

TEMA 3: ENERGÍAS RENOVABLES

Las energías renovables son energías que se obtiene de fuentes naturales inagotables, ya sea por la inmensa cantidad de energía que contienen, o porque son capaces de regenerarse por medios naturales.

Las energías renovables pueden dividirse en dos categorías:

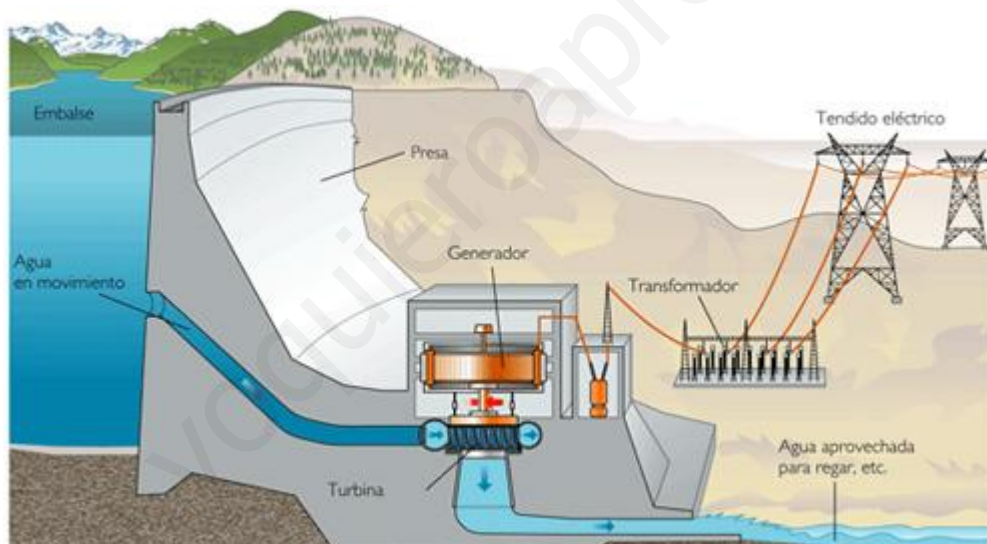
- **no contaminantes:** hidráulica, solar, eólica, geotérmica, maremotriz, de las olas
- **contaminantes:** biomasa, residuos sólidos urbanos.

1.-Energía hidráulica:

Es la energía del agua cuando se mueve a través de un cauce (energía cinética) o cuando se encuentra embalsada a cierta altura (energía potencial). Cuando se deja caer el agua, la energía potencial se transforma en energía cinética que puede mover unas turbinas que a su vez mueven un generador eléctrico.

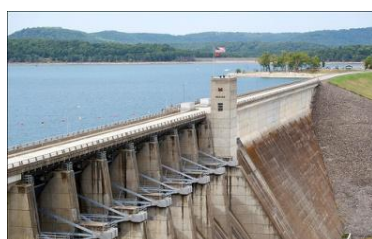


► Componentes de un centro hidroeléctrico:



- **Embalse:** es la acumulación de agua que se logra obstruyendo el cauce de un río. Para retenerla se construye un muro grueso de hormigón llamada **presa**. Las presas pueden ser de dos tipos:

- **Presa de gravedad:** suele ser recta o un poco cóncava y con su peso contrarresta el empuje del agua. Su sección transversal es triangular.
- **Presa de bóveda:** son de forma convexa y sus extremos se apoyan en las laderas de montañas, de manera que el empuje del agua se transmite a las laderas de las montañas.



■ **Compuertas:** es una placa móvil que al levantarse deja pasar el agua cuando hay agua en exceso. El agua que evacua no pasa por la sala de máquinas.

■ **Tuberías:** suele estar colocada a 1/3 de la altura de la presa para que los fangos y lodos no sean arrastrados a las turbinas.

■ **Sala de máquinas:** albergan las turbinas y el alternador.

■ **Turbinas:** es un motor rotativo que transforma la energía cinética del agua en energía mecánica de rotación. Las más utilizadas son las Kaplan y Pelton

- **Turbina Kaplan:** es una turbina de eje vertical que lleva 5 ó 6 aspas encerradas en una cámara cilíndrica por cuya parte superior llega el agua. Tienen un rendimiento entre el 93 y 95 %. Están diseñadas para trabajar con saltos de agua pequeños y con grandes caudales

- **Turbina Pelton:** es una rueda en cuya periferia se colocan una especies de cucharas. Las cucharas reciben el agua en un sentido y la expulsan en sentido contrario. Tienen un rendimiento del 90 %. Están diseñadas para trabajar con saltos de agua muy grandes, pero con caudales pequeños.

■ **Alternador-generador:** va unido al eje de la turbina y es una máquina eléctrica que transforma la energía mecánica de rotación en energía eléctrica (es un motor a la inversa). Consiguen una corriente alterna de 20.000 V.

■ **Transformadores:** elevan la tensión de salida del alternador hasta 400.000 V (alta tensión)

■ **Líneas de transporte:** llevan la corriente eléctrica producida hasta los centros de consumo.

► **Potencia y energía:**

En una central hidráulica la energía absorbida será energía potencial del agua y la energía útil será la energía eléctrica producida.

Las dos características principales de una central hidroeléctrica, desde el punto de vista de su capacidad de generación de electricidad son:

■ La **energía** está en función del volumen del embalse (o masa de agua), y de la altura o desnivel del agua.

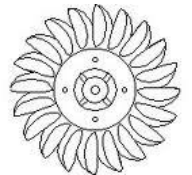
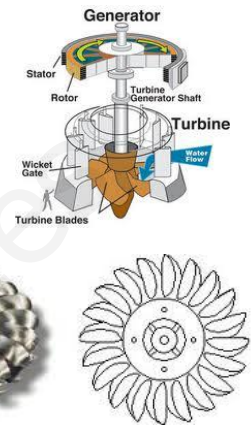
$$E_h = m \cdot g \cdot h = 1000 \cdot Q \cdot g \cdot h \cdot t$$

E = energía hidráulica = Energía absorbida
Q = caudal de agua (m³/s) = V / t
h = altura o desnivel del agua (m)
g = aceleración de la gravedad = 9,8 m/s²

■ La **potencia**, que está en función de la energía potencial del agua, del caudal, además de las características de las turbinas y de los generadores usados en la transformación.

$$P_h = E / t = 1000 \cdot Q \cdot g \cdot h$$

P = potencia hidráulica (W) = potencia absorbida



■ **Rendimiento:**
$$\eta = \frac{P_{\text{util}} (P_e)}{P_{\text{absorbida}} (P_h)} = \frac{E_{\text{util}} (E_e)}{E_{\text{absorbida}} (E_h)}$$

El rendimiento medio de la central puede estar entre el **70 - 90%**, teniendo en cuenta el rendimiento de la turbina, rendimiento del generador y rendimiento mecánico del acoplamiento turbina-alternador

► **Tipos de centrales:**

- **Minicentrales:** $P < 10$ MW. En España hay actualmente 1135 minicentrales. Su producción está en pequeños pueblos. Existen dos tipos:
- **Grandes centrales:** $P > 10$ MW. Se sitúan en las cuencas de los ríos con caudales grandes. Existen dos tipos:
 - De **bombeo puro:** no están construidas en el cauce de un río. Llevan dos embalses, uno superior y otro inferior. Para poder tener agua en el embalse superior hay que bombearla desde el embalse inferior
 - De **bombeo mixtas:** pueden producir energía con o sin bombeo previo. Llevan dos embalses, uno superior y otro inferior. El embalse superior está construido en el cauce de un río. Sólo se bombea agua cuando el caudal del río no es suficiente para abastecer el embalse.

► **Impacto ambiental**

- No producen emisiones de dióxido de carbono ni contaminantes del aire atmosférico.
- Los embalses de los sistemas a gran escala inundan extensas regiones, destruyen hábitats de la vida silvestre, desplazan pobladores, disminuyen la fertilización natural de los terrenos agrícolas situados aguas abajo de la presa.

2.- Energía solar:

La energía solar es un tipo de energía renovable que convierte la energía del sol en otra forma de energía (térmica, eléctrica)

► **Energía ó Cantidad de calor**

$$E_s = K \cdot t \cdot S$$

E_s = energía solar (Wh) = energía absorbida
 K = coeficiente de radiación solar (W/m^2)
 t = tiempo (h)
 S = superficie (m^2)

El coeficiente de radiación solar puede valer desde 0 hasta $1000 W/m^2$. Depende de la latitud, hora del día, estación del año y situación atmosférica. La media aproximada en un día de verano es de $950 W/m^2$

• **Potencia**
$$P_s = \frac{E_s}{t} = K \cdot S$$

• **Rendimiento:**
$$\eta = \frac{P_{\text{util}} (P_e \text{ ó } P_t)}{P_{\text{absorbida}} (P_s)} = \frac{E_{\text{util}} (E_e \text{ ó } E_t)}{E_{\text{absorbida}} (E_s)}$$

Los rendimientos típicos de una célula fotovoltaica de silicio oscilan entre el 14%-25%.

Los rendimientos con los colectores solares térmicos a baja temperatura puede alcanzar un 70% en la transferencia de energía solar a térmica.

► Tipos de energía solar

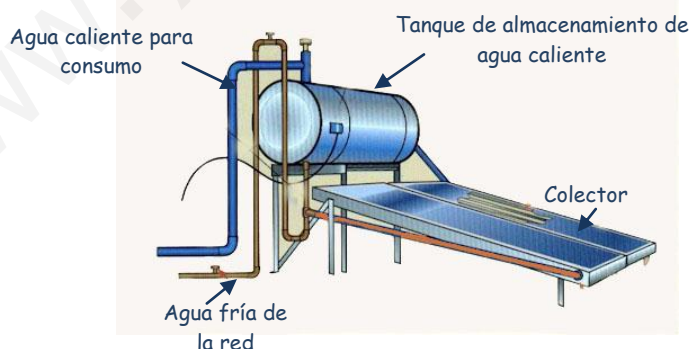
La radiación solar que alcanza la Tierra puede aprovecharse por medio de captadores que mediante diferentes tecnologías pueden transformarla en energía térmica o eléctrica. Los diferentes captadores o dispositivos se muestran en la siguiente tabla:

CONVERSIÓN DE ENERGÍA	APLICACIONES	CAPTADORES
Energía solar térmica	Es usada para producir agua caliente de baja temperatura para uso sanitario y calefacción.	■ Colectores planos
		■ Invernaderos
		■ Horno solar
Energía solar termoeléctrica	Es usada para producir electricidad con un ciclo termodinámico convencional a partir de un fluido calentado a alta temperatura (aceite térmico).	■ Campo de heliostatos
		■ Colectores cilindro-parabólicos
Energía solar eléctrica	Es usada para producir electricidad mediante placas de semiconductores que se alteran con la radiación solar.	■ Placas fotovoltaicas

■ **Energía solar térmica de baja temperatura:**

- **Colectores o captadores planos:** son cajas metálicas en cuyo interior van una serie de tubos, pintados de color negro mate (absorben la radiación) y por los que circula agua que será calentada. En la parte superior llevan un cristal, que permite el paso de los rayos y hace de aislante con el exterior. El interior va aislado térmicamente mediante fibra de vidrio o poliuretano. Es la utilizada en los tejados de las viviendas y edificios comerciales, para calentar agua directamente con la radiación solar, y utilizarla para calefacción o agua caliente sanitaria.. Se llaman de baja temperatura porque el agua no alcanza más de los **80 grados centígrados**.

Cuando el colector va aislado en su interior mediante el vacío, se consiguen **temperaturas de hasta 120°C**. Se emplea para usos industriales, en los que se necesita agua a alta temperatura.



- **Invernaderos:** los plásticos o vidrio permiten la entrada de radiaciones electromagnéticas, que quedan retenidas al intentar salir, provocando un aumento de temperatura.



■ Energía solar térmica de alta temperatura:

■ Horno solar:

Se concentran los rayos mediante espejos reflectantes. Una primera serie de filas de espejos orientables, recogen los rayos solares y los transmiten hacia una segunda serie de espejos "concentradores" que forman la enorme parábola en un edificio principal. Se pueden obtener temperatura muy elevadas, hasta 4000°C.

Principalmente se utilizan en investigación, como el caso de fusión de materiales.



■ Energía solar termoeléctrica de media o alta temperatura:

