y centrales de transformación de esta energía producen agua potable y electricidad. El agua fría en el fondo oceánico que se utiliza en este proceso puede ser utilizada para aires acondicionados en edificios y para alimentar ciertos tipos de flora y fauna marina.

**Desventajas:** Los costos asociados a las plantas maremotérmicas son superiores a los costos de plantas de producción de combustibles fósiles para producir energía (termoeléctricas). Estas plantas deben ser ubicadas en donde la temperatura varíe 20°C a lo largo del año. La construcción de estas instalaciones puede afectar arrecifes coralinos y ecosistemas marinos enteros.

*Energía Azul o Potencia Osmótica:* Este tipo de energía es obtenida gracias a la diferencia de concentraciones de sal entre el agua marina y el agua proveniente de los ríos que desembocan en el mar. Al realizar este procedimiento, el resultado obtenido es agua salobre, que tiene una concentración salina menor que la del mar, pero mayor que la de los ríos.

Esta energía puede ser aprovechada en mayor cantidad en lugares donde existen ríos muy caudalosos, en regiones como los Países Bajos, donde, en promedio, más de 3300 m<sup>3</sup> de agua dulce desembocan al mar cada segundo.

Dos de los métodos que ocupan el mayor desarrollo en este tipo de sistemas: los de ósmosis por presión retardada (PRO, por sus siglas en inglés Pressure Retarded Osmosis) y el de la electrodiálisis inversa (RED, Reverse ElectroDialysis).

*Osmosis por presión retarda:* Esta técnica utiliza tecnologías que se basan en la idea de poner en contacto a los dos fluidos, refiriéndose al agua de mar y el agua de río, y poner una membrana con características especiales que permita el paso del agua a través de ésta, pero no el paso de las sales. Esta diferencia de potenciales genera a su vez una diferencia de presión, que con los métodos apropiados puede ser aprovechada en una turbina. En Noruega, una planta prototipo funciona desde 2009 en Tofte, ésta fue desarrollada por la empresa Statkraft.

*Electrodiálisis Inversa:* Esta tecnología emplea una membrana nueva y barata basada en la utilización de polímeros eléctricamente modificados de polietileno. La empresa REDStack es la principal impulsora de esta tecnología, y utiliza membranas de la empresa FUJIFilm.<sup>16</sup>

## **Energía Hidráulica**

La energía Hidráulica, hídrica, o hidroenergía es una técnica bien establecida y es considerada una tecnología madura. Esta técnica de obtención de energía es aquella que la extrae de la energía cinética del agua en movimiento. Este tipo de energía también es considerada energía verde cuando el impacto ambiental es mínimo y usa la fuerza del agua sin recurrir a presas, de otra forma, solo se considera una energía renovable. Sin embargo, la manera más significativa de su uso la constituyen las centrales hidroeléctricas de presas, lamentablemente no son productoras de energía verde debido a que el impacto ambiental que producen es muy grande.

Este tipo de energía representa una considerable contribución a la producción de energía eléctrica a nivel mundial. De hecho, durante la primera mitad del siglo XX, este tipo de energía fue la principal fuente de energía eléctrica a nivel mundial. La contribución de las hidroeléctricas de mediana, pequeña y micro escala también son importantes, no solo las grandes hidroeléctricas. El principal reto de este tipo de energía es saber invertir en ella, la

---

<sup>16</sup> Energía Mareomotriz, consultado el 22 de Diciembre en [http://en.wikipedia.org/wiki/Tidal\\_power](http://en.wikipedia.org/wiki/Tidal_power)

aceptación de una hidroeléctrica por parte de la población, así como las proyecciones a futuro son vitales, ya que este tipo de energía debe ser sustentable.

Las características de una región son las que dictan si una planta hidroeléctrica es viable o no, factores conjuntos, como la cantidad de precipitación en dicha región, los desniveles geológicos y lo favorable de la orografía de dicho lugar hacen posible o no la construcción de represas.

La energía hidráulica es obtenida de la energía potencial y cinética del agua que llevan los ríos, que a su vez son formados por la lluvia y los deshielos. La energía del agua en su caída hacia el mar puede ser capturada haciéndose pasar por una turbina hidráulica, que transmite esta energía a un alternador que convierte la energía cinética del alternador en energía eléctrica.

En México solo se explota aproximadamente un 14% del potencial hidroeléctrico identificado, pero los lugares en donde es idóneo aprovechar esta fuente de energía ya han sido explotados para hacer grandes presas. Lo siguiente es el aprovechamiento de la llamada “microhidráulica” que se centra en las pequeñas caídas de agua para producir energía mecánica en molinos, o caídas de mayor magnitud para producir turbinas hidráulicas.

El desafío mayor es generar la tecnología que se requiere para poder aprovechar estas caídas de agua sin tener que importar dicha tecnología, ya que la cantidad de lugares donde puede aprovecharse esta energía es demasiado numerosa como para considerar importar todo este material.

Ventajas:

- El ciclo del agua vuelve inagotable a este tipo de energía.
- Es una energía limpia (en gran parte de los casos).
- Es una energía renovable con un alto rendimiento energético.
- Permite el control del caudal del agua en caso de peligro de inundación.
- Permite el almacenamiento de agua para su mejor distribución en tiempos de escasez.
- Elimina los costos del uso de combustible.
- Las plantas eléctricas tienden a tener vidas económicas más largas que las plantas donde se requiere combustible para producir electricidad.
- Este tipo de tecnología no genera gases de efecto invernadero.

Desventajas:

- Dependiendo del lugar donde se construya una presa que aproveche este tipo de energía, puede significar la pérdida de tierras fértiles.

- Anteriormente la construcción de embalses mal planeados han generado la inundación de pueblos completos.
- Puede generar interrupciones de los ecosistemas acuáticos, cambiando por completo su estructura, pero algunos avances tecnológicos pueden mitigar este efecto (como ejemplo es la construcción de escaleras para peces).
- Cambia los ecosistemas del río aguas abajo, un ejemplo de esto es la baja cantidad de sedimentos en el agua que sale de estos complejos, generando la erosión de algunos terrenos. Otro ejemplo es la modificación del ecosistema debido al cambio brusco y continuo del flujo del agua.

Las desventajas medioambientales de este tipo de tecnología son mitigables hasta cierto punto cuando se incluyen medidas de prevención en el costo de los proyectos.<sup>17</sup>

## **Energía Nuclear**

La energía nuclear, también llamada energía atómica es aquella que se libera de manera espontánea o artificial en las reacciones nucleares, que son procesos de combinación y transformación de partículas subatómicas y núcleos atómicos. Estas reacciones pueden ser endotérmicas y exotérmicas, pero en el caso de la producción de energía nuclear, las reacciones presentes son exotérmicas.

El aprovechamiento de este tipo de energía está enfocado a la generación de energía eléctrica, térmica y mecánica a partir de las reacciones atómicas, principalmente de ciertos elementos químicos (radioisótopos), siendo la reacción más conocida la fisión del Uranio 235, que es la que hace funcionar a los reactores nucleares. Para este documento, la producción de energía eléctrica es el principal enfoque, llevado a cabo en las centrales nucleares.

La aplicación práctica más conocida de la energía nuclear es la generación de energía eléctrica para el uso de la población, en especial mediante el uso de Uranio enriquecido, que se obtiene a partir del tratamiento del Uranio que se encuentra en la naturaleza hasta llevarlo a un material cerámico que es utilizable en las plantas nucleares. El funcionamiento de este tipo de instalaciones se basa en el principio de cualquier otra central térmica, con sus variaciones, pero principalmente consiste en calentar agua (que en este caso tiene propiedades especiales) para poder convertirla en un gas y aprovechar su energía cinética para convertirla en electricidad. Las características especiales de este proceso difieren del proceso de los combustibles fósiles de las siguientes maneras:

- Se requieren medidas de seguridad mucho más estrictas.

---

<sup>17</sup> Julia Tagüeña y Manuel Martínez, Fuentes renovables de energía y desarrollo sustentable, México, ADN Editores, 2008, Primera Edición



- La cantidad de material combustible necesario es varios órdenes de magnitud inferior al que se requiere en las plantas térmicas de combustibles fósiles.
- Las emisiones de CO<sub>2</sub> y óxidos de nitrógeno es nula, aunque indirectamente, en los procesos secundarios para la obtención de minerales y la construcción de las instalaciones de este tipo de plantas, sí se producen ciertas emisiones de estos gases.

Los reactores llamados de “agua ligera” (LWR, Low Water Reactor), usan como moderador agua altamente purificada, los moderadores son medios que se utilizan para regular la velocidad de los neutrones, por este medio se puede propiciar una reacción nuclear en cadena de manera eficaz. En los reactores LWR el combustible utilizado es uranio enriquecido ligeramente (entre 3 y 5%).

Para estos reactores se planteó añadir plutonio fisible  $^{239}_{94}\text{Pu}$  como combustible adicional, aumentando la eficiencia del combustible y reduciendo los problemas que generaba el combustible gastado. Esto se aprovechó para el desmantelamiento de armas con plutonio en las principales potencias mundiales, y así se desarrolló el combustible MOX. También se ha ensayado en algunos reactores un combustible que es una mezcla de torio y plutonio, que genera una menor cantidad de elementos transuránicos, que son aquellos con un número atómico mayor que 92, el del Uranio.

Otra clase de reactores utilizan agua pesada como moderador, el agua pesada es formalmente conocida como óxido de deuterio, que es una molécula equivalente al agua, pero con la diferencia de que el deuterio es un isótopo más pesado del hidrógeno.

#### Tipos de reactores

La diferencia básica entre los distintos diseños de reactores nucleares de fisión es el combustible que utilizan. Esto influye en el tipo de moderador y refrigerante usados. De entre todas las posibles combinaciones entre tipo de combustible, moderador y refrigerante, sólo algunas son viables técnicamente (unas 100 contando las opciones de neutrones rápidos). Pero sólo unas cuantas se han utilizado hasta el momento en reactores de uso comercial para la generación de electricidad.

El único isótopo natural que es fisionable con neutrones térmicos es el  $^{235}_{92}\text{U}$ , que se encuentra en una proporción de un 0.7% en peso en el uranio natural. El resto es  $^{238}_{92}\text{U}$ , considerado fértil, ya que, aunque puede fisiónar con neutrones rápidos, por activación con neutrones se convierte en  $^{239}_{94}\text{Pu}$ , que sí es fisible mediante neutrones térmicos.

Los reactores de fisión comerciales, tanto de primera como de segunda o tercera generación, utilizan uranio con grados de enriquecimiento distinto, desde uranio natural hasta uranio ligeramente enriquecido (por debajo del 6%). Además, en aquellos en los que se usa uranio enriquecido, la configuración del núcleo del reactor utiliza diferentes grados de enriquecimiento, con uranio más enriquecido en el centro y menos hacia el exterior. Esta

configuración consigue dos fines: por una parte disminuir los neutrones de fuga por reflexión, y por otra parte aumentar la cantidad de  ${}_{94}^{239}\text{Pu}$  consumible.<sup>18</sup>

Los diseños de reactores que aprovechan las lecciones aprendidas en el medio siglo transcurrido (aproximadamente una docena de diseños distintos) se denominan de tercera generación o reactores avanzados. Solo se han puesto en marcha algunos en Japón y se están construyendo algunos otros. En general son evoluciones de los reactores de segunda generación (como el BWR avanzado o ABWR o el PWR avanzado: el EPR o el AP1000), aunque existen algunos diseños completamente nuevos (como el PBMR que utiliza helio como refrigerante y combustible TRISO que contiene el moderador de grafito en su composición).

Los reactores de cuarta generación no saldrán del papel al menos hasta el 2020, y en general son diseños que buscan, además de niveles de seguridad superiores a las plantas de fisión de las generaciones anteriores, que los únicos residuos de alta actividad tengan vidas muy cortas, quemando los actínidos de vida larga. A este grupo pertenecen por ejemplo los reactores asistidos por acelerador (ADS).

## Fusión

La fusión se plantea como una opción más eficiente (en términos de energía producida por masa de combustible utilizada), segura y limpia que la fisión, útil para el largo plazo. Sin embargo faltan aún años para poder ser utilizada de forma comercial (la fusión no será comercial al menos hasta el año 2050).

La principal dificultad encontrada, entre otras muchas de diseño y materiales, consiste en la forma de confinar la materia en estado de plasma hasta alcanzar las condiciones impuestas por los criterios de Lawson, ya que no hay materiales capaces de soportar las temperaturas impuestas.

Se han diseñado dos alternativas para alcanzar los criterios de Lawson, que son el confinamiento magnético y el confinamiento inercial.

Aunque ya se llevan a cabo reacciones de fusión de forma controlada en los distintos laboratorios, en estos momentos los proyectos se encuentran en el estudio de viabilidad técnica en centrales de producción eléctrica como el ITER o el NIF. El proyecto ITER, en el que participan entre otros Japón y la Unión Europea, pretende construir una central experimental de fusión y comprobar su viabilidad técnica.

---

<sup>18</sup> Federico Goded Echeverría y Vicente Serradell García 1975. Teoría de reactores y elementos de ingeniería nuclear. Tomo I. Publicaciones científicas de la JEN, 1975

## Tipos de reactores

Existen dos grandes grupos, separados por el método empleado para alcanzar las condiciones de tiempo, densidad y temperatura necesarias para que pueda alcanzarse la fusión controlada de forma continua:

1. Fusión mediante confinamiento magnético.
2. Fusión mediante confinamiento inercial.

En el primer caso, en un recipiente donde se ha practicado un vacío elevado, se eleva la temperatura de una mezcla de deuterio-tritio mediante campos electromagnéticos hasta convertirla en plasma.

También mediante campos electromagnéticos se confina el plasma en una región lo más pequeña y alejada de las paredes del recipiente que sea posible, aumentando de forma continua la densidad y la temperatura.

En algunos diseños hipotéticos de reactores de fusión se hace incidir un haz de fotones o de partículas cargadas (electrones o protones) muy energético e intenso sobre un blanco compuesto por el combustible (deuterio-tritio). Ese haz puede estar enfocado de forma directa sobre el blanco, o bien de forma indirecta sobre un dispositivo denominado holraum construido con un material de alto Z que genera a su vez un intensísimo campo de rayos X que está enfocado sobre el blanco. Hasta la década de los 70 no se desarrollaron láseres con las potencias necesarias para conseguir iniciar la reacción.

En la actualidad se investiga en varios centros. Esto se debe a que el mecanismo empleado produce microexplosiones termonucleares, de forma que, tanto el software empleado en cálculos y simulaciones termohidráulicas, como los resultados obtenidos, pueden emplearse directamente en el armamento termonuclear. Por este motivo las instalaciones construidas hasta el momento, además de buscar la aplicación civil mediante generación de electricidad, poseen un importante componente militar ya que permiten, tras la prohibición de ensayos nucleares en superficie, realizar pruebas a escala diminuta (para los parámetros del armamento nuclear).

Aunque existen múltiples diseños tanto con el uso de láseres como de aceleradores de partículas, los proyectos más importantes hasta el momento en el mundo son el NIF de Estados Unidos y el LMJ francés, ambos diseños empleando láseres.<sup>19</sup>

## Hidrógeno

Cabe resaltar que el hidrógeno no puede ser considerado como una fuente de energía, sino como un vector energético. Los vectores energéticos son sustancias o dispositivos que almacenan energía, de tal forma que esta pueda ser liberada posteriormente en forma controlada. Las fuentes primarias de energía se distinguen de entre los vectores porque los

---

<sup>19</sup> Energía Nuclear, consultado el 3 de Enero de 2014 en [http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear\\_power](http://en.wikipedia.org/wiki/Nuclear_power)

vectores son productos manufacturados en donde se ha invertido una cantidad mayor de energía para su elaboración. Por esta razón, el hidrógeno no puede ser extraído de ningún sitio a un bajo costo, por lo cual, primero debemos generarlo y después obtener una menor cantidad de energía útil al utilizarlo. Para obtener el hidrógeno se requiere aplicar un proceso de hidrólisis, en donde se hace pasar carga eléctrica en un determinado proceso electroquímico en una solución acuosa, causando que las moléculas de agua se rompan y liberen oxígeno e hidrógeno.

Los vehículos de hidrógeno no son producidos a gran escala, pero se han producido grandes avances en esta tecnología. Este tipo de vehículos funcionan con una batería llamada “pila de combustible” que genera electricidad para los motores de dicho vehículo a través de la combustión del hidrógeno con el oxígeno del aire. Esta reacción genera agua pura, que se utiliza para refrigerar a la pila de combustible y la energía que se libera de esta reacción es aprovechada para mover los motores que impulsan al vehículo.

Existen también vehículos que además de poseer un sistema de combustión de hidrógeno, poseen un motor de combustión interna de hidrocarburos. Este tipo de vehículos sí producen emisiones de dióxido de carbono, pero en menor cantidad que un vehículo tradicional, y son menos eficientes.<sup>20</sup>

---

<sup>20</sup> Monbiot, George, *Calor. Cómo parar el calentamiento global*. Barcelona: RBA libros. pp. 185

## **III. Discusión**

### **III. Discusión**

#### **La Energía y su disponibilidad en México**

Desde épocas inmemoriales, el hombre siempre ha tratado de hacerse con fuentes de energía, inicialmente para su supervivencia, y posteriormente, en la búsqueda de la aceleración de sus labores cotidianas y ampliación de sus comodidades.

Este fenómeno de la búsqueda incansable de las civilizaciones humanas por nuevas fuentes de energía tuvo un cambio importante en la historia durante la revolución industrial, donde la maquinaria sustituyó a gran parte de la mano de obra que en ese entonces existía. Las máquinas comenzaron a desarrollar las tareas que hasta ese momento desarrollaban las personas. Para ello, estas máquinas necesitaban un abasto constante de energía, y esto se logró a través del aprovechamiento energético de las sustancias combustibles disponibles en esta época, que en su mayoría eran constituidas por carbón y madera.

El impulso económico que esto representó para algunas naciones fue masivo, Inglaterra logró forjar un imperio a partir de su desarrollo tecnológico basado en la energía calorífica del carbón mineral, y la explotación de este recurso fue la clave del desarrollo económico durante esta época.

Tiempo después, el hombre descubrió la practicidad asociada a la quema de combustibles derivados de yacimientos petroleros. Con el transcurso de unos pocos años, la facilidad de transporte, manejo, y versatilidad de los productos derivados del petróleo, así como el desarrollo de los métodos de producción en cadena, dio un nuevo giro a todas las industrias, además de que puso al alcance de la mano de todo el mundo, nuevos dispositivos y maquinaria que estaban dispuestos para la población en general, no solo para los adinerados dueños de grandes empresas. Esto trajo consigo una demanda y explotación masiva de los recursos petroleros alrededor del mundo; la demanda del petróleo creció impresionantemente y se convirtió en uno de los recursos más valiosos en la faz de la Tierra.

La invención de las máquinas de combustión interna en la década de los 1850's, y el desarrollo de las cadenas de montaje en 1901 propulsaron al cielo la explotación de petróleo a nivel mundial. El 14 de septiembre de 1960 en Bagdad, (Irak) se constituye la Organización de Países Exportadores de Petróleo (OPEP), fundada por el Ministro de Energías venezolano Juan Pablo Pérez Alfonso, junto con un grupo de ministros árabes.

Pero, deteniéndose a pensar un poco, la quema de un recurso natural no parece una idea tan inteligente si se piensa detenidamente, el petróleo no solo sirve para la producción de energía, en sus diversas maneras de transformación. El petróleo es la base de la producción de una infinidad de materiales sintéticos, medicamentos y otros productos de vital importancia para la civilización humana, y es un recurso que no solo es agotable, sino muy limitado también. Si la extracción de recursos petroleros continúa al mismo ritmo que en la última década, salvo que se encontrasen nuevos yacimientos, las reservas mundiales durarían aproximadamente 32 años. Se calcula que quedan unas 143.000 millones de toneladas de crudo.

La desaparición de un recurso tan importante como es el petróleo solo representa una pequeña parte del problema, ya que, no solo nos veríamos privados de una de las fuentes materiales más importantes sobre el planeta; una vez quemado, las reacciones de combustión del petróleo no liberan aire, sino un contaminante que actualmente está cambiando la situación climatológica alrededor del mundo.

El bióxido de carbono (uno de los principales productos de la combustión de hidrocarburos), tiene la propiedad de almacenar grandes cantidades de energía en su estructura molecular, por lo que, al entrar en contacto con el sol, retiene esta energía, incrementando la temperatura del aire que contiene en mayor cantidad a este gas, por lo que entre mayor es el consumo a través de la combustión de petróleo, mayor será la cantidad de dióxido de carbono presente en el ambiente.

Esto provoca a su vez una serie de problemas ambientales, desequilibrando el ciclo natural del carbono, y sumado a este problema vienen otros de los que también somos responsables, como la tala inmoderada, los efectos de destrucción de la capa de ozono, la destrucción de ecosistemas debido a la contaminación, introducción de componentes tóxicos al aire, tierra y agua. La explotación del petróleo es una de las tareas más contaminantes, no solo al momento de quemarlo, sino a la hora de extraerlo de la tierra, contaminando los alrededores del lugar donde se extrae; también el procesamiento del petróleo es una de las tareas que más involucra contaminantes y dispersión no planeada del petróleo. La distribución del petróleo alrededor del mundo también ha logrado contaminar de manera sustancial el agua del planeta.

En este tema, México no es excepción. México es uno de los principales productores de petróleo a nivel mundial, y sus relaciones con el petróleo se remontan a la época de la colonia.

### **El Petróleo en México**

En 1783 Entraron en vigor las *Reales Ordenanzas para la Minería de la Nueva España*, que determinaban que toda riqueza extraída del subsuelo, entre ellas el petróleo, pertenecían a la Real Corona Española, y sólo esta entidad tenía el derecho de conceder a los particulares la explotación del recurso. Posteriormente, en 1884, después de la guerra de Independencia, el gobierno expidió el documento denominado *Código de Minas de los Estados Unidos Mexicanos* que deroga las *Ordenanzas de Minería*. Esta nueva legislación tenía la intención de fomentar la inversión petrolera y principalmente trasladar el derecho de explotación al soberano sobre el subsuelo.

En 1892 se promulga El Código de Minero de la República Mexicana, estableciendo que solo el dueño de la Tierra puede explotar los combustibles minerales, siempre y cuando se cubran los impuestos de propiedades federales. Después, en 1901 se expide la primera Ley del Petróleo, que otorga al presidente la capacidad de asignar permisos a empresas y particulares para explotar terrenos de propiedad nacional.

En 1917, junto con la promulgación de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, el artículo 27 restituye a la nación la propiedad de las riquezas del subsuelo.

Debido a esto, diversas compañías petroleras se agrupan formando la Asociación de Productores de Petróleo en México, como una respuesta a la promulgación de la nueva constitución. En 1918 Venustiano Carranza impone nuevos impuestos a la industria petrolera.

En 1933 La Compañía Mexicana de Petróleo El Águila descubre los yacimientos de Poza Rica, Veracruz. El proyecto de una empresa petrolera nacional cobra forma con la creación de la Compañía Petróleos de México, S.A. (PETROMEX), y dos años después se forma el Sindicato de Trabajadores Petroleros de la República Mexicana (STPRM).

Para el año de 1938, el Presidente Lázaro Cárdenas decreta la expropiación Petrolera, y se crea Petróleos Mexicanos (PEMEX). Tres años después, se crea el departamento de exploración para contrarrestar la baja en la producción, por lo que en 1946 se descubren los yacimientos petroleros en Reynosa y Tamaulipas y se inaugura la refinería de Azcapotzalco, con capacidad de procesar cincuenta mil barriles de crudo a diario.

En 1950 se construyen las refinerías de Salamanca y Reynosa, y en 1965 se crea el Instituto Mexicano del Petróleo. Para 1976 se empieza a explotar la zonda de Campeche, lo que da lugar a nuevos descubrimientos de yacimientos, conformándose así el complejo de Cantarell.

En 1989 Pemex crea la empresa filial Petróleos Mexicanos Internacional, con el objetivo de establecer un marco organizacional moderno para actividades comerciales internacionales.

En diciembre de 2004 se decreta la devaluación del peso a raíz de la fuga de capitales que había sufrido el país en el último año del sexenio de Carlos Salinas de Gortari. La acumulación de una deuda a corto plazo gigantesca (de 30 mil millones de dólares en tesobonos) y se destina a cubrir el déficit de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público.

En 2005 se firman préstamos de emergencia con el Fondo de Estabilización monetario de los Estados Unidos por 14 mil millones de dólares y otros más con el Fondo monetario Internacional por 17 mil millones de dólares, ofreciendo como garantía los recursos de PEMEX, que finalmente liquidaron las deudas.

En los años de 2007 y 2008 la producción anual de crudo en México se incrementó hasta alcanzar 1,237 millones de barriles, donde el complejo Cantarell tuvo una de las mayores contribuciones.

En 2012, el yacimiento de Chicontepec aumentó su producción a más del 50% en el último año.

El anterior panorama histórico nos hace darnos cuenta de la importancia que ha tenido el petróleo a lo largo de toda la historia del país. Podemos darnos cuenta de la dependencia económica innegable que ha tenido esta nación con dicho recurso. Aunado a esto, la dependencia de nuestra nación con el desarrollo económico de los Estados Unidos de Norteamérica siempre ha sido ineludible.



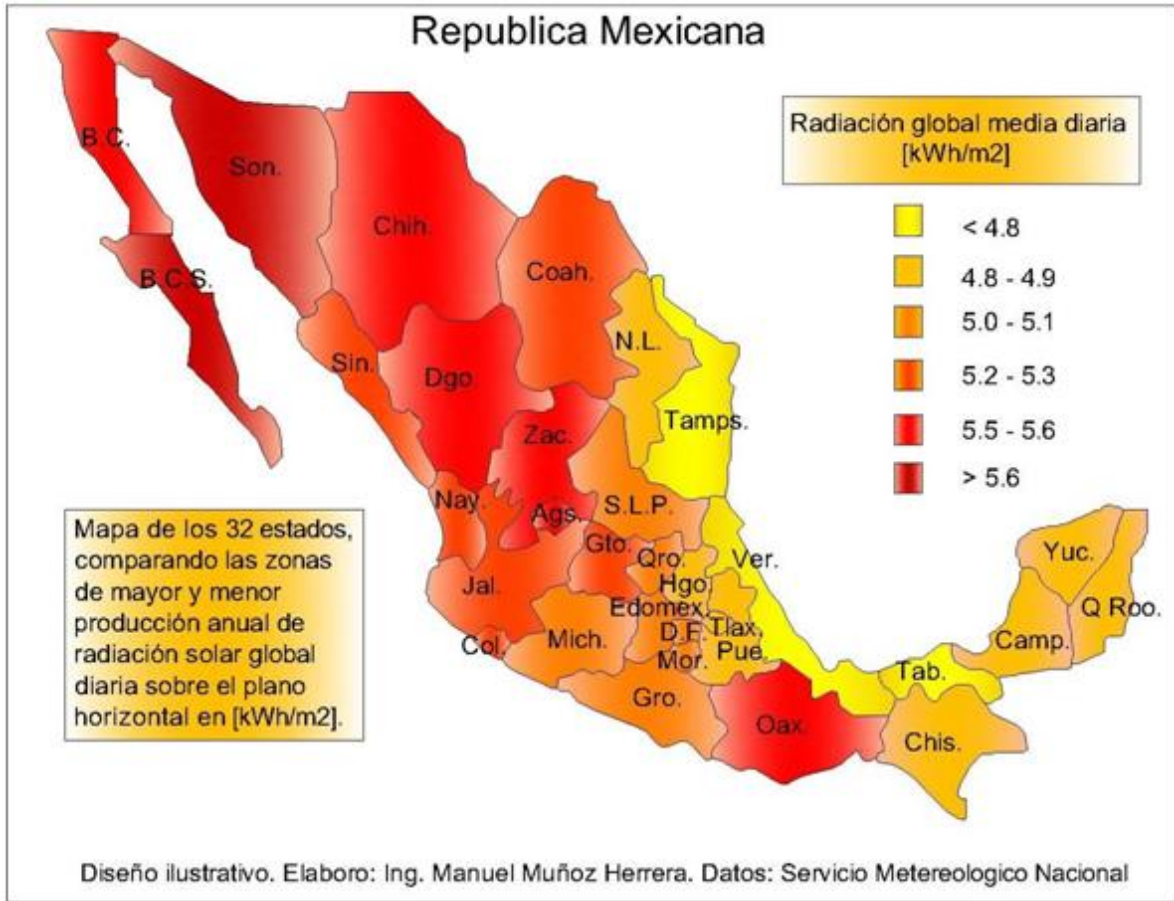
A lo largo de la historia de nuestro país, y en especial en los últimos 100 años, México se ha enfocado en la explotación de los recursos petroleros para el sustento económico de la nación, lo que ha tenido oprimida económicamente a la industria petrolera nacional, sometiéndola a una cantidad enorme de impuestos, lo que a su vez impide el desarrollo de la misma. Por esta razón, el país debe buscar la manera de disminuir el impacto que tiene el petróleo mexicano sobre nuestra economía, de otra manera, en el momento en que este recurso se agote, la nación sufrirá un terrible derrumbe económico.<sup>21</sup>

### **Disponibilidad de energía alternativa en México**

Como ya se había mencionado antes, México cuenta con una gran cantidad de energía en forma de luz solar, principalmente en la zona noroeste de la República, esto puede ser aprovechado de una gran manera si se consigue la tecnología adecuada y se logran las inversiones pertinentes.

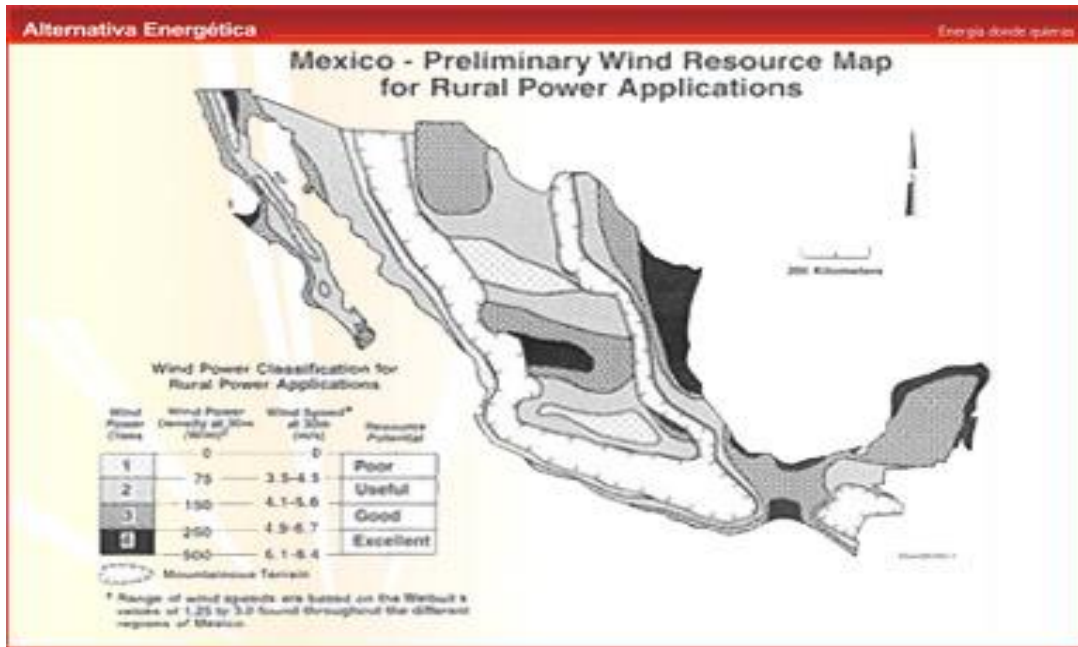
---

<sup>21</sup> Historia del Petróleo en México, consultado el 5 de Enero en <http://petroleo.colmex.mx/>



El uso de **energía eólica en México** aún es joven pues existen muchas zonas por explorar en búsqueda de un terreno propicio para la apertura de plantas eólicas. Sin embargo, las mediciones de pequeñas redes anemométricas, realizadas principalmente por el Instituto de Investigaciones Eléctricas y algunas otras entidades o empresas, han servido para saber de la existencia de vientos aprovechables y económicamente viables en las siguientes regiones:

- Península de Baja California
- Península de Yucatán
- Las costas del país



22

## Legislación en materia energética

Actualmente, México se encuentra en un periodo de arduo debate entre el avance que debería de tener el país en materia energética. Lamentablemente, un grupo de adinerados magnates que ocupan el panorama político son los que toman las decisiones acerca de lo que le sucederá a México en los siguientes años con respecto a las condiciones con las que se trabajará con los recursos de hidrocarburos en nuestra nación; este grupo de personas poseen poca o ninguna formación científica y sólo velan por los intereses económicos inmediatos de unos cuantos, por ello, es nuestro deber como ingenieros, percatarnos de este tipo de direcciones no fructíferas e intentar influir de alguna manera en la toma de decisiones que afecta a todos.

A continuación, hago referencia a algunos de los puntos más importantes de la nueva reforma energética emitida en diciembre del 2013, para hacer un análisis de lo que pasará con estos nuevos cambios, y después hacer una propuesta en la que se consideren las nuevas formas de generación de energía descritas en este documento que más se acomoden a las necesidades y cualidades de nuestro país.

La reforma energética que entra en vigor a partir de enero del año 2014 abre la puerta para que el gobierno mexicano pueda suscribir contratos con la inversión privada para la exploración y extracción de petróleo, y las contraprestaciones para los particulares involucrados puedan ser utilidades compartidas, dinero y la entrega de hidrocarburos.

Esta reforma afecta los artículos 25 que habla de la garantía de seguridad jurídica que hace responsable al estado de garantizar la soberanía nacional y el régimen democrático; el artículo 27 que habla de la pertenencia a la Nación de Tierras y Aguas dentro del territorio

<sup>22</sup> Imágenes obtenidas del buscador de Imágenes de google.

nacional; y el artículo 28 de la constitución en donde se prohíben los monopolios, las prácticas monopólicas, los estancos y las exenciones de impuestos.

El documento descarta la entrega de concesiones a particulares, y se limita a diferentes modalidades de contratos o licencias para la explotación y exploración de los recursos energéticos.

El proyecto abre las puertas a la explotación del sector energético, pero plantea que “los hidrocarburos en el subsuelo son propiedad de la Nación y así deberá afirmarse en las asignaciones o contratos”. A su vez, asegura que los derechos de los trabajadores del sector energético estarán a salvo, pero jamás explica nada acerca del sindicato de PEMEX.

Algunas partes importantes de esta reforma, dicen lo siguiente:

“Corresponde exclusivamente a la Nación la planeación y el control del sistema eléctrico nacional, así como el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica; en estas actividades no se otorgarán concesiones, sin perjuicio de que el Estado pueda celebrar contratos con particulares en los términos que establezcan las leyes, mismas que determinarán la forma en que los particulares podrán participar en las demás actividades de la industria eléctrica”.

“Tratándose del petróleo y de los hidrocarburos sólidos, líquidos o gaseosos, en el subsuelo, la propiedad de la Nación es inalienable e imprescriptible y no se otorgarán concesiones. Con el propósito de obtener ingresos que contribuyan al desarrollo de largo plazo de la Nación, ésta llevará a cabo las actividades de exploración y extracción mediante asignaciones a empresas productivas del Estado o a través de contratos con éstas o con particulares, en los términos de la Ley Reglamentaria. Para cumplir con el objeto de dichas asignaciones o contratos las empresas productivas del Estado podrán contratar con particulares. En cualquier caso, los hidrocarburos en el subsuelo son propiedad de la Nación y así deberá afirmarse en las asignaciones o contratos”.<sup>23</sup>

De este último párrafo puede entenderse que una vez extraído el petróleo, no necesariamente es de la Nación y por ello, se podrán celebrar distintos tipos de contratos.

El artículo Transitorio Cuarto plantea los tipos de contratos y contraprestaciones que se podrán establecer con la IP. Las clasificaciones quedan así:

- **De servicios** – Pago en efectivo.
- **De utilidad compartida** – Un porcentaje de la utilidad.
- **De producción compartida** – Un porcentaje de la producción obtenida.
- **De licencia** – Transmisión onerosa de los hidrocarburos tras ser extraídos.
- O cualquier combinación de las anteriores opciones.

---

<sup>23</sup> Reformas a los artículos 25, 27 y 28, referentes a la reforma energética llevada a cabo en el año 2013

También se propone crear un Fondo Mexicano del Petróleo, en dónde se depositarán los recursos que el Gobierno mexicano obtenga por las alianzas con la inversión privada. De este fondo el gobierno podrá disponer de la manera que más le convenga, y dejar el dinero del pueblo en manos del gobierno no ha resultado muy efectivo en la actualidad.



Esto, en contra de lo que se ha dicho en todo este documento, fomenta la extracción masiva de petróleo, las compañías que representan la inversión privada se apilonarán para poder extraer petróleo a cambio de prestar únicamente su tecnología, lo que representa una inversión magnífica para dichas empresas petroleras, pero dejando que escape una cantidad enorme de nuestro preciado recurso, lo que a muy corto plazo puede manifestarse en un incremento económico en los ingresos de la población. Pero ¿Qué pasará una vez que el petróleo se termine? Si la mayor fuente de ingresos en nuestro país se debe al petróleo, ¿Que sucederá si este se agota a un ritmo mucho más rápido debido a la introducción de la inversión privada?

La respuesta es muy simple, el país se quedará sin recursos en un abrir y cerrar de ojos y no habrá dinero ni recursos materiales para producir energía, lo que solo incrementará el rezago que México tiene en comparación con el mundo.

Por ello es de vital importancia que retomemos el camino de la preservación económica, energética y ecológica. Extraer todos nuestros recursos para venderlos no es la solución al problema, es solo un agravante. México debería poder empezar a incursionar en el

desarrollo e implementación de nuevas tecnologías que ayuden a suplir su demanda energética.

Otros países alrededor del mundo se han dado cuenta del hecho de que el petróleo no estará ahí para siempre, y comenzaron a explotar nuevas fuentes de energía, que si bien no cubren por completo su demanda de energéticos, cuando menos disminuyen la dependencia hacia el petróleo y sus derivados, generando un panorama más estable económicamente hablando. Nuestra nación está haciendo justo lo opuesto, ya que no cuenta con una infraestructura sólida como para rehacerse con energía una vez que el petróleo se termine.

Para generar fuentes de energía renovables que puedan ser competitivas en un nivel económico, es necesario incrementar la capacidad de adquirir estos medios, y esto puede lograrse incrementando la cantidad de recursos asignados a la investigación de receptores de energía renovable. También es posible importar la tecnología necesaria, pero esto solo encarecería la forma de adquisición de este tipo de recursos, es mucho más sano para el bolsillo de la nación hacerse con sus propios medios de abastecimiento energético.

## **IV. Conclusiones**

#### **IV. Conclusiones**

Después de haber revisado algunos de los métodos más comunes de obtención de energía alternativa, es necesario hacer un análisis final acerca de lo que nuestro país requiere en estos momentos para poder desarrollarse en materia energética. Estas propuestas requieren una gran cantidad de esfuerzo por parte de las instituciones gubernamentales y una reforma legislativa en materia energética.

##### **En Materia Legislativa**

El Estado debe comprender la imperiosa necesidad de México de actualizar su presente manejo de los recursos del subsuelo mexicano, especialmente refiriéndose al petróleo y gas natural. La sobreexplotación de este recurso puede resultar benéfica económicamente hablando a corto plazo, pero las desventajas a largo plazo repercutirán de manera más seria que los beneficios inmediatos que de esta medida puedan derivar, tanto a nivel nacional como el impacto ecológico a nivel internacional.

Se deben implementar medidas que disminuyan la explotación desmesurada del petróleo nacional. Esta tarea no será fácil, ya que nuestra economía depende en su mayor parte de este recurso, por lo que deberá planearse un crecimiento sustancial en el uso de fuentes de energía alternativa, y paulatinamente ir disminuyendo el consumo del petróleo y sus derivados.

Este plan debe contemplarse para lograrlo en varias décadas, pero es imprescindible ponerlo en práctica. Para ello, el gobierno debe establecer un nuevo paradigma en la mentalidad de los mexicanos, fomentando esta idea a través del sistema educativo, promoviendo en la población el cambio a las energías renovables y, en lo posible, limpias. Para ello, se debe fomentar la inversión en ciencia y tecnología, apoyando el desarrollo de tecnologías que utilicen la energía alternativa.

Este tipo de medidas requieren una fuerte inversión económica, y aunque no es tema de esta tesis, lograrlo equivale a un cambio de mentalidad en las instituciones gubernamentales, y esto a su vez solo puede ser alcanzado con la participación activa de la gente en todos los niveles socioeconómicos del país.

Una manera muy práctica de involucrar a todas las empresas en este tipo de pensamiento puede ser la implementación de beneficios fiscales a todas aquellas empresas que ocupen energía alternativa para su desarrollo económico, disminución de impuestos en ciertos rubros que fomenten una mentalidad a las distintas empresas de involucrarse con el uso de la energía alternativa, incrementando los beneficios en proporción directa con el porcentaje de energía alternativa utilizada en relación con el total de energía ocupada. De esta manera, las empresas con un mayor gasto energético se verán más deseosas de involucrarse.



### **En Materia educativa**

Se debe elaborar una serie de nuevos planes de estudio que concienticen a la población para disminuir el uso de combustibles que provocan liberación de dióxido de carbono.

El sistema educativo también debe enfocar sus esfuerzos en incrementar la producción de ciencia y tecnología útil, que genere remuneración económica, haciendo hincapié en el desarrollo de tecnologías que disminuyan o sustituyan el uso de combustibles de origen fósil.

Debe inducirse en la población una mentalidad de ahorro de los recursos naturales a través de una campaña de enseñanza a todos los niveles educativos que logre permear en la mente del mexicano para que éste se asuma como principal responsable del cuidado del ambiente. Aunado a esto, debe establecerse una reglamentación más estricta en cuanto a la liberación de gases de efecto invernadero, y un programa que apoye a diversas empresas en los distintos rubros de ingreso económico para hacerles ver las opciones que tienen para hacerse con nuevas fuentes de energía, así como los beneficios económicos a largo plazo que esto representa.

### **En Materia Social**

Implementar programas de difusión masiva acerca de los beneficios que ofrecen las fuentes de energía alternativa, así como las desventajas que traerá a futuro abusar del consumo de combustibles fósiles, así como las actuales repercusiones ambientales que sufre el planeta a causa del uso desmedido de la quema de estos hidrocarburos.

Hacer consciente a la población de los usos benéficos que puede tener el petróleo, pero no para su combustión, sino como fuente material de productos que van desde el área de las comodidades (como ejemplo pueden observarse gran parte de los plásticos en aparatos electrónicos) hasta objetos y sustancias de la vida diaria y la salud (polímeros para textiles y gran cantidad de medicamentos).

### **En Materia Económica**

México debe plantearse seriamente la posibilidad de la adquisición de tecnología que pueda sustituir o hacer decrecer el uso de combustibles fósiles, para ello, permitir la entrada al uso de dispositivos como las celdas solares, los automóviles híbridos, entre otro gran número de tecnologías que permiten la disminución del uso de este tipo de fuentes de energía.

Esto no quiere decir que deba implementarse inmediatamente, lo que provocaría un colapso en el sistema económico mexicano actual, sino que debe hacerse paulatinamente, con el objeto de ir incrementando poco a poco la demanda de estos productos y que el mercado Mexicano comience a familiarizarse con ellos, para después ser capaces de producirlos y de esta manera tener autosuficiencia, tanto energética, como económica.

## **Bibliografía**

1. Tagueña J., & Martínez M. (2008). Fuentes renovables de energía y desarrollo sustentable. México: ADN Editores.
2. Walker J., Halliday, D. & Resnick, R. (2008). Fundamentals of physics (8ª ed.), Nueva Jersey, Estados Unidos, John Wiley & Sons, Inc.Hoboken.
3. Aparicio M.. (2003). Energía Solar Fotovoltaica. España: Marcombo Boixareu Editores.
4. Díaz T.. (1998). Instalaciones Solares Fotovoltaicas. Méxco: McGraw Hill.
5. Hunt V. Daniel (1979). Energy Dictionary, Van Nostrand Reinhold Company
6. Schittich, Christian (2003). Arquitectura Solar (Estrategias, Visiones, Conceptos), Ed. Architektur-Dokumentation GmbH & Co. KG
7. Global Wind Energy Council, consultado el 23 de Diciembre de 2013 del Sitio Web: <http://www.gwec.net/>
8. The World Wind Energy Association, consultado el 28 de Diciembre de 2013 del Sitio Web: <http://www.wwindea.org>
9. Troen I. & Petersen E. (1991). El Atlas Eólico Europeo. Dinamarca: Risoe National Laboratory.
10. Hansen M. (2000). Aerodynamics of Wind Turbines, Rotors, Loads and Structure. Londres: James & James Ltd.
11. Jarabo F. & Fernandez J. . (1999). La energía de la biomasa. Barcelona, España: Sociedad Anónima de Publicaciones Técnicas.
12. Ballesteros M.. (2004). La biomasa como fuente de energía: Biocombustibles. Salamanca, España: Universidad de Salamanca.
13. Worldwatch Institute. (2007). Biofuels for transport: global potential and implications for sustainable energy and agriculture. Londres; Sterling: Earthscan.
14. Energía Geotérmica, consultado el 20 de Diciembre de 2013 del Sitio Web: [http://en.wikipedia.org/wiki/Geothermal\\_energy](http://en.wikipedia.org/wiki/Geothermal_energy)
15. Energía Geotérmica, consultado el 20 de Diciembre de 2013 del Sitio Web: [http://www.panoramaenergetico.com/energia\\_geotermica.htm](http://www.panoramaenergetico.com/energia_geotermica.htm)
16. Energía Mareomotriz, consultado el 22 de Diciembre de 2013 del Sitio Web: [http://en.wikipedia.org/wiki/Tidal\\_power](http://en.wikipedia.org/wiki/Tidal_power)

17. Energía Mareomotriz, consultado el 22 de Diciembre de 2013 del Sitio Web:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_undimotriz](http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_undimotriz)
18. Goded F. & Serradel V.. (1975). de reactores y elementos de ingeniería nuclear, Tomo I. España: Publicaciones científicas de la JEN.
19. Energía Nuclear, consultado el 3 Enero de 2014 del Sitio Web:  
[http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa\\_nuclear](http://es.wikipedia.org/wiki/Energ%C3%ADa_nuclear)
20. Krane. K. (1988). Introductory nuclear physics. Estados Unidos: John Wiley & Sons, Inc.
21. Historia del Petroleo en México, consultado el 5 de Enero de 2014 en del Sitio Web :  
<http://petroleo.colmex.mx/>
22. Monbiot G.. (2008). Calor. Cómo parar el calentamiento global. Barcelona, España: RBA libros.