

UPME

Unidad de Planeación Minero Energética

Avenida 40A N° 13-09 • Pisos 5 y 14 Edificio UGI

PBX: 287 5334 Fax: 288 7419 - 573 3321

E-mail: info@correo.upme.gov.co

www.upme.gov.co • Bogotá, D. C. Colombia

ENERGÍAS RENOVABLES: DESCRIPCIÓN, TECNOLOGÍAS Y USOS FINALES



Libertad y Orden

Ministerio de Minas y Energía
República de Colombia

UPME



Ministro de Minas y Energía
Luis Ernesto Mejía Castro

Viceministro de Minas y Energía
Manuel Fernando Maiguashca Olano

Director General UPME
Julián Villarruel Toro

Subdirector de Planeación Energética
Camilo Quintero Montaña



Elaboró
Subdirección de Planeación Energética

Equipo de trabajo

UPME
Luis Carlos Romero R.
Henry Josué Zapata L.
Carlos F. Valles F.
Daniel Vesga
Unión Temporal ICONTEC - AENE

Diseño e Impresión
www.icontec.org.co
ISBN: 9383-36-X

© Unidad de Planeación Minero Energética (UPME)
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
Avenida 40a 13-09, pisos 5 y 14, Edificio UGI
Teléfono: 2875334; Fax 2887419 - 2884125
E-mail: info@upme.gov.co
web: www.upme.gov.co
Bogotá, D.C. - Colombia



INTRODUCCIÓN

Esta cartilla difunde información acerca de algunas de las aplicaciones de las energías renovables y alternativas, y tiene como objetivo presentar de una manera breve e introductoria las diferentes fuentes de energías renovables y sus posibilidades de utilización. Igualmente, aporta una sencilla orientación al lector en la búsqueda de información más detallada sobre las tecnologías que se describen.

Colombia, por su posición geoespacial, presenta potenciales de recursos energéticos renovables y alternativos, como son: Sol, viento, pequeñas centrales hidroeléctricas -PCH-, biomasa, energía de los océanos y geotermia. Estos recursos, en la medida en que existen estudios iniciales, buscan cuantificarlos mediante mapas: de radiación solar, preliminar de vientos y de otros recursos, los cuales son brevemente ilustrados en la presente cartilla. Estos estudios deben ser actualizados, para lo cual la UPME trabaja conjuntamente con el IDEAM en la elaboración de nuevos mapas de potencial de estas fuentes, en cooperación con otras entidades nacionales.

Para mayor detalle sobre la implementación de proyectos, se sugiere al lector recurrir a manuales y guías técnicas de las respectivas tecnologías, lo mismo que a expertos en el tema, para que la estructuración e implementación de proyectos se haga de la mejor manera posible; parte de esas referencias pueden ser consultadas en la página web de la UPME, www.upme.gov.co, en la sección de energías alternativas.

TABLA DE CONTENIDO

ENERGÍA RENOVABLE	7
ENERGÍA SOLAR	10
Energía solar fotovoltaica	13
Energía solar térmica	15
Energía solar pasiva	17
ENERGÍA EÓLICA	18
Generación eléctrica	22
Fuerza motriz	23
ENERGÍA DE LA BIOMASA	25
Digestión anaeróbica	26
Gasificación	29
Combustión	29
Biocombustibles	29
ENERGÍA HIDRÁULICA	31
Pequeñas centrales hidroeléctricas	33
Ruedas	35
ENERGÍA DE LOS OCÉANOS	36
Energía de las olas	36
Energía de las mareas	37
Conversión de la energía térmica de los océanos	38
Los océanos de Colombia	38
GEOTERMIA	39
Usos directos	40
Colombia y la geotermia	40
MÁS INFORMACIÓN	42
GLOSARIO	44

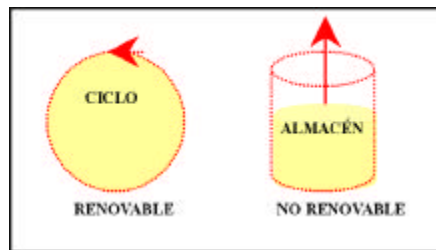
ENERGÍA RENOVABLE

¿Qué es la energía renovable?

Energía renovable es la que se aprovecha directamente de recursos considerados **inagotables** como el Sol, el viento, los cuerpos de agua, la vegetación o el calor del interior de la Tierra.

¿Por qué se dice que esta energía es inagotable?

La energía que utilizamos convencionalmente proviene de recursos **NO RENOVABLES** (combustibles fósiles), de los cuales se dice que están "almacenados" y cuyas reservas se agotan a medida que se utilizan. El caso contrario ocurre con las energías **RENOVABLES**, las cuales provienen de recursos que están relacionados con los ciclos naturales de nuestro planeta, haciendo posible que dispongamos del recurso de manera permanente.



¿Por qué existe interés en explotar las energías renovables?

La dependencia del petróleo, el carbón y el gas ha generado conflictos de orden político (guerras entre naciones) y ambiental (emisiones de dióxido de carbono, azufre, etc.); por esta razón, en los últimos años se ha hecho necesario invertir en el desarrollo y aplicación de tecnologías alternativas de producción de energía que funcionen con recursos **renovables**. Para el ser humano es claro que estas fuentes de energía están disponibles en su entorno, entonces su interés por explotarlas también radica en una mejor administración de los recursos locales. Además, en el mundo entero el término **renovable** se asocia con la disminución de emisiones contaminantes y con la "no-producción" de desechos, lo cual garantiza un medio ambiente más **limpio** y apropiado para nosotros y para las futuras generaciones. Actualmente las energías renovables cubren cerca del 20% del consumo mundial de electricidad.

ENERGÍA RENOVABLE

¿Cuáles son las energías renovables?

Para un mejor entendimiento y estudio se han clasificado estas energías en seis grupos principales:

ENERGÍA SOLAR

ENERGÍA HIDRÁULICA

ENERGÍA EÓLICA

ENERGÍA DE LOS OCÉANOS

ENERGÍA DE LA BIOMASA

ENERGÍA DE LA GEOTERMIA

¿Dónde se encuentran estos recursos?

Como ya se ha explicado, los recursos renovables están en nuestro entorno; sin embargo, las investigaciones que se han hecho durante años, en todo el mundo, han permitido evaluar y determinar en qué regiones puede aprovecharse mejor un determinado recurso. Es así como en nuestro país encontramos regiones donde la radiación solar por metro cuadrado es mayor que en otras. Usted podrá tener una idea aproximada de cuál es la potencialidad de cada una de estas energías en su región por medio de los mapas incluidos en esta cartilla.

¿Cómo se aprovechan las energías renovables?

Cada una de las energías implica diferentes tipos de tecnologías que utilizan distintos elementos o equipos de transformación, según los cuales se obtiene energía en forma de electricidad, fuerza motriz, calor o combustibles. El siguiente esquema nos brinda un panorama general de cómo las energías renovables pueden ayudarnos a suplir nuestras necesidades energéticas.

¿Qué información de interés se encuentra en esta cartilla?

Esta cartilla le permitirá definir con exactitud cuáles y qué son cada una de las energías renovables; le brindará los conceptos técnicos básicos respecto a las últimas tecnologías de transformación que se emplean para su aprovechamiento, para que, finalmente, al tener claro cómo y dónde utilizar la energía obtenida, usted pueda determinar cuál energía renovable le conviene implementar de acuerdo con los recursos disponibles en su región.

Recurso	Tecnología	Elementos	Aplicación
SOLAR	Fotovoltaica Térmica Pasiva	Celdas solares Colectores Muros, ventanas, etc.	Electricidad Calor, electricidad Calor, iluminación
EÓLICA	Generación eléctrica Fuerza motriz	Aerogeneradores Aerobombear	Electricidad Fuerza motriz
BIOMASA	Digestión anaerobia Gasificación Pirólisis Fermentación alcohólica Esterificación Combustión	Biodigestor Gasificador Pirolisador Destilería Unidad de esterificación Hornos, calderas	Biogás combustible Gas combustible Combustible Bioetanol Biodiesel Calor, electricidad
HIDRÁULICA	Centrales hidroeléctricas Pequeños aprovechamientos	Pequeñas centrales hidráulicas Ruedas	Electricidad Fuerza motriz
OCÉANOS	Mareas Olas Diferencia de temperatura Corrientes marinas	Barreras, turbinas Flotadores, columnas, aparatos focalizantes Turbinas, condensadores	Electricidad Electricidad Electricidad Electricidad
GEOTERMIA	Generación eléctrica Usos directos	Plantas de energía Aguas termales	Electricidad Calor, recreación, salud

ENERGÍA SOLAR

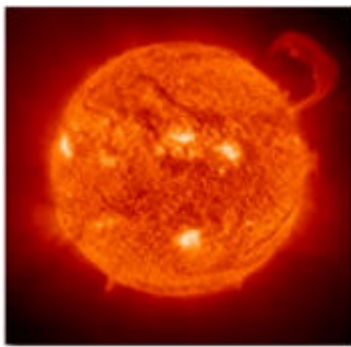
Desde que el ser humano existe ha utilizado la energía del Sol; hace 5000 años se le "rendía culto", hoy día se sabe que el Sol es simplemente nuestra estrella más cercana y que sin él no podría existir vida de la forma que la conocemos en nuestra planeta; por lo tanto, para la Tierra es la fuente primaria de luz y calor que se aprovecha de diferentes formas.



La estabilidad de la energía que proviene del Sol se refleja en la temperatura relativamente constante que se percibe en la Tierra y en la evolución de otras estrellas similares; por esta razón se puede considerar como **fuentes renovables**, ya que puede permanecer esencialmente inalterable por billones de años.

De otra parte, se considera que la mayoría de recursos **renovables** provienen indirectamente de la energía del Sol. El calor del Sol genera los vientos; luego, los vientos y el calor del Sol hacen que el agua se evapore y cuando este vapor de agua se convierte en lluvia o nieve, se forman nacimientos de agua que originan ríos; junto con la lluvia, la luz del Sol hace que las plantas crezcan. Las mareas se originan de la fuerza gravitatoria que la luna y el Sol ejercen sobre la Tierra.

¿Qué es la energía solar?



La **energía solar** se define como la energía producida por reacciones nucleares al interior del Sol, que son transmitidas en forma de ondas electromagnéticas a través del espacio (radiación solar).

