

1. LAS FUENTES RENOVABLES DE ENERGIA

- Con frecuencia se emplean indistintamente los términos “**fuentes no convencionales**”, “**fuentes alternas**” y “**fuentes renovables**” de energía.
- No son sinónimos y existen diferencias en su significado. Por ejemplo; el uranio es una fuente alterna, es no convencional, y es no renovable.
- Las fuentes renovables por excelencia son la energía solar y sus manifestaciones como:
 - **El viento**, que es producto de un calentamiento desigual de la tierra, por parte de la radiación solar;
 - **La hidráulica**, que tiene su origen en la evaporación por la acción del calor solar, del agua de los océanos, lagos y ríos, encharcamientos, etc. y su posterior condensación y precipitación;
 - **La biomasa**, que es materia orgánica que esta formada por arbustos, árboles, pastos, cultivos, residuos orgánicos, etc. que se nutrieron con la participación de la energía del Sol;
 - **El oleaje marino** que a su vez es ocasionado por el viento, entre otras.
- **La energía geotérmica** y la de las mareas también se consideran renovables, aunque son, junto con los combustibles nucleares, las únicas fuentes energéticas que no tienen su origen en el Sol.
- El petróleo y sus derivados, aún el carbón mineral, se formaron durante millones de años a partir de la fosilización de biomasa.
- Los términos más correctos para denominar estas fuentes “limpias” de energía será: **FUENTES RENOVABLES DE ENERGIA FRE**

1.1 EVOLUCION HISTORICA DE LAS FRE

Durante milenios el hombre basó su consumo energético en las fuentes renovables:

- ❑ Desde su origen empleó biomasas para cocinar sus alimentos y calentarse;
- ❑ Hace más de 6,500 años ya empleaba la energía del viento para propulsar embarcaciones y posteriormente la empleó para moler sus granos y para irrigar sus campos de cultivo.
- ❑ Se tienen referencias sobre proyectos del emperador Hammurabi para irrigación empleando la energía eólica que data del 1,700 A.C.
- ❑ Posteriormente los persas, los chinos, los holandeses , etc., emplearon con éxito a través de los siglos la energía del viento.
- ❑ Actualmente existen aún en operación algunos centenares de aerobombas tipo multipala, del cual se fabricaron más de seis millones, después de su invención en 1854.

1.1 EVOLUCION HISTORICA DE LAS FRE

- ❖ Fue el descubrimiento de grandes yacimientos fósiles, y el desarrollo de tecnologías que permitían su explotación, las causas que cayeran en desuso estos pequeños sistemas descentralizados de aprovechamiento de las FRE, y que se establecieran sistemas altamente centralizados, que ofreciendo energía abundante y barata para el desarrollo industrial, trajeron patrones de consumo irracional de ésta, **el deterioro del medio ambiente, el crecimiento desbordado de las ciudades, y el abandono gradual del sector rural.**
 - ✓ A partir de entonces, la evolución de los sistemas de aprovechamiento de las FRE se ha caracterizado por una sucesión de períodos de entusiasmo seguidos por otros de estancamiento, que han dependido de los costos y disponibilidad de los recursos fósiles;
 - ✓ 1954 se funda la Sociedad Internacional de Energía Solar.
 - ✓ 1961 Conferencia Mundial de la ONU sobre fuentes nuevas de energía.
 - ✓ Luego siguió un período de estancamiento ocasionado por los bajos precios del petróleo.
 - ✓ En 1973 el embargo petrolero árabe, originó como reacción en los países industrializados afectados, el establecimiento de programas y políticas orientados a la sustitución del petróleo como fuente energética con base en las FRE, con lo que se impulso nuevamente su investigación y desarrollo.

2. LAS ENERGIAS RENOVABLES EN MEXICO Y EL MUNDO

2.1 Antecedentes

Cuando en 1973 se produjeron eventos importantes en el mercado del petróleo en el mundo, que se manifestaron en los años posteriores en un encarecimiento notable de esta fuente de energía no renovable, resurgieron las preocupaciones sobre el suministro y precio futuro de la energía. Resultado de esto, los países consumidores, enfrentados a los altos costos del petróleo y a una dependencia casi total de este energético, tuvieron que modificar costumbres y buscar opciones para reducir su dependencia de fuentes no renovables.

Entre las opciones para reducir la dependencia del petróleo como principal energético, se reconsideró el mejor aprovechamiento de la energía solar y sus diversas manifestaciones secundarias tales como la energía eólica, hidráulica y las diversas formas de biomasa; es decir, las llamadas energías renovables. Así, hacia mediados de los años setenta, múltiples centros de investigación en el mundo retomaron viejos estudios, organizaron grupos de trabajo e iniciaron la construcción y operación de prototipos de equipos y sistemas operados con energéticos renovables. Asimismo, se establecieron diversas empresas para aprovechar las oportunidades que se ofrecían para el desarrollo de estas tecnologías, dados los altos precios de las energías convencionales.

En la década de los ochenta, aparecen evidencias de un aumento en las concentraciones de gases que provocan el efecto de invernadero en la atmósfera terrestre, las cuales han sido atribuidas, en gran medida, a la quema de combustibles fósiles. Esto trajo como resultado una convocatoria mundial para buscar alternativas de reducción de las concentraciones actuales de estos gases, lo que llevó a un replanteamiento de la importancia que pueden tener las energías renovables para crear sistemas sustentables. Como resultado de esta convocatoria, muchos países, particularmente los más desarrollados, establecen compromisos para limitar y reducir emisiones de gases de efecto de invernadero renovando así su interés en aplicar políticas de promoción de las energías renovables.

2. LAS ENERGÍAS RENOVABLES EN MÉXICO Y EL MUNDO

Hoy en día, más de un cuarto de siglo después de la llamada *crisis del petróleo*, muchas de las tecnologías de aprovechamiento de energías renovables han madurado y evolucionado, aumentando su confiabilidad y mejorando su rentabilidad para muchas aplicaciones. Como resultado, países como Estados Unidos, Alemania, España e Israel presentan un crecimiento muy acelerado en el número de instalaciones que aprovechan la energía solar de manera directa o indirectamente a través de sus manifestaciones secundarias.

Además de la riqueza en energéticos de origen fósil, México cuenta con un potencial muy importante en cuestión de recursos energéticos renovables, cuyo desarrollo permitirá al país contar con una mayor diversificación de fuentes de energía, ampliar la base industrial en un área que puede tener valor estratégico en el futuro, y atenuar los impactos ambientales ocasionados por la producción, distribución y uso final de las formas de energía convencionales.

Para analizar y plantear estrategias nacionales sobre energías renovables, la Secretaría de Energía se ha apoyado en la **Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, Conae**, creada como comisión intersecretarial en 1989 y elevada a la categoría de órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía en 1999. A su vez, reconociendo su invaluable participación en el tema, la Conae estableció, desde hace más de tres años, una alianza con la Asociación Nacional de Energía Solar, ANES, y juntas han operado el Consejo Consultivo para el Fomento de las Energías Renovables, Cofer.

3. La energía solar y sus diversas manifestaciones como energía renovable

La energía solar se manifiesta de diversas formas y su aplicación ha sido fundamental para el desarrollo de la humanidad. A estas formas se les conoce como energías renovables, ya que son formas de energía que se van renovando o rehaciendo con el tiempo o que son tan abundantes en la tierra, que perdurarán por cientos o miles de años, las usemos o no.

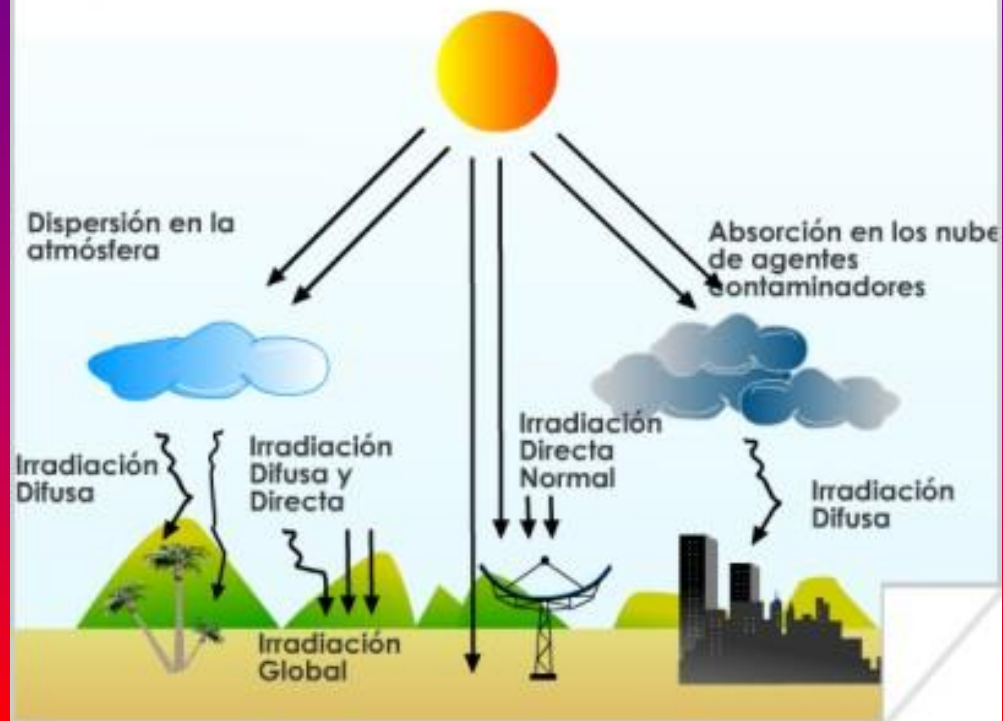
3.1 Energía solar directa

La energía solar que recibe nuestro planeta es resultado de un proceso de fusión nuclear que tiene lugar en el interior del Sol. De toda la energía que produce ese proceso nuestro planeta recibe menos de una milmillonésima parte. Esa energía, que en ocho minutos recorre los más de 145 millones de kilómetros que separan al Sol de la Tierra resulta, sin embargo, una cantidad enorme en proporción al tamaño de nuestro planeta.

La energía solar se manifiesta en un espectro que se compone de radiación ultravioleta, visible e infrarroja. Al llegar a la Tierra, pierde primero su parte ultravioleta, que es absorbida por una capa de ozono que se presenta en el límite superior de la atmósfera. Ya en la atmósfera, la parte infrarroja se pierde ya sea por dispersión al reflejarse en las partículas que en ella se presentan o al llegar a las nubes, que son capaces de reflejar hasta un 80% de la radiación solar que a ellas llega. El resto llega a la superficie, ya sea de manera directa o indirectamente como reflejo de las nubes y partículas en la atmósfera.

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

Irradiación Directa, Normal, Difusa, y Global

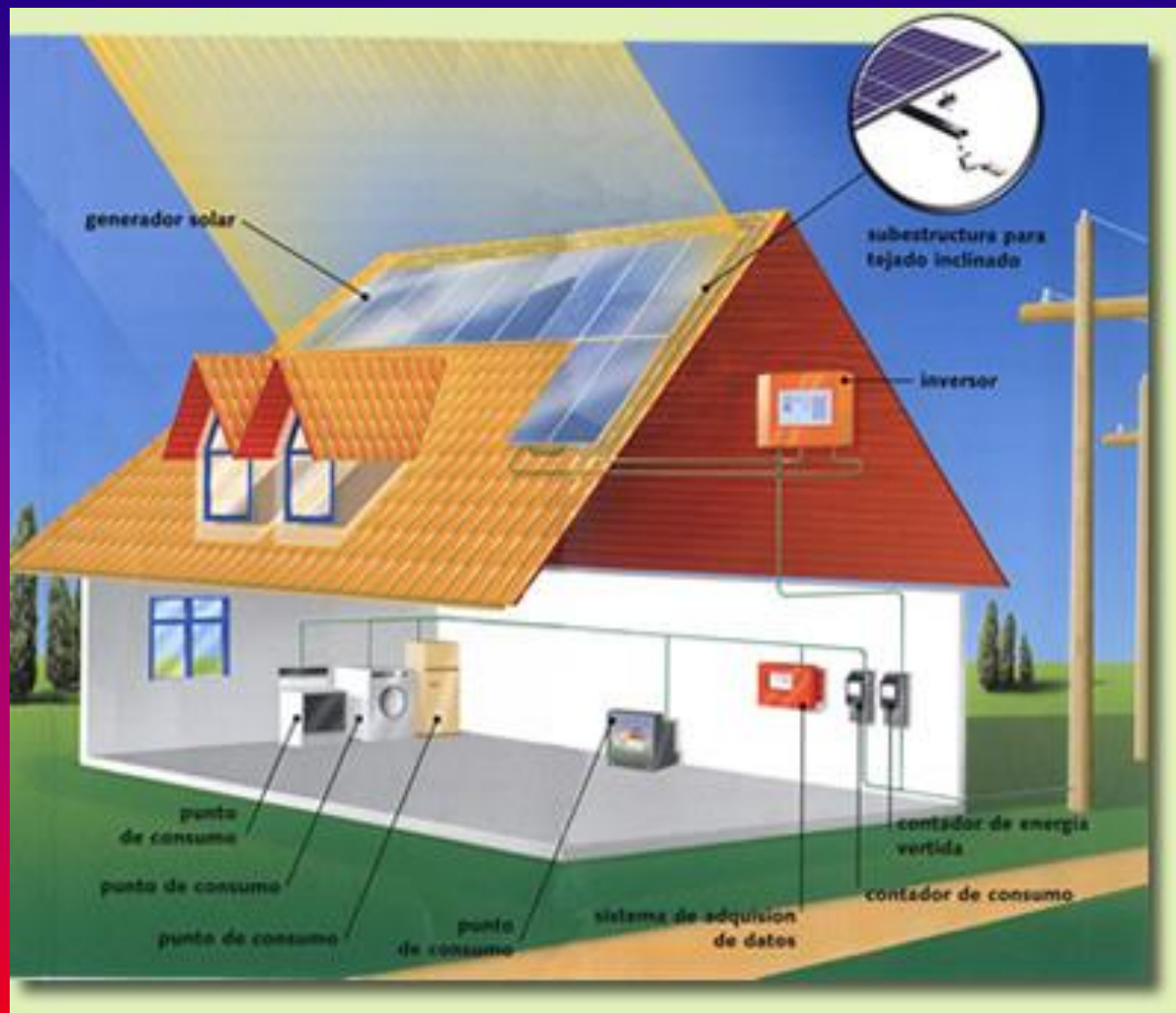


3. La energía solar y sus diversas manifestaciones como energía renovable

3.1.1 Sistemas fotovoltaicos

Las celdas fotovoltaicas son placas fabricadas principalmente de silicio. Cuando al silicio se le añaden cantidades relativamente pequeñas de ciertos materiales con características muy particulares, obtiene propiedades eléctricas únicas en presencia de luz solar: los electrones son excitados por los fotones asociados a la luz y se mueven a través del silicio produciendo una corriente eléctrica; este efecto es conocido como fotovoltaico. La eficiencia de conversión de estos sistemas es de alrededor de 15%, por lo que un metro cuadrado puede proveer 150 Watts, potencia suficiente para operar un televisor mediano.

Las celdas fotovoltaicas, para poder proveer de energía eléctrica en las noches, requieren de baterías donde se acumula la energía eléctrica generada durante el día, lo cual encarece su aplicación. Sin embargo, en la actualidad se están desarrollando sistemas fotovoltaicos conectados directamente a la red eléctrica, evitando así el uso de baterías, por lo que la energía que generan se usa de inmediato por el propio usuario que la genera, con la posibilidad de vender los excedentes de electricidad a las compañías generadoras.



3. La energía solar y sus diversas manifestaciones como energía renovable

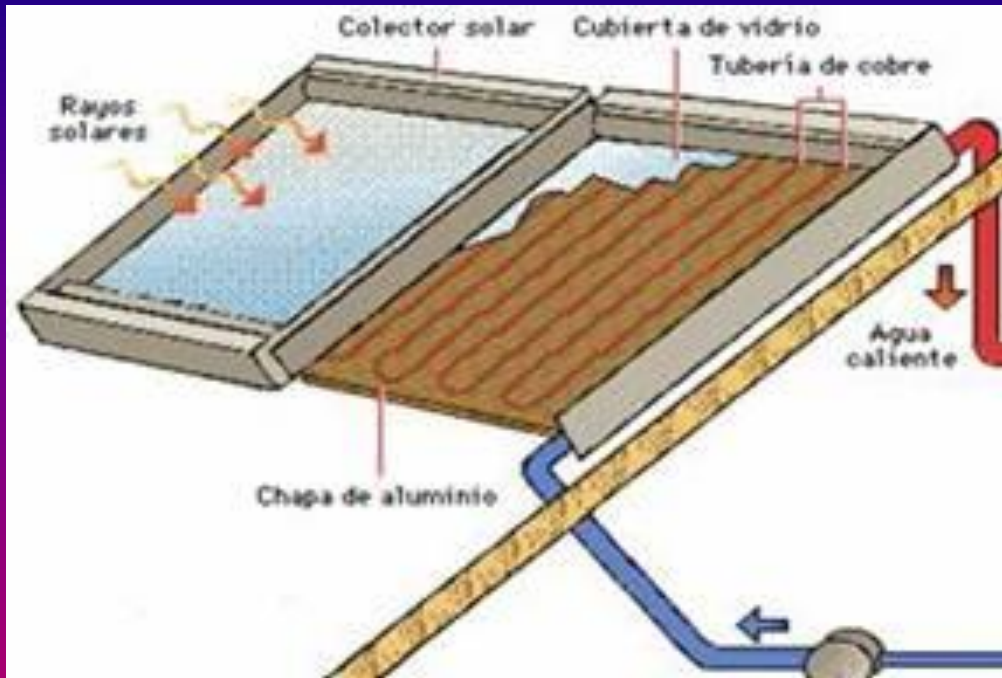
3.1.2 Sistemas solares térmicos

Los sistemas solares térmicos pueden clasificarse en **planos o de concentración o enfoque**.

Los sistemas solares planos, o colectores solares planos, son dispositivos que se calientan al ser expuestos a la radiación solar y que transmiten el calor a un fluido. Con el colector solar plano se pueden calentar fluidos a temperaturas de hasta 200 ° C (para el caso de sistemas de tubos evacuados) pero, en general, se aprovecha para calentar hasta los 75 ° C.

Los sistemas solares de concentración son aquellos que funcionan concentrando la radiación solar directa en un área focal, pudiéndose ubicar ésta alrededor de un punto o a lo largo de una línea. Este conjunto de dispositivos requiere de procedimientos o mecanismos de seguimiento, ya que la línea de incidencia varía durante el día y durante el año. Estos sistemas pueden lograr temperaturas de varios centenares de grados centígrados y en casos especiales hasta los miles de grados.

Colector solar plano



Sistema solar de concentración

Concentración



8 h.



14 h.



20 h.

3. La energía solar y sus diversas manifestaciones como energía renovable

3.2 Energía del viento o eólica

Los vientos ocurren por diferencias de presión generadas por un calentamiento no uniforme de la atmósfera terrestre, desplazándose grandes masas de aire de las zonas de alta presión a las de baja. Aproximadamente el 2% del calor del Sol que llega a la Tierra se convierte en viento, pero sólo una fracción muy pequeña puede ser aprovechada, ya que buena parte de estos vientos ocurre a grandes alturas o sobre los océanos, mar adentro. Además, se requieren condiciones de intensidad y regularidad en el régimen de vientos para poder aprovecharlos. Se considera que vientos con velocidades promedio entre 5.0 y 12.5 metros por segundo son los aprovechables.

El viento contiene energía cinética (de las masas de aire en movimiento) que puede convertirse en energía mecánica o eléctrica por medio de aeroturbinas, las cuales se componen por un arreglo de aspas, generador y torre, principalmente. Las aeroturbinas pueden ser clasificadas, por la posición de su eje, en horizontales y verticales.

De manera muy general, con un aerogenerador cuyas aspas tienen un diámetro de 40 metros y sujeto a vientos con velocidad promedio de 8 metros por segundo, se pueden tener 600 kW de capacidad, lo cual es suficiente para proveer de electricidad a un conjunto habitacional de 200 departamentos

Energía del viento o Eólica



3. La energía solar y sus diversas manifestaciones como energía renovable

3.3 Hidráulica

La energía que llega del sol da lugar, entre otros fenómenos, a la evaporación del agua contenida sobre su superficie, principalmente en los océanos. Esta humedad se acumula en nubes que viajan largas distancias y se deposita en forma de lluvia sobre montañas, muchas alejadas del mar. El agua, acumulada en corrientes y por gravedad, busca de nuevo el mar, formando ríos. Este caudal, que se puede manifestar en grandes caídas o en muchas corrientes, es la fuente de la energía hidroeléctrica.

En muchos casos, esta energía se deposita en forma potencial en embalses y se transforma en energía aprovechable al desplazarse hacia niveles inferiores. El agua en movimiento empuja dispositivos giratorios que la convierten en energía mecánica, o para mover generadores de electricidad. Por ejemplo, para lograr una capacidad de 3,000 kW, que es la suficiente para satisfacer, por ejemplo, 1,000 departamentos, se requiere tener una caída de agua de 100 metros con un gasto de 3 metros cúbicos por segundo. Esto se logra ampliamente en cualquier zona montañosa del planeta con un régimen regular de lluvias.

Energía hidráulica



3. La energía solar y sus diversas manifestaciones como energía renovable

3.4 Biomasa

Las plantas acumulan energía a través de la fotosíntesis donde, alimentadas por la energía solar, separan las moléculas de bióxido de carbono, acumulando el carbono en forma de hidrocarburos y soltando el oxígeno. La eficiencia de conversión de energía solar en energía almacenada en forma de materia orgánica (a través de la fotosíntesis) es muy baja, estimándose su límite máximo en cerca de 3%, aunque algunas especies forestales en explotación comercial alcanzan eficiencias de conversión de hasta 1%.

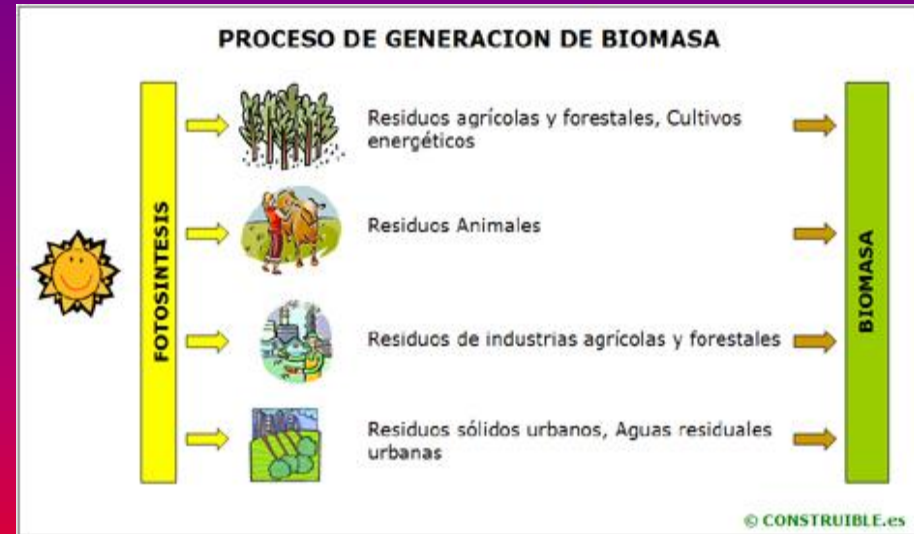
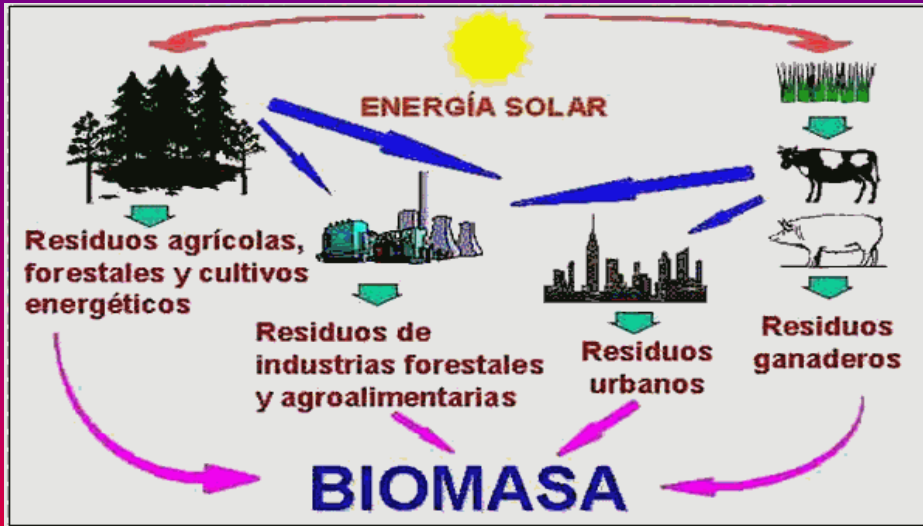
3.4.1 Leña

La forma más común de biocombustibles sólidos es la leña, que aún en la actualidad cubre casi 50% de las necesidades energéticas en los países en vías de desarrollo. El carbón vegetal es otra forma de biocombustible sólido, así como las *briquetas* y los lechos artificiales que se fabrican aglomerando y comprimiendo astillas y pajas. También los residuos de las cosechas de granos, trátense de tallos y pajas de trigo, arroz, maíz, etc., que se pueden aprovechar para hacer funcionar pequeñas centrales eléctricas.

Es aún tan importante el uso de la leña como energético, que existen plantaciones de árboles de rápido crecimiento, como el eucalipto, que se denominan plantaciones energéticas, cuyo propósito es producir madera para combustible.

Como referencia al potencial de la biomasa, un metro cúbico de leña es suficiente para permitir que 5 personas tengan suficiente calor para calentar agua para 108 baños de 15 minutos cada uno.

Biomasa



3. La energía solar y sus diversas manifestaciones como energía renovable

3.4.2 Fermentación

Los procesos de fermentación de alcohol y su destilación son conocidos y empleados por las sociedades humanas desde la antigüedad para la producción de vinos y aguardientes. A través de este mismo proceso es posible obtener etanol, un alcohol que se emplea actualmente como combustible en la sustitución de la gasolina o mezclado con ella, y como insumo en la obtención de productos químicos (vitaminas, antibióticos, solventes y otros)

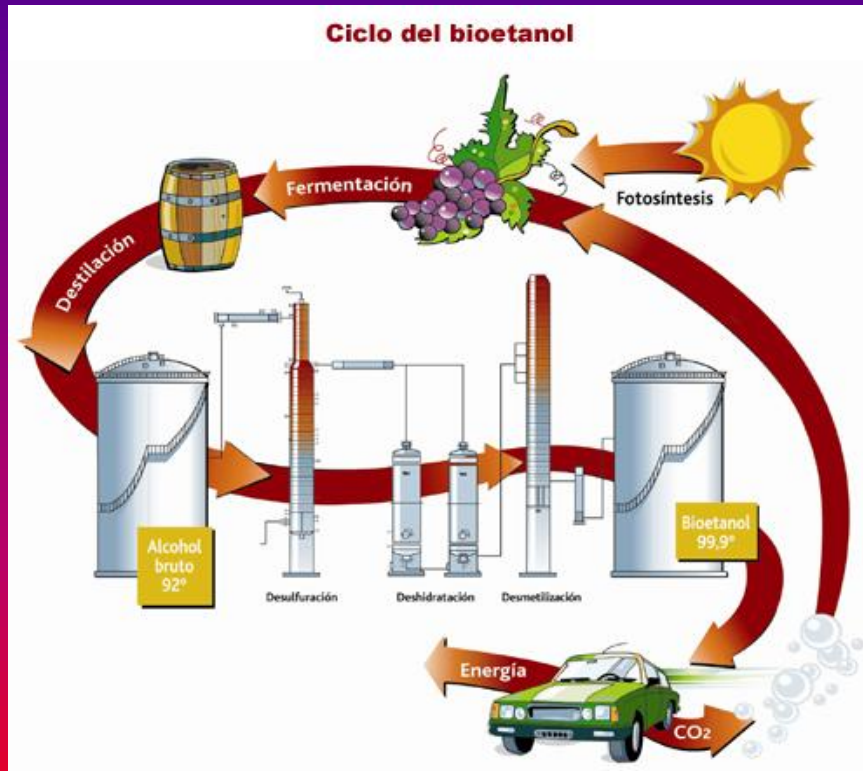
La caña de azúcar, el sorgo dulce, las frutas y la remolacha son los cultivos más fácilmente convertibles en etanol; los azúcares base de la fermentación se obtienen con pre tratamientos suaves tales como prensado, corte o lavado de los cultivos. Los procesos de fermentación tienen una eficiencia de conversión muy alta, ligeramente superior al 85%.

El uso intensivo del etanol puede ser motivado por su habilidad para sustituir a la gasolina o utilizarlo como componente oxigenante de la gasolina y antidetonante principalmente de dos maneras.

1.- En vehículos de gasolina (90% gasolina y 10% etanol en volumen) gasoil, esto se practica sin ninguna modificación al motor.

2.- Etanol como sustituto de la gasolina. Una mezcla de 85 % etanol y 15% gasolina (E85) es un combustible viable para vehículos ligeros, éstos pueden operar con cualquier proporción de etanol mezclado con gasolina, teniendo como límite 85%. Algunos autobuses y camiones con la adecuada modificación a sus motores diesel, pueden operar con etanol casi puro.

Fermentación



3. La energía solar y sus diversas manifestaciones como energía renovable

3.4.3 Biometanización

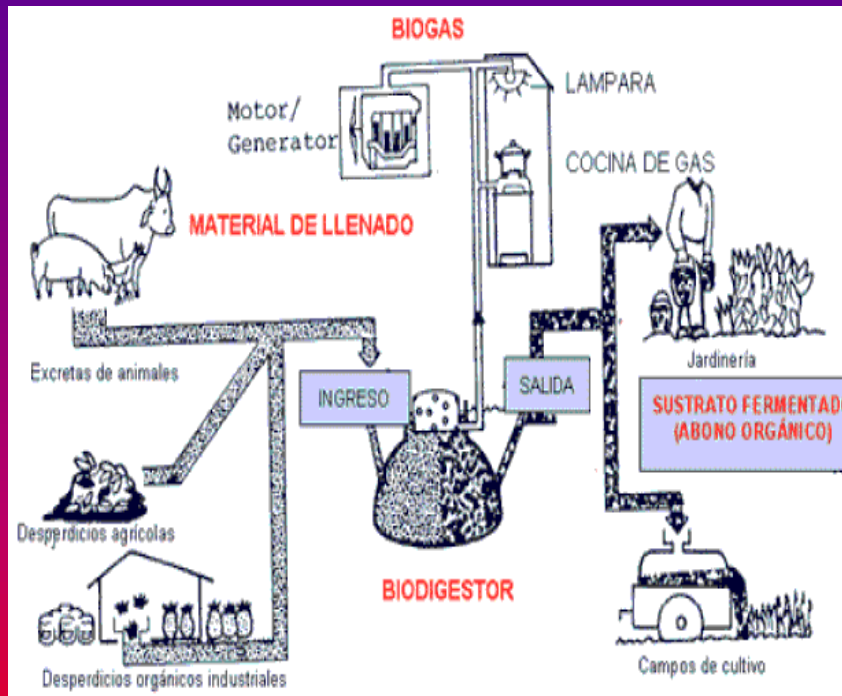
En el proceso de biometanización, desperdicios orgánicos o biomasa con alto contenido de humedad se alimentan a un recipiente llamado digester biológico. Por la acción de microorganismos adecuados, la materia orgánica se transforma en biogás (una mezcla de bióxido de carbono y metano esencialmente), que puede aprovecharse como combustible, produciéndose además lodos residuales empleados como mejoradores de suelos o fertilizantes.

3.4.4 Biogas de los rellenos sanitarios

El biogas también se produce en rellenos sanitarios, que contienen gran proporción de desechos orgánicos húmedos, y en donde existen las condiciones adecuadas para que proliferen las bacterias anaerobias que al digerir esos desechos producen el metano y el bióxido de carbono en el interior del relleno.

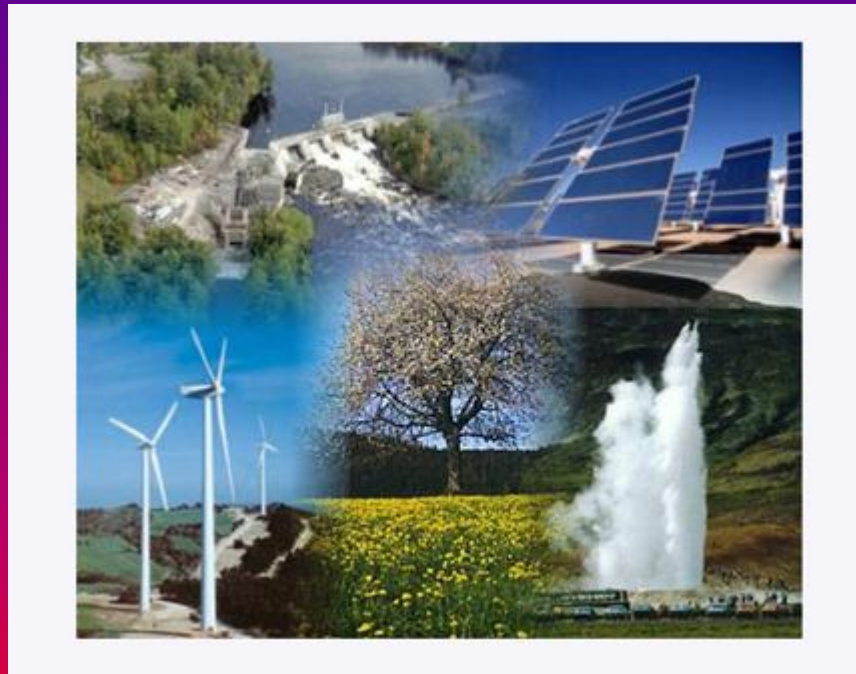
Por ejemplo, un relleno sanitario de la Ciudad de México con 5.6 millones de toneladas de residuos sólidos produce suficiente biogás para alimentar una planta de 5 MW de capacidad para operar durante 10 años.

Biogás y Biometanización



FUNDACION ICA

- Estado del arte de la investigación en energía solar en México



- Eduardo A. Rincón Mejía