Radiación solar en la Tierra. El Sol irradia energía a una tasa de 3.9×10^{26} vatios, y perpendicularmente, sobre la parte superior de la atmósfera, nuestro planeta

recibe una radiación solar promedio de 1 367 vatios por cada metro cuadrado. Las variaciones en la cantidad de radiación solar recibida dependen de los cambios en la distancia al Sol como consecuencia de la órbita elíptica que recorre la Tierra alrededor del mismo. Otras variaciones son ocasionadas por pequeñas irregularidades en la superficie solar en combinación con la rotación del Sol y posibles cambios temporales de su luminosidad.

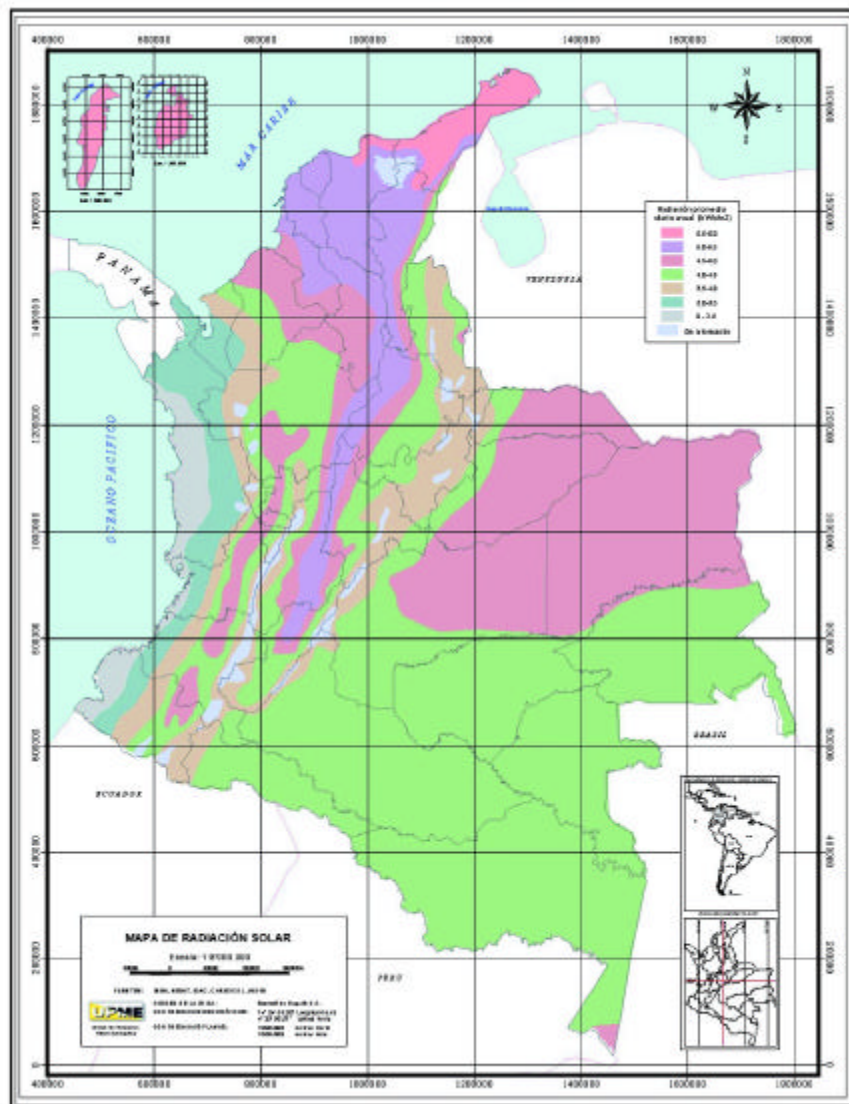
La radiación solar directa no tiene cambios en su dirección desde el Sol hasta la superficie terrestre. Una vez dentro del planeta, las características físicas y la composición química de la atmósfera afectan la cantidad y el tipo de radiación que alcanza la superficie, razón por la cual durante períodos de abundante nubosidad o bruma, la radiación que incide es esencialmente dispersada por partículas y moléculas del aire (radiación difusa).

Cantidad de radiación solar. Para conocer la cantidad de energía que se puede obtener del Sol, es necesario medir la cantidad de radiación solar (directa más difusa) que recibe realmente una región. Esta cantidad de radiación disponible para convertir en energía útil en una localidad depende de varios factores: posición del Sol en el cielo, que varía diaria y anualmente; condiciones atmosféricas generales y del microclima; altura sobre el nivel del mar y la duración del día (época del año). La máxima cantidad disponible sobre la superficie de la Tierra en un día claro, fluctúa alrededor de 1 000 vatios pico por metro cuadrado.

TIPO DE CIELO	RADIACIÓN SOLAR en W/m ²
Constantemente nublado	Menos de 300
Nubosidad media	Entre 300 y 400
Nubosidad mínima	Entre 400 y 500
Cielo despejado	500 en adelante

Energía solar en Colombia. Durante el año de 1992, el antiguo HIMAT y el INEA realizaron el primer Atlas de radiación solar de Colombia, tomando series anuales durante el periodo de 1980 a 1990, de 203 estaciones, así se establecieron

MAPA RADIACIÓN SOLAR



niveles de radiación promedio anual diaria en kilovatios hora por metro cuadrado (kWh/m²). En general, el potencial solar en el país es alto, y tiene la enorme ventaja de que la radiación solar es uniforme durante el año.

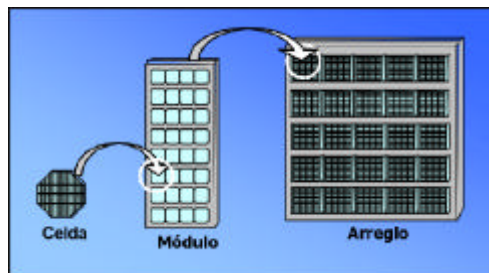
- ✓ Zona del Magdalena, La Guajira y San Andrés y Providencia: entre 5 y 6 kWh/m²
- ✓ Zona de los departamentos de Casanare, Arauca, Guainía, Guaviare, Amazonas, Putumayo y Vaupés: entre 4 y 5 kWh/m²
- ✓ Zona costera del Pacífico: las menores radiaciones inferiores a 3 kWh/m²

¿Cómo aprovechar la energía solar?

Para transformar la energía solar se utilizan principalmente tres tipos diferentes de tecnologías: energía solar fotovoltaica, energía solar térmica y energía solar pasiva.

Energía solar fotovoltaica

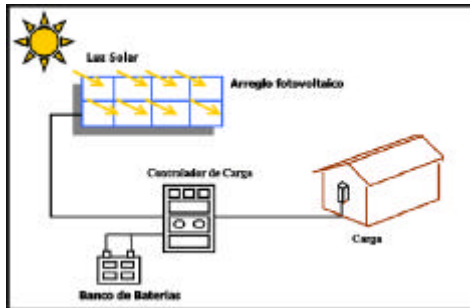
La luz del Sol se puede convertir directamente en electricidad mediante celdas solares, conocidas también como celdas fotovoltaicas, que son artefactos que utilizan



La corriente eléctrica puede ser utilizada inmediatamente o puede ser almacenada en una batería para utilizarla cuando se necesite. Una celda fotovoltaica típica puede ser cuadrada y medir 10 centímetros por lado y producir cerca de 1 vatio de electricidad, más que suficiente para que un reloj de pulsera funcione, pero no para encender un radio. Las celdas individuales se ensamblan para formar módulos (40 celdas); si se necesita generar más electricidad los módulos se agrupan para formar lo que se conoce como arreglo (10 módulos).

Funcionamiento. Un sistema solar fotovoltaico funciona cuando el campo de módulos fotovoltaicos convierte en corriente eléctrica directa la energía solar que recibe durante el día. Dicha corriente transporta y almacena la

ENERGÍA SOLAR



energía eléctrica en la batería para ser utilizada en el momento que el usuario lo requiera para el televisor, radio o iluminación. La energía eléctrica que los módulos fotovoltaicos envían a la batería y que ésta suministra a la carga pasa por el controlador de carga, cuya función es

proteger a los otros elementos del sistema contra sobrecargas o descargas excesivas, altas corrientes y bajos voltajes. Todos los módulos se conectan en serie o en paralelo para obtener las tensiones y corrientes que provean la potencia deseada. Los módulos se fabrican, generalmente, para tener una salida de 12 Vdc, varían desde unos cuantos vatios fotovoltaicos (2.8 Vatios-pico, Wp) hasta 300 Wp, y su voltaje y corrientes son variables según la configuración de los paneles.

Usos. Los sistemas simples (sin almacenamiento de energía) producen energía donde y cuando se necesita; por lo tanto, no se necesitan cables, almacenamiento o sistemas de control.

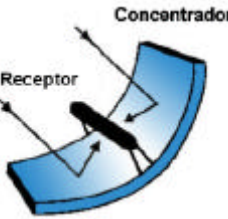
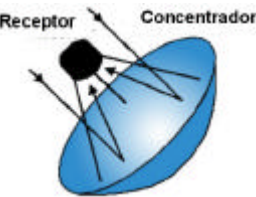
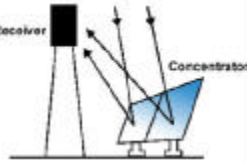
SISTEMAS SIMPLES	Hogares, granjas, ranchos	Comercial, industrial	Servicios públicos: parques, paraderos	Transporte: terrestre, aéreo, fluvial	Edificios: oficinas, escuelas, apartamentos	Utilidades: energía, gas, agua
Bombeo de agua de pozo.	•	•	•			•
Bombeo de agua de lagunas o ríos.	•		•			
Purificación de agua	•	•	•			
Evaporación	•	•	•	•	•	•
Ventiladores	•	•	•	•	•	•
Airear depósito de agua	•	•	•			

Los sistemas fotovoltaicos con batería de almacenamiento pueden diseñarse para equipos que utilicen corriente del tipo directa (dc) o alterna (ac). Si se quiere utilizar un equipo que funciona con corriente a.c, debe acondicionarse un inversor para alimentar la carga. Entre los usos más frecuentes que se dan en hogares, fincas, industria, comercio, transporte, edificios, comunicaciones se encuentran:

- ✓ Iluminación interior o exterior.
- ✓ Señales de advertencia: luces, sirenas.
- ✓ Monitoreo: agua, aire, temperatura, flujo, movimiento.
- ✓ Batería para vehículo.
- ✓ Protección catódica contra la corrosión.
- ✓ Interruptores: eléctricos, válvulas, apertura compuertas.
- ✓ Control de encendido, radio, teléfono, telemetría.
- ✓ Bombeo de aceite y combustible.
- ✓ Refrigeración.

Energía solar térmica

El aprovechamiento de la energía solar térmica basa su tecnología en la captación de la radiación por medio de elementos denominados colectores o concentradores, los cuales disminuyen las pérdidas de calor y aumentan la energía absorbida y, en algunos casos, cuentan con seguidores de Sol para mejorar este propósito.

Concentrador parabólico	Concentrador cilindro parabólico	Concentrador receptor central
		

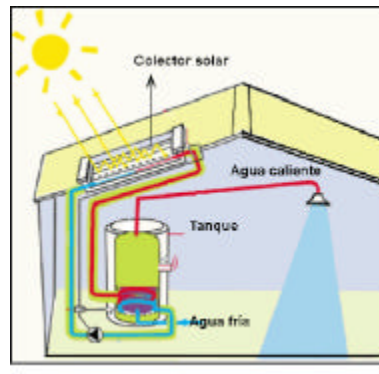
ENERGÍA SOLAR



Estos sistemas están diseñados para proveer energía eléctrica a la red o para usos térmicos de naturaleza industrial, a través de la transferencia de calor a un fluido térmico; se destinan a suplir grandes demandas y no se utilizan en aplicaciones que requieran bajas capacidades de carga o calor.

Usos directos. Los sistemas de calentamiento con colector de placa plana (temperaturas medias) utilizan la radiación solar para su uso directo en diversas aplicaciones como:

✓ **Calentamiento de agua.** El agua fría almacenada en un tanque circula a través de un colector solar que calienta el agua cuando pasa a través de él. El agua caliente sube y regresa al tanque por el efecto de termosifón. Este ciclo se repite continuamente durante las horas de Sol.



Estos sistemas de calentamiento están compuestos por un colector solar, un tanque de almacenamiento y un sistema de circulación de agua. El colector de placa consiste de un vidrio que permite la entrada del 90% de los rayos solares, estos calientan la placa colectora (de absorción), la placa emite rayos infrarrojos, que al no atravesar el vidrio quedan atrapados en el interior y contribuyen a calentar el agua.

✓ **Potabilización de agua.** Una de las aplicaciones más sencillas y benéficas de la energía solar térmica es la potabilización (desalinización o purificación) del agua. Es una construcción simple, consta de una cubeta de poco fondo, pintada de color negro (para absorber la radiación solar), cubierta con un material transparente (vidrio o plástico), de tal manera que la cubeta quede herméticamente sellada. El fondo negro de la caja absorbe la radiación solar y calienta el agua, ésta se evapora y condensa sobre el vidrio que permanece

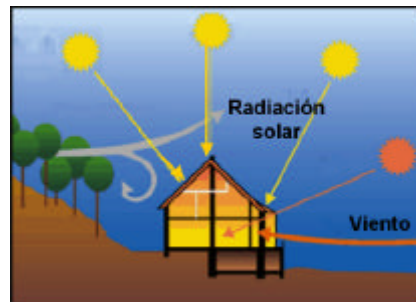
más frío por estar en contacto con el exterior. El agua condensada rueda a un canal y por último a un depósito.

✓ **Secador solar.** Se aplica industrialmente al secado de granos, frutas y otros productos. El colector calienta el aire, éste sube pasando a través de las cubetas que contienen el producto, retirándoles parte de la humedad.

Energía solar pasiva

Comprende elementos que se aprovechan en la construcción o adecuación de una vivienda con el fin de calentarla o refrescarla; estos elementos pueden ser muros o cubiertas que actúan como colectores solares, construidos con materiales acumuladores de calor, como el ladrillo, la piedra y la teja de barro.

Además, el ambiente que se debe lograr al interior de una vivienda está relacionado con tres factores que son cada vez más determinantes en la vida de diaria: *salud, confort y uso racional de la energía*, los cuales definen el concepto de *calidad de vida de las personas*.



La salud, en relación con la prevención de enfermedades, depende de variables como son la temperatura, la aireación, la humedad relativa, la iluminación y el ruido. Éstas, junto con otros elementos como espacio (área o volumen por persona), dispositivos tecnológicos (electrodomésticos), suministros de consumo (agua, energía, información, etc.) deberán tenerse en cuenta en el diseño de la vivienda.

El confort se refiere a conseguir que la mayoría de las personas expresen bienestar y agrado dentro de la vivienda.

El uso racional de la energía, en el sentido de aprovechar toda la luz natural posible en el día, de adecuar la vivienda para sentir calor o frío según se necesite sin emplear aire acondicionado para evitar el uso de elementos adicionales que consumen energía.

La arquitectura bioclimática pretende, entonces, conseguir la justa relación entre clima, hombre y arquitectura.

ENERGÍA EÓLICA

El viento es aire en movimiento, una forma indirecta de la energía solar. Este movimiento de las masas de aire se origina por diferencias de temperatura causada por la radiación solar sobre la superficie terrestre. Cuando el aire se calienta su densidad se hace menor y sube, mientras que las capas frías descienden. Así se establece una doble corriente de aire, cuya velocidad es mayor mientras mayor sea la diferencia de temperatura entre las capas.



¿Qué es energía eólica?

La energía eólica es la que está presente en forma de energía cinética en las corrientes de aire o viento.

Para el aprovechamiento energético del viento es esencial realizar una valoración energética del recurso disponible en una localidad y una caracterización de su comportamiento. Las estimaciones del recurso eólico se basan en algunas estrategias útiles como son la colección de información de manera empírica, anemómetros totalizadores, por factores de correlación, o por adquisición de datos en tiempo real.

La información empírica se recoge con base en visitas realizadas al lugar, donde se examinan las características de topografía y vegetación y se indaga el conocimiento de los habitantes de la región con el fin de obtener información



valiosa en la identificación de lugares con altos niveles de velocidad de viento. Por ejemplo, la constante incidencia del viento en los árboles a lo largo del tiempo, o sobre la vegetación, hace que estos crezcan inclinados en la dirección predominante desde donde sopla el viento.

Análogamente, la presencia de algunos molinos de viento, instalados de años atrás, dan un verdadero indicio de que el lugar presenta un régimen adecuado de viento, para profundizar en su evaluación. Es claro que la información empírica, así recogida, no permite conocer un valor aproximado de velocidad promedio anual del viento, pero sí permite prospectar sitios para evaluación futura del recurso.

Para conocer la velocidad del viento observando los efectos de éste en la naturaleza, se estableció la [Escala de Beaufort](#), con la que se puede obtener una medida aproximada de su velocidad en metros/segundo. Mientras mayor sea el conocimiento de la velocidad que el viento tiene en su región, los costos de explotación del recurso disminuyen.

ESCALA	DESCRIPCIÓN	VELOCIDAD DEL VIENTO en metros por segundo
0. Calma	El humo sube perpendicularmente	0 - 0.5 m/s
1. Aire ligero	El humo sube con ligera inclinación	0.6 - 1.7 m/s
2. Brisa ligera	Las hojas susurran; las veletas se mueven	1.8 - 3.3 m/s
3. Brisa suave	Las hojas y las ramas en constante vaivén	3.4 - 5.2 m/s
4. Brisa moderada	Levanta polvo y papeles; mueve ramas pequeñas	5.3 - 7.4 m/s
5. Brisa dura	Los arbustos empiezan a moverse	7.5 - 9.8 m/s
6. Brisa fuerte	Las ramas grandes se mueven	9.9 - 12.4 m/s
7. Ventarrón moderado	Se dificulta caminar	12.5 - 15.2 m/s
8. Ventarrón duro	Desprende ramas de los árboles	15.3 - 18.2 m/s
9. Ventarrón fuerte	Daña chimeneas y techos	18.3 - 21.5 m/s
10. Vendaval	Arranca árboles	21.6 - 25.1 m/s
11. Tormenta	Produce grandes daños	25.2 - 28.9 m/s
12. Huracán	El más destructor de todos los vientos	29 m/s

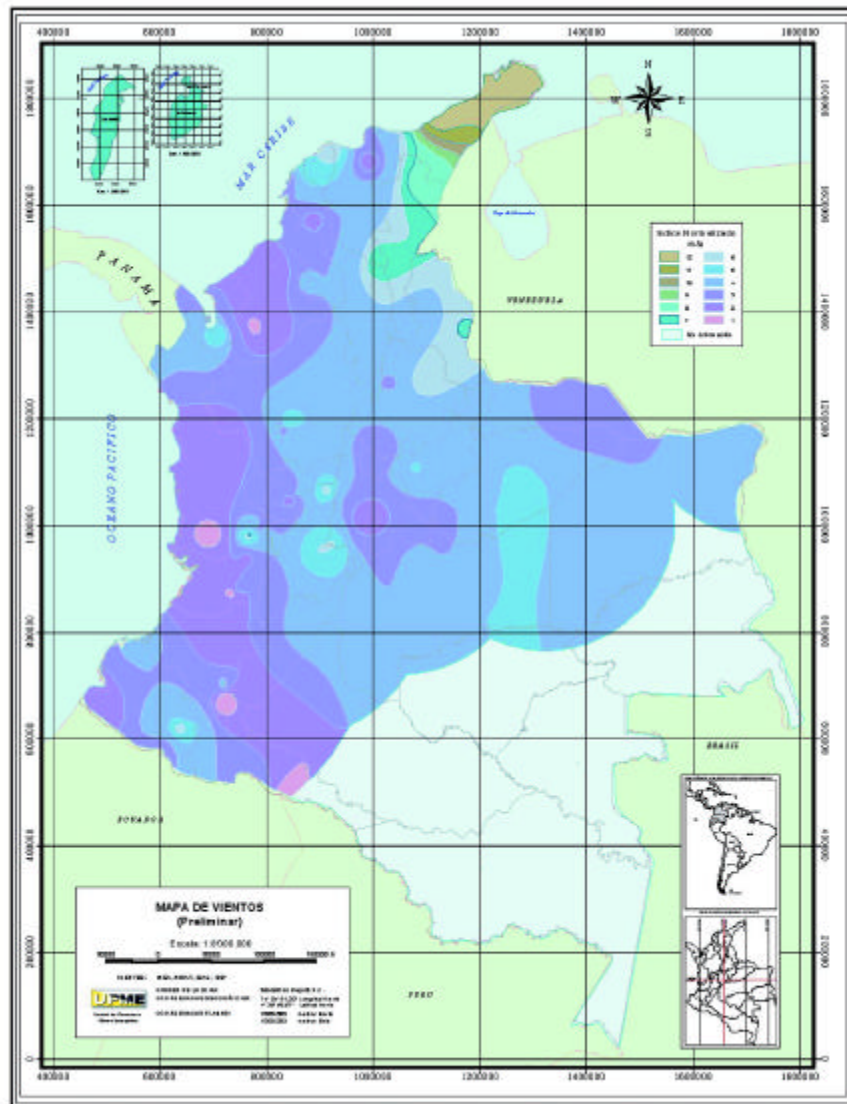
ENERGÍA EÓLICA

Energía eólica en Colombia. Una aproximación al valor del recurso eólico en el país permite establecer que la zona norte cuenta con los mejores potenciales para el aprovechamiento de este recurso. Las escalas planteadas están normalizadas en una superficie de rugosidad plana estableciendo la velocidad del viento en metros por segundo a 10 metros de altura. Esta información debe considerarse teniendo en cuenta las características de rugosidad del terreno de la siguiente forma:

Rangos de rugosidad	
1	Plana (playa, hielo, paisaje de nieve, oceano)
2	Abierta (pasto corto, aeropuertos, tierra de cultivo vacía)
3	Aspera (Cultivos altos en hilera, arboles bajos)
4	Muy aspera (Bosques y huertos)
5	Cerrada (Pueblos, suburbios)
6	Ciudad (centros de ciudades, espacios abiertos en los bosques)

RANGOS DE VELOCIDADES DEL VIENTO EN m/s PARA DIFERENTES RUGOSIDADES DE TERRENO						
Rangos de rugosidad de la superficie						
Indice	1	2	3	4	5	6
1	0.0 - 1.5	0.0 - 1.3	0.0 - 1.2	0.0 - 1.1	0.0 - 1.0	0.0 - 0.9
2	1.5 - 2.5	1.3 - 2.2	1.2 - 2.1	1.1 - 1.9	1.0 - 1.6	0.9 - 1.5
3	2.5 - 3.5	2.3 - 3.1	2.1 - 2.9	1.9 - 2.6	1.6 - 2.3	1.5 - 2.1
4	3.5 - 4.5	3.1 - 4.0	2.9 - 3.7	2.6 - 3.3	2.3 - 2.9	2.1 - 2.7
5	4.5 - 5.5	4.0 - 4.9	3.7 - 4.6	3.3 - 4.1	2.9 - 3.6	2.7 - 3.3
6	5.5 - 6.5	4.9 - 5.7	4.6 - 5.4	4.1 - 4.8	3.6 - 4.2	3.3 - 3.9
7	6.5 - 7.5	5.7 - 6.6	5.4 - 6.2	4.8 - 5.6	4.2 - 4.9	3.9 - 4.5
8	7.5 - 8.5	6.6 - 7.5	6.2 - 7.1	5.6 - 6.3	4.9 - 5.5	4.5 - 5.1
9	8.5 - 9.5	7.5 - 7.7	7.1 - 8.2	6.3 - 7.3	5.5 - 6.4	5.1 - 5.8
10	9.5 - 10.5	7.7 - 9.3	8.2 - 8.7	7.3 - 7.8	6.4 - 6.8	5.8 - 6.2
11	10.5 - 11.5	9.3 - 10.2	8.7 - 9.6	7.8 - 8.5	6.8 - 7.5	6.2 - 6.8
12	11.5 - 12.5	10.2 - 11.0	9.6 - 10.4	8.5 - 9.3	7.5 - 8.1	6.8 - 7.4
13	12.5 - 13.5	11.0 - 11.9	10.4 - 11.2	9.3 - 10.0	8.1 - 8.8	7.4 - 8.0
14	13.5 - 14.5	11.9 - 12.8	11.2 - 12.1	10.0 - 10.8	8.8 - 9.4	8.0 - 8.6

MAPA ENERGÍA EÓLICA



ENERGÍA EÓLICA

¿Cómo aprovechar la energía eólica?

La energía eólica puede transformarse principalmente en energía eléctrica por medio de aerogeneradores, o en fuerza motriz empleando los comúnmente llamados **molinos de viento**.

A continuación se indican las posibilidades de uso de la energía eólica, con base en valores promedios de velocidad de viento anual.

Promedio anual de velocidad de viento a 10 metros de altura	Posibilidad de uso de energía eólica
Menor a 3 m/s	Usualmente no es viable, a menos que existan circunstancias especiales para una mejor evaluación
3 - 4 m/s	Puede ser una buena opción para equipos de aerobombeo, poco viable para aerogeneración eléctrica
4 - 5 m/s	Las aerobombas son competitivas económicamente con respecto a los equipos diesel, el bombeo aero-eléctrico es viable.
Más de 5 m/s	Viable para aerobombeo y aerogeneración eléctrica.
Más de 6 m/s	Viable para aerobombeo, aerogeneración con sistemas autónomos y para sistemas conectados a la red eléctrica.

Debe existir claridad en el sentido de que esta tabla es una indicación de rápida referencia y no pretende ser completamente concluyente.

Generación eléctrica.

Bajo el nombre de turbinas eólicas (aerogeneradores) se designan diferentes sistemas para aprovechar mecánicamente la energía contenida en el viento. En general, son máquinas rotativas de diferentes tipos, tamaños y conceptos, en los que el dispositivo de captación (rotor) está unido a un eje.

Eje horizontal



Hay varios criterios para clasificar estas turbinas. Si se clasifican por la posición del eje, se agrupan como de eje horizontal o eje vertical. Si se clasifican por el tipo de aprovechamiento de la energía del viento, entonces se tienen rotores de accionamiento por arrastre y por sustentación.

Eje vertical



De los sistemas empleados para la generación de energía eléctrica, los más utilizados son los de eje horizontal por sustentación y, en menor grado, los de eje vertical, accionado también por sustentación.

Las plantas de generación eléctrica con sistemas eólicos a gran escala se denominan parques eólicos. Estos son lugares en donde se instalan varios aerogeneradores y se conectan de manera apropiada para suministrar energía eléctrica que puede ser interconectada a una red.



Fuerza Motriz

Las máquinas eólicas para esta aplicación son, normalmente, de múltiples álabes (alta solidez). Sus tamaños más grandes a escala comercial internacional no pasan de los 8 metros de diámetro, aunque hay casos particulares poco difundidos que se han construido e instalado con rotores de hasta 12 metros de diámetro o el caso de los molinos de viento holandeses. Estas máquinas por ser de muchos álabes, son relativamente lentas y generalmente son

ENERGÍA EÓLICA

acopladas a bombas de desplazamiento positivo, las cuales, a su vez, requieren bajas velocidades pero altos torques para su arranque y funcionamiento.

En Colombia, los sistemas de aerobombeo han sido ampliamente utilizados en el sector rural; entre los usos más comunes están:

- ✓ Abastecimiento de agua limpia para uso doméstico.
- ✓ Suministro de agua para ganadería.
- ✓ Irrigación.
- ✓ Drenaje.
- ✓ Movimiento de agua en granjas piscícolas.



Vale la pena mencionar que en algunas ocasiones los equipos de aerobombeo se utilizan para el suministro de agua en pequeñas comunidades rurales. La demanda típica de una población de 500 habitantes puede ser del orden de 20 m^3 por día, la cual generalmente no cambia a lo largo del año. Para una condición de bombeo con unos 20 metros de altura hidráulica, el requerimiento energético será de 400 m^4 o cerca de $1 \text{ kWh}_{\text{hid}}$ por día.

Los sistemas de aerobombeo se caracterizan por una larga vida útil de los equipos, son de fácil operación y mantenimiento, aunque dependen de la disponibilidad del recurso eólico local.

ENERGÍA DE LA BIOMASA

La mayoría de seres vivos, como las plantas y los animales que están en nuestro entorno, dependen de la luz del sol, el agua y el aire para vivir. Las plantas, por su parte, transforman y **almacenan** la energía que reciben del sol; esta energía bien puede ser utilizada para producir electricidad, combustibles, químicos o servir de alimento a otros seres vivos. Al recibir este alimento (energía) o al morir, los animales y los seres humanos producen **residuos orgánicos** que al descomponerse generan gases. Estos ciclos, al repetirse continuamente, aseguran que la energía de la biomasa esté disponible permanentemente y que, según su manejo, se logre un verdadero autoabastecimiento energético.



¿Qué es energía de la biomasa?

La biomasa es cualquier material proveniente de organismos vivos tales como vegetación, bosques, selvas, cultivos acuáticos, bosques naturales, residuos agrícolas, desechos animales y desechos urbanos e industriales de tipo orgánico que puede utilizarse para producir energía.

Biomasa en Colombia

De todas las energías renovables la biomasa es la que mejor se aprovecha en el mundo ya que representa el 14% del consumo energético mundial. En Colombia solamente se tienen estudios preliminares de los cuales existen los siguientes datos de interés:

- ✓ **Bagazo de la caña:** se estima una producción anual cercana a los 7.5 millones de toneladas de bagazo, gran parte de la cual se emplea en actividades de producción de calor. La capacidad instalada de sistemas (calderas-cogeneración) que aprovechan el bagazo de caña se estima en 25 MW.
- ✓ **Cascarilla de arroz:** se producen más de 457.00 toneladas al año; los principales productores son los Santanderes, los Llanos Orientales y la Costa Atlántica.

ENERGÍA DE LA BIOMASA

Aún hacen falta estudios concretos sobre el potencial de cultivos y de producción de residuos vegetales así como también censos sobre la población animal, que permitan saber con exactitud en qué regiones está la posibilidad de implementar sistemas para el aprovechamiento de este recurso. Como una primera y básica aproximación a partir del Mapa de cobertura vegetal, realizado por el IGAC en 1987, se establece la siguiente clasificación a partir del tipo de vegetación, de acuerdo con su aporte de biomasa:

1. Bajo: pastos, pajonales, páramos y nieves perpetuas, vegetación xerofítica, pantanos y ciénagas, arbustos, ciudadas, áridos.
2. Medio: pastos densos, pastos con cobertura rala, cultivos, rastrojos, misceláneos, banano, café, palma africana, frutales.
3. Alto: bosques primarios, intervenidos, plantado y caña.

¿Cómo se aprovecha la energía de la biomasa?

Para transformar la energía contenida en la biomasa se utilizan tecnologías que dependen de la cantidad y clase de biomasa disponible. Con los principales sistemas de transformación pueden obtenerse combustibles, energía eléctrica, fuerza motriz o energía térmica.

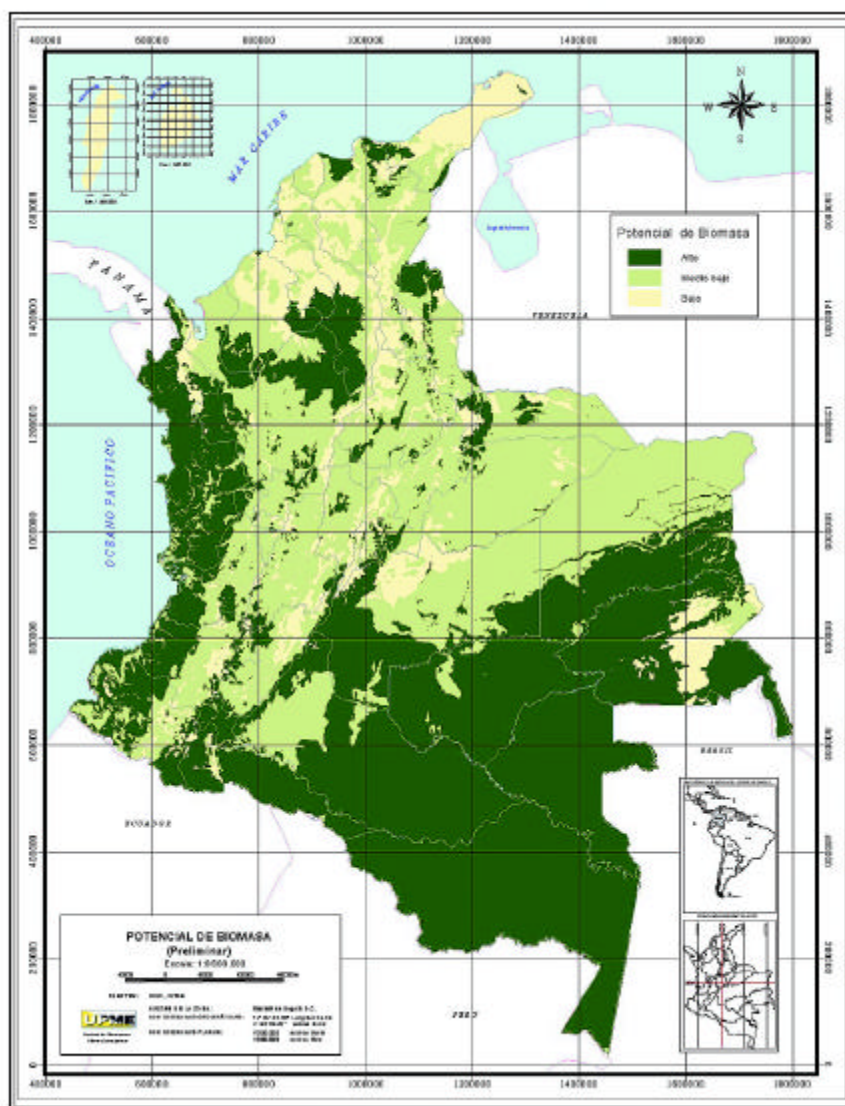
Digestión anaerobia

Es el proceso de descomposición de residuos animales y vegetales que, sin aire, hace que se produzca gas y lodo. El gas resultante en este proceso se conoce como biogás y el lodo se usa como fertilizante orgánico. Para lograr que se realice bien este proceso se construye un sistema de producción de biogás, que se compone principalmente de la recolección de los residuos, un biodigestor, un almacén para el gas, un almacén para los fertilizantes, y de una tubería de conducción del biogás.

Los residuos orgánicos que se utilizan para que el sistema de biogás funcione se encuentran en granjas o fincas; estos son:

- ✓ Residuos de animales: estiércol y orín de ganado (vacuno, porcino, equino, aves, etc.).

MAPA BIOMASA



ENERGÍA DE LA BIOMASA

- ✓ Residuos del procesamiento de vegetales: del café, del fique, de la cabuya, del almidón de yuca, de la producción de caña de azúcar, etc.
- ✓ Otros materiales, cuya composición debe ser evaluada ya que puede afectar el funcionamiento del sistema: residuos industriales orgánicos (de industrias de bebidas, piscícolas, de papel y textiles, de hatos, etc.), excrementos humanos.

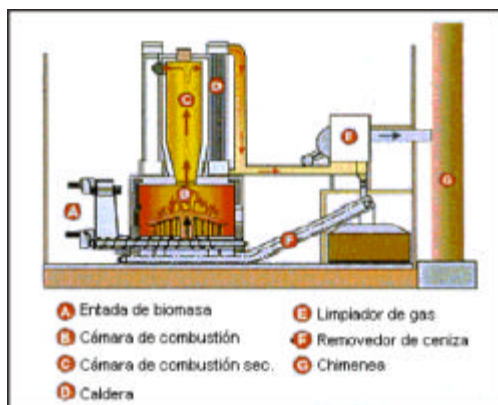
Si se conoce el tipo de material de desecho por utilizar y la cantidad y calidad de dicho material, se puede calcular la producción de biogás. En el caso de desechos animales, las cabezas necesarias para producir un metro cúbico de biogás que equivale a 2.2 kilovatios hora son: 2 a 3 cabezas de ganado vacuno, 5 a 6 cabezas de ganado porcino ó 90 a 100 aves.

Con una planta de biogás puede producirse:

- ✓ Energía térmica en una estufa de gas.
- ✓ Energía mecánica en un motor de explosión.
- ✓ Iluminación con una lámpara de gas.
- ✓ Producción alterna de fertilizantes.

EQUIPO - GASODOMÉSTICO	CONSUMO DE BIOGÁS EN m ³ /hora
Estufa de cocina	0.150 – 0.200
Fogón para cocinar alimentos de los alimantos o frutas	0.300
Lámpara de gas equivalente a una bombilla de 60 W	0.100
Calentadores para lechones o cría de levante	0.250
Calentadores para cria de pollos	0.150
Nevera de absorción de amoniaco	
Motor biogás – diesel por b.h.p.	0.420
Producción de 1 kWh de corriente eléctrica con una mezcla biogás diesel	0.700

Gasificación

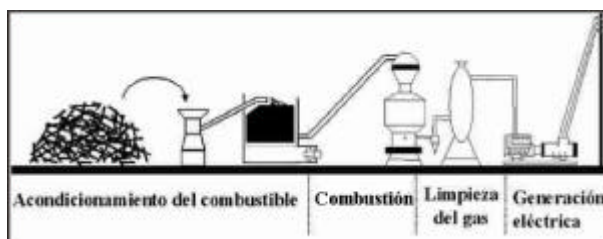


Son los procesos térmicos que convierten la materia prima sólida o líquida en una mezcla de gases (hidrógeno, monóxido de carbono y metano). Este gas es luego utilizado como combustible en plantas de ciclo combinado, las cuales combinan turbinas de gas y turbinas de vapor para producir electricidad. El material que se utiliza

comúnmente como combustible es madera y sólo algunos tipos de residuos agrícolas (mazorcas de maíz, cáscaras de coco, carbón vegetal). A escala mundial, aunque ya existe este tipo de plantas y están produciendo energía eléctrica, se considera como tecnología de demostración.

Combustión

La biomasa es quemada en una caldera para producir vapor, el cual es introducido



en una turbina conectada a un generador eléctrico; el flujo de vapor hace rotar la turbina, el generador eléctrico se acciona y se produce **electricidad**. En el mundo es una tecnología ampliamente utilizada, en Colombia su aplicación se hace en pequeña escala y con poca tecnología, en complejos azucareros y en el sector panelero. Otra opción consiste en quemar parte de biomasa con parte de combustibles fósiles (co-combustión) pero se limita a utilizarse en áreas donde existan plantas de carbón.

Biocombustibles

Los biocombustibles líquidos son combustibles para transporte (principalmente biodiesel y bioetanol) procesados de cosechas agrícolas y otras plantaciones

ENERGÍA DE LA BIOMASA



renovables. En menor escala, pero igualmente importantes, se encuentran biometanol y biocrudo o crudo de pirólisis. La utilización de biocombustibles reduce la dependencia del petróleo como combustible.

Fermentación alcohólica. El bioetanol se obtiene por fermentación de ciertos azúcares, especialmente glucosa, y se utilizan como materias primas melazas azucareras, maíz, almidón de trigo y residuos de papa.

Esterificación. Los bioaceites (biodiesel) son aceites vegetales obtenidos de plantas oleaginosas, ésteres metílicos o etílicos derivados de estos, o de ácidos grasos de otras procedencias. Algunas materias primas utilizadas en los procesos de obtención de bioaceites son: especies con semillas oleaginosas (girasol, colza, soja), especies con frutos oleaginosos (coco, palma), cultivos no tradicionales (brassica carinata, camelina sativa, cynara cardunculus) y otras (aceites de fritura usados, grasas animales).

El biodiesel funciona en cualquier motor diesel, el cual puede ser adaptado o utilizado sin ninguna modificación, produce bajas emisiones de óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, CO₂ y CO, es biodegradable y no tóxico; su manejo, transporte y almacenamiento son seguros.

Pirólisis. El calor puede ser usado para la conversión química de la biomasa en combustible crudo. Después de la pirólisis, la biomasa se torna líquida - aceite de pirólisis- el cual puede ser tratado como el petróleo para generar electricidad.

La aplicación del producto líquido (combustible de pirólisis) en motores y/o en turbinas o incluso en calderas aun necesita ser demostrada para obtener más información sobre sus propiedades, estabilidad, esquemas de producción y manejo. Es una tecnología en investigación.

ENERGÍA HIDRÁULICA

El calor del sol hace que el agua se evapore y se condense en las nubes. Los vientos arrastran las nubes hasta las regiones montañosas donde se producen lluvias o nieve. El agua lluvia se mezcla con la de los manantiales conformando las quebradas y luego ríos que por acción de la gravedad y topografía de los terrenos retornan el agua al mar, donde el ciclo inicia una vez más.

¿Qué es la energía hidráulica?

La energía hidráulica es aquella que proviene del agua y que se manifiesta como energía cinética en el caudal de las corrientes, y como energía potencial en la altura de las caídas de los ríos.

Energía hidráulica en Colombia

La energía hidráulica es el segundo recurso renovable más utilizado en el mundo. Colombia, debido a su situación privilegiada desde el punto de vista hidrológico, tiene un gran potencial para desarrollar proyectos que impliquen aprovechamientos hidráulicos. Como una primera aproximación para establecer el potencial físico hidroenergético se han tomado como base las características del territorio, en este caso, el agua y las posibilidades del terreno para aprovecharla, a partir de dos variables:

1. La escorrentía, caudal (Q) o cantidad de agua que el río transporta en un tiempo determinado.

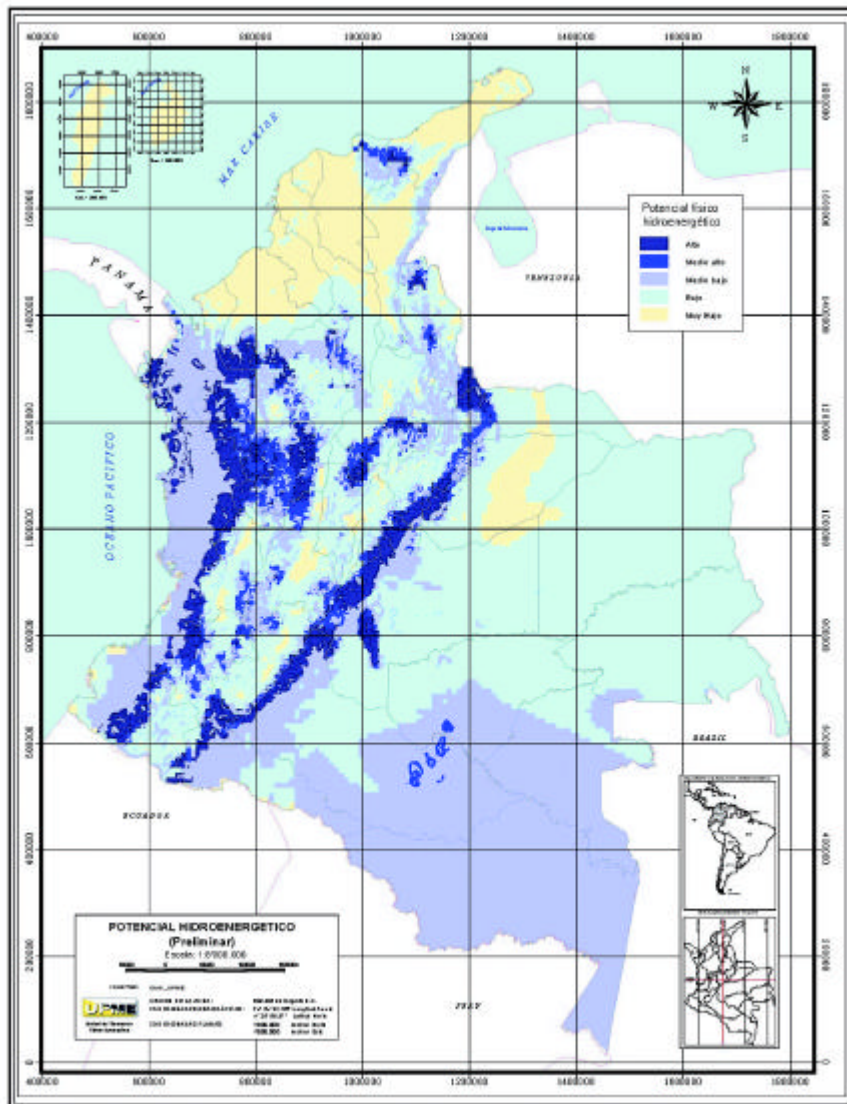
2. La pendiente del terreno, cabeza hidráulica o altura disponible entre el nivel de la superficie del fluido y el lugar inferior de la caída.

Para obtener el mapa se realiza la siguiente clasificación de donde se obtienen los cinco niveles alto, medio alto, medio bajo, bajo y muy bajo:

a) Escorrentía, (en mm al año) se le asignó un peso de 0.6 en las siguientes 5 clasificaciones: muy baja (0 - 1 000), baja (1 000- 1 500), media (1 500 - 2 000), alta (2 000-2 500) y muy alta (>2 500).

b) Pendiente del terreno (en porcentaje), se le asignó un peso del 0.4 en las siguientes 3 clasificaciones: baja (0 - 3%), media (3% - 15%) y alta (> 15%).

MAPA ENERGÍA HIDRÁULICA



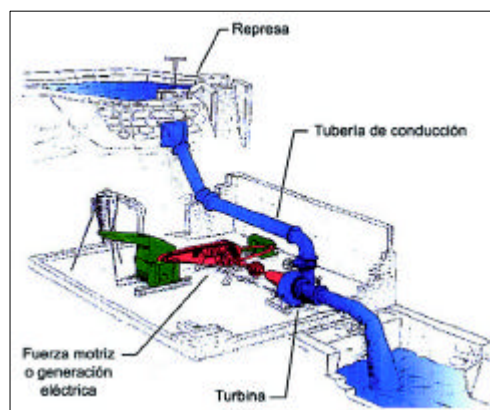
¿Cómo se transforma la energía hidráulica?

Mediante las plantas o centrales de generación hidráulica se aprovecha la energía potencial almacenada en el agua contenida en un embalse, con base en una diferencia de nivel, para transformarla inicialmente en energía mecánica o cinética, haciéndola pasar por una turbina hidráulica a la cual se le ha acoplado un generador que finalmente es el encargado de transformar la energía mecánica en eléctrica.

TIPO DE CENTRAL	RANGO DE POTENCIA en MW.
1. Grandes Centrales Hidroeléctricas (GCH)	Superiores a 100.
2. Medianas Centrales Hidroeléctricas (MCH)	Entre 10 y 100.
3. Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH)	Menores o iguales a 10.

Pequeñas Centrales Hidroeléctricas (PCH)

Una PCH es una instalación donde se utiliza la energía hidráulica para generar reducidas cantidades de electricidad, hasta 10 000 kW aproximadamente; estos sistemas se incluyen dentro de las tecnologías alternativas de generación eléctrica ya que su diseño y construcción ocasionan bajos impactos ambientales además de que se utilizan en zonas aisladas donde pueden ser operadas por personal local.



Tradicionalmente las PCH se han clasificado por la forma de captación así: PCH filo de agua y PCH con embalse. Se puede encontrar en la literatura

ENERGÍA HIDRÁULICA



otros tipos de clasificación de las PCH, como por ejemplo: por su funcionamiento diario, por su sistema de control, por el uso final de la energía y por su conexión con el sistema eléctrico.

Ahora bien, por sus características técnicas, se pueden clasificar en: plantas convencionales, plantas no convencionales y plantas parcialmente convencionales.

Las turbinas hidráulicas utilizadas se pueden clasificar en dos grandes grupos: turbinas de acción y turbinas de reacción.

Es importante decir que existe un gran número de fabricantes a escala mundial, lo que ha permitido que exista diversidad de modelos de turbinas y equipo eléctrico, electrónico y mecánico; de esta manera se consolida una amplia oferta para distintas capacidades, eficiencias y materiales de construcción.

TURBINA DE ACCIÓN	Caudal (Q) m ³ /s	Altura en metros	Potencia en kW
Pelton	0.05 a 50	30-1800	2-300 000
Turgo	0.025 a 10	15-300	5-80 000
Michel Banki	0.025 a 5	1-50 (200)	1-750

TURBINA DE REACCIÓN	Caudal (Q) m ³ /s	Altura en metros	Potencia en kW
Bomba rotodinámica	0.025 a 0.25	10-250	5-500
Francis	1 a 500	2-750	2-750 000
Deriaz	500	30-130	100 000
Kaplan y de Hélice	1000	5-80	2-200 000
Axiales (tubular, bulbo, generador periférico)	600	5-30	100 000

Ruedas

Las ruedas son máquinas simples que se impulsan con bajas presiones de agua. Su construcción e instalación son muy sencillas y económicas, se pueden construir con madera, metal cubierto con anticorrosivo y aluminio; son impulsadas por el movimiento del agua, y al girar, el movimiento de rotación lento se concentra en el eje de la rueda y de esta manera se obtiene la energía mecánica.



- ✓ De alimentación inferior: se instala directamente sobre la corriente del río. El agua, al ejercer presión sobre las aspas, la hace girar.
- ✓ Poncelot: es una variación de la anterior y probablemente la precursora de las turbinas. El movimiento depende de la fuerza que la corriente ejerce sobre la forma curva de sus aspas.
- ✓ De alimentación superior: necesita una caída natural, o la construcción de un dique, para mantener el nivel del agua por encima del punto superior de la rueda; gira por el peso del agua.
- ✓ De alimentación intermedia: su funcionamiento también depende del peso del agua que ingresa en forma lateral y es encauzada.

ENERGÍA DE LOS OCÉANOS



Los océanos cubren más del 70% de la superficie de la tierra lo que hace de ellos el más grande colector solar del mundo. En ellos se pueden encontrar dos tipos de energía: la térmica proveniente del calentamiento solar y la mecánica a partir de las mareas, las olas y las corrientes marinas. El sol calienta la superficie de los océanos en una proporción muy alta en comparación con las zonas

profundas de los mismos, de esta manera se crea una diferencia de temperaturas que también puede ser aprovechada. Las mareas se originan por la fuerza gravitatoria que la luna y el sol ejercen sobre la tierra; los vientos contribuyen a la producción de olas. Estación La Rance, Francia (energía mareomotriz).

Los resultados esperados de las tecnologías que se utilizan para generar energía eléctrica poseen un nivel de incertidumbre muy alto por el alto riesgo que implica la construcción y operación, puesto que estarán sujetas a todas las adversidades que se pueden presentar en los océanos.

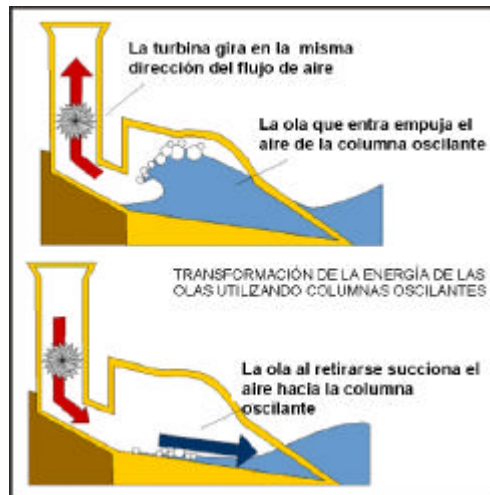
¿Cómo transformar y aplicar la energía que proviene de los océanos?

Actualmente se conocen tres formas diferentes de utilizar la energía proveniente de los océanos, para producir energía eléctrica: las mareas, las olas y la diferencia de temperatura. Para cada una se investigan tecnologías adecuadas.

Energía de las olas

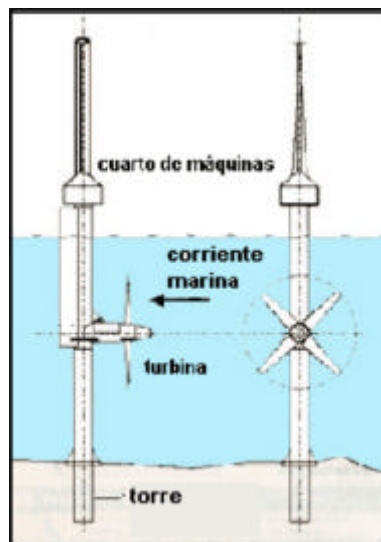
Es posible acceder al potencial de energía de las olas de varias maneras (flotadores, columnas oscilantes de agua y aparatos focalizantes); sin

embargo, es importante precisar que dado que las olas son producidas por los vientos, la disponibilidad del recurso tiende a ser impredecible. Se prevé que la tecnología para obtener energía de las olas podrá lograr costos competitivos alrededor del año 2005, cuando varios proyectos de tipo demostrativo ofrezcan resultados que permitan ser evaluados.



Energía de las mareas

Esta tecnología tiene que ver con el aprovechamiento de la elevación de nivel ocasionado por las mareas, de tal manera que se construye un gran lago artificial mediante el cual, posteriormente, se obtiene energía a partir de la tecnología tradicional de plantas hidroeléctricas. Una variante es la tecnología que aprovecha

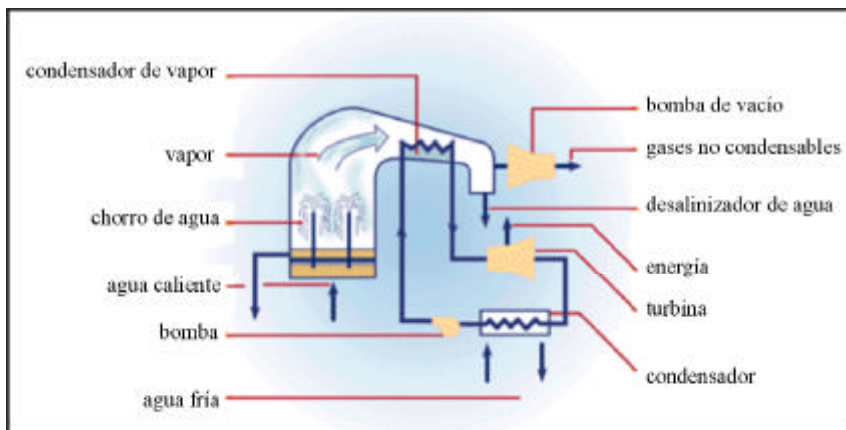


las corrientes marinas, la cual ayuda a explotar las fuertes corrientes que se encuentran en los océanos no tan profundos, particularmente donde existen estrechos naturales, por ejemplo entre islas. Los equipos son muy similares a turbinas eólicas sumergidas las cuales se utilizan para explotar la energía cinética contenida en estas corrientes. En el mundo solo existe un equipo de este tipo, el cual opera en Japón desde 1990 produciendo 5 kW. La energía de las mareas está en la etapa inicial de desarrollo y de experimentación. Sin embargo, se espera que su desarrollo sea muy rápido, con proyectos de tipo demostrativo en el 2005.

ENERGÍA DE LOS OCÉANOS

Conversión de la energía térmica de los océanos

Varias técnicas se han propuesto para utilizar este recurso térmico del océano. Sin embargo, actualmente parece que solo el ciclo cerrado y los esquemas de ciclo abierto tienen un fundamento teórico sólido, así como trabajo experimental. En el sistema cerrado, el agua de mar superficial que se encuentra caliente y el agua de mar fría se utilizan para vaporizar y para condensar un líquido de funcionamiento, tal como amoníaco anhidro, el cual se utiliza en un turbogenerador, en un ciclo cerrado que produce electricidad. En el sistema abierto el agua de mar se evapora rápidamente en un compartimiento vacío.



El vapor de baja presión que resulta se utiliza en un turbogenerador. El agua de mar fría se utiliza para condensar el vapor después de que haya pasado a través de la turbina. El ciclo abierto se puede configurar para producir el agua desalinizada, así como electricidad. La tecnología OTEC ("Ocean Thermal Energy Conversion") todavía no ofrece valores de referencia proyectados de los costos de inversión, puesto que la tecnología todavía está en la fase de diseño teórico.

Los océanos de Colombia

Un primer inventario en el Pacífico colombiano arrojó un potencial de energía mareomotriz de 500 MW.

El potencial estimado para los 3 000 km de costas colombianas respecto a la energía de las olas es de 30 GW.

GEOTERMIA

La energía geotérmica ha estado presente tanto tiempo como la Tierra existe. "Geo" significa tierra y "termia" significa calor. Por lo tanto geotermia significa "Calor de la Tierra".

Bajo la corteza terrestre, existe una capa superior del manto la cual es una roca líquida caliente llamada magma. La corteza terrestre flota sobre ese manto de magma líquido. Cuando el magma llega a la superficie de la tierra a través de un volcán, se le conoce como lava.

Por cada 100 metros bajo la superficie de la tierra la temperatura se incrementa cerca de 3 grados centígrados. Por lo tanto a 3000 metros de profundidad la temperatura sería lo suficientemente alta como para hacer hervir agua.

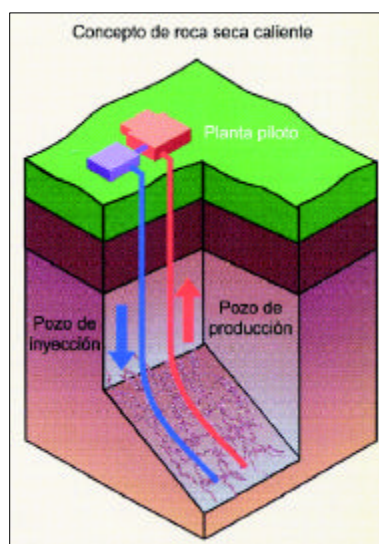
El agua algunas veces hace su recorrido cerca de rocas calientes que se encuentran muy por debajo de la superficie y retorna en forma de agua caliente a temperaturas de más de 148°C (agua termal) o en forma de vapor.

¿Cómo se aprovecha el calor de la tierra?

La extracción y transformación del agua caliente o el vapor de los yacimientos geotérmicos para generar energía eléctrica en superficie implica la aplicación de tecnología avanzada. Pero existe otra forma de aprovechar esta energía a la cual se le conoce como usos directos.

Generación eléctrica

De acuerdo con las características de producción del campo geotérmico, se puede seleccionar tanto el tamaño como el ciclo térmico de la planta de generación.



GEOTERMIA

La capacidad instalada de generación de la planta puede determinarse con base en el mercado de energía y la productividad actual del yacimiento. El ciclo térmico se selecciona de acuerdo con las características del fluido, pero también tomando en consideración las condiciones económicas del proyecto.

En general, se tienen tres ciclos para la producción de energía eléctrica:

- ✓ Ciclo con unidades de contrapresión
- ✓ Ciclo con unidades de condensación
- ✓ Ciclo binario

Usos directos



Comúnmente el agua caliente que proviene de estos yacimientos se utiliza en piscinas termales con fines recreativos.

Otros usos directos de naturaleza residencial incluyen calentar invernaderos para las plantas y a nivel industrial incluyen calefacción, procesamiento de alimentos, lavado y secado de lana, fermentación, industria papelera, producción de ácido sulfúrico, manufactura de cemento, etc.

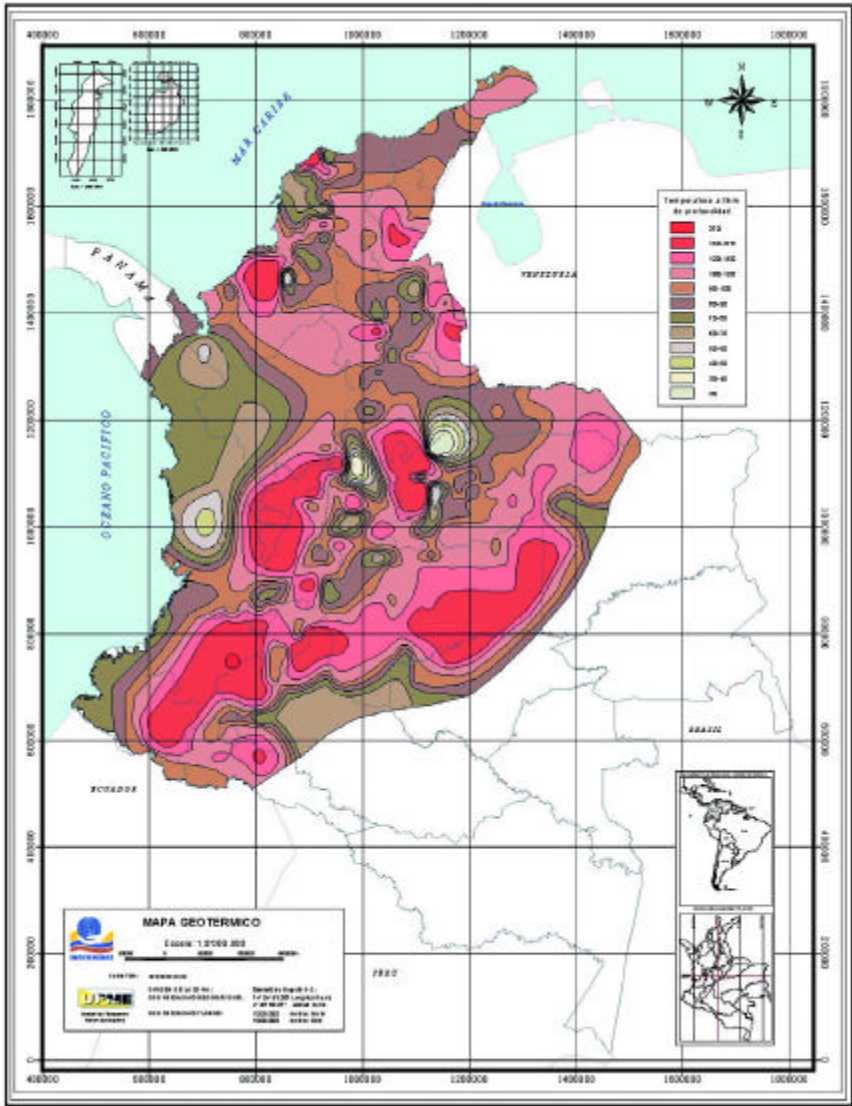


Colombia y la geotermia

El Atlas Geotérmico de Colombia destaca como zonas de mayor potencialidad:

- ✓ La zona de frontera con el Ecuador, en los volcanes Chiles - Cerro Negro.
- ✓ En el departamento de Nariño, volcán Azufra.
- ✓ Parque Natural Nacional de Los Nevados.
- ✓ Área geotérmica de Paipa - Iza en Boyacá.

MAPA GEOTERMIA



MÁS INFORMACIÓN

Unidad de Planeación Minero Energética UPME

Av. 40A N° 13-09 Pisos 5, 11 y 14, Edificio UGI

Bogotá, Colombia

www.upme.gov.co

SOLAR

- Guía de especificaciones de sistemas fotovoltaicos para la energización rural dispersa en Colombia. UPME.
- Guía de especificaciones de sistemas de calentamiento de agua para uso doméstico con energía solar. UPME.
- Guía de variables bioclimáticas y su rango de fluctuación para obtener condiciones de confort doméstico. UPME.
- Normas Técnicas Colombianas. ICONTEC.
- www.eren.doe.gov/pv. Sitio del Departamento de Energía de los Estados Unidos.
- <http://sky.net.co/energia/>. Sitio colombiano sobre energías alternativas y uso eficiente de la energía.

EÓLICA

- Guía para la utilización de la energía eólica para bombeo de agua. UPME.
- Guía para la utilización de la energía eólica para generación de energía eléctrica. UPME.
- www.awea.org. Sitio de la Asociación de Energía Eólica Americana.
- www.ewea.org. Sitio de la Asociación de Energía Eólica Europea.

BIOMASA

- Guía para la Implementación de Sistemas de Biogás. UPME.
- www.fao.org. Sitio de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, donde se encuentra información sobre tecnologías de transformación de la biomasa.

BIOENERGÍA

- <http://solstice.crest.org/renewables/re-kiosk/biomass/index.shtml>. Sitio informativo sobre aplicaciones, tecnologías y aspectos económicos de la energía de biomasa.
- www.nrel.gov/documents/biomass_energy.html. Sitio del Laboratorio Nacional de Energía Renovable de los EEUU.
- www.biodiesel.org. National Biodiesel Board de los Estados Unidos.

HIDRÁULICA

- GTC 8I Guía para el equipamiento electromecánico de pequeñas instalaciones hidroeléctricas. ICONTEC.
- www.censat.org/Censat_Energía.htm. Sitio de la Asociación Centro Nacional Salud Ambiente y Trabajo, Agua Viva.
- <http://hydropower.inel.gov>. Sitio del departamento de Energía de Estados Unidos.

OCÉANOS

- www.nrel.gov/otec/. Sitio del Laboratorio Nacional de Energía Renovable de los EEUU.
- www.poemsinc.org/FAQ.html. Sitio del Practical Ocean Energy Management Systems, Inc.
- www.nrel.gov/clean_energy/ocean.html. Sitio del Laboratorio Nacional de Energía Renovable de los EEUU.

GEOTERMIA

- INGEOMINAS
- <http://geoheat.oit.edu/>. Sitio del instituto de tecnología de Oregon.
- www.geothermal.marine.org. Sitio de la Geothermal Education Office.
- www.eren.doe.gov/geothermal.html. Sitio del departamento de energía de Estados Unidos.

GLOSARIO

Aerobomba. Equipo de bombeo de agua accionado por la energía del viento.

Aerogenerador. En general, son máquinas rotativas de diferentes tipos, tamaños y conceptos, en los que el dispositivo de captación (rotor) está unido a un eje.

Altitud. Dimensión de un cuerpo perpendicular a la base.

Anemómetro. Instrumento para medir la velocidad del viento.

Batería. Pila reversible que almacena energía durante la carga y la restituye parcialmente durante su descarga.

Bioclimático. Referido a la vivienda bioclimática, es el hábitat que intermedia entre el hombre y el medio ambiente exterior.

Biogás. Es una mezcla de hidrocarburos livianos, semejante al gas natural y está compuesto principalmente por 60-70% de metano, dióxido de carbono y otros gases.

Calor. Una de las formas como se manifiesta la energía. No confundir con temperatura.

Campo fotovoltaico. Se indica con este término al módulo o conjunto de módulos fotovoltaicos de una instalación de generación de electricidad con energía solar fotovoltaica.

Carga. Cantidad de energía eléctrica necesaria para poner en funcionamiento cualquier dispositivo o aparato eléctrico. A veces se asume que la carga es el aparato mismo que recibe la energía.

Celda fotovoltaica. Dispositivo compuesto de varios elementos semiconductores que convierte directamente la irradiancia solar en energía eléctrica. Se le denomina también "celda solar".

Colectores. Elementos que captan la radiación solar, disminuyen las pérdidas de calor y aumentan la energía absorbida y, en algunos casos, cuentan con seguidores de sol para mejorar este propósito.

Combustible. Material que tras un proceso químico irradia calor.

Conducción. Conjunto de conductos para el paso de fluidos.

Controlador de carga. Dispositivo que controla el régimen de carga de las baterías.

Efecto fotovoltaico.

Efluente. Subproducto de la digestión anaerobia que consiste en una solución orgánica estabilizada que puede ser utilizada como fertilizante, para riego y piscicultura.

Energía cinética. Cuando un cuerpo está en movimiento posee energía cinética ya que al chocar contra otro puede moverlo y, por lo tanto, producir un trabajo. Para que un cuerpo adquiriera energía cinética o de movimiento, es decir, para ponerlo en movimiento, es necesario aplicarle una fuerza.

Energía eléctrica. Es el resultado de la conversión de la energía mecánica, a través de un generador acoplado a una turbina.

Energía hidráulica. Cantidad neta de agua bombeada desde una altura de bombeo en un periodo de tiempo dado.

Energía potencial. Todo cuerpo ubicado a cierta altura del suelo posee energía potencial. Todos los cuerpos tienen energía potencial que será tanto mayor cuanto mayor sea su altura. Como la existencia de esta energía potencial se debe a la gravitación (fuerza de gravedad), su nombre más completo es energía potencial gravitatoria.

Energía térmica. Energía interna de los cuerpos que se manifiesta externamente en forma de calor.

Energía. Propiedad de la materia la cual se manifiesta desde cualquiera de sus estados o formas. La más básica de sus definiciones indica que se trata de la capacidad que poseen los cuerpos para realizar un trabajo.

Fluido. Es una sustancia que se deforma continuamente al ser sometida a un esfuerzo cortante (esfuerzo tangencial) no importa cuán pequeño sea.

Fuentes energéticas convencionales. Son aquellas energías que estamos acostumbrados a usar, en las cuales se emplea tecnología de uso común,

GLOSARIO

desde la extracción del recurso energético natural hasta transformarlo en un producto útil para el consumidor final. A esta energía convencional pertenecen: petróleo, carbón mineral, gas natural, y electricidad.

Fuentes energéticas no renovables. Las fuentes de producción de energía NO renovables, es decir que agotan sus reservas a medida que son consumidas, incluyen el carbón, el petróleo y el gas natural conocidos también como combustibles fósiles.

Fuentes energéticas no convencionales. Son aquellas fuentes que no usamos comúnmente, su uso no contamina el medio ambiente y utilizan recursos naturales renovables e inagotables, como el viento y el sol. Las principales fuentes de energía son la solar, eólica, geotermia, biodigestión y oceánica.

Generador. Elemento encargado de convertir la energía mecánica en energía eléctrica.

Intercambiador de calor. Dispositivo de diseño apropiado para facilitar el transporte de calor desde un material o sistema a otro.

Módulo fotovoltaico. Es el dispositivo formado por un conjunto de celdas fotovoltaicas interconectadas, enmarcadas y encapsuladas apropiadamente. También se le define como la unidad reemplazable más pequeña de un campo fotovoltaico.

Parque eólico. Estos son lugares en donde se instalan varios aerogeneradores y se interconectan de manera apropiada para alimentar la red de energía eléctrica.

Potencia. Es la velocidad a la que se realiza un trabajo.

Radiación difusa. Radiación que llega a la superficie terrestre procedente del sol luego de sufrir dispersión por efecto de nubes, polvo, niebla u otras sustancias de la atmósfera.

Radiación directa. Radiación que llega a la superficie terrestre procedente del sol sin sufrir desviación, sin dispersarse ni reflejarse en la atmósfera.

Radiación solar. Suma de todas las energías provenientes del sol: luz, calor, ultravioleta; electromagnética, etc.

Receptor solar. Elemento que absorbe los rayos solares a través de sus paredes y extrae calor de estos.

Recurso solar. Cantidad de insolación que recibe un lugar o región. Se expresa en kWh/m² por día. Su expresión es más completa cuando se hace referencia a la calidad de esa insolación.

Rotor eólico. Dispositivo basado en palas aerodinámicas que, accionado por el viento que incide sobre él, convierte su energía en energía rotacional mecánica.

Sistema eléctrico. Conjunto de dispositivos que generan un trayecto o ruta de una corriente eléctrica.

Sistema fotovoltaico (SFV). Instalación de módulos fotovoltaicos que tienen asociados otros componentes, proyectada para generar potencia eléctrica a partir de la energía de la radiación solar.

Sistema fotovoltaico autónomo. Es el que funciona sin estar conectado a una red de energía eléctrica ni con sistema auxiliar de otra fuente energética.

Todos los fluidos están compuestos de moléculas que se encuentran en movimiento constante.

Turbina hidráulica. Máquina rotativa accionada por agua, que, a su vez, genera energía mecánica.

Turbogenerador. Generador eléctrico que comprende una turbina de vapor, directamente acoplada a éste.

Vida útil. Es el tiempo transcurrido entre el momento de iniciar el desempeño con la eficiencia nominal hasta el momento en que la eficiencia ha descendido al 80% del valor inicial, criterio que generalmente se aplica a varios dispositivos de generación y también a los de consumo de energía.

Yacimiento. Sitio donde se halla naturalmente una roca, un mineral o un fósil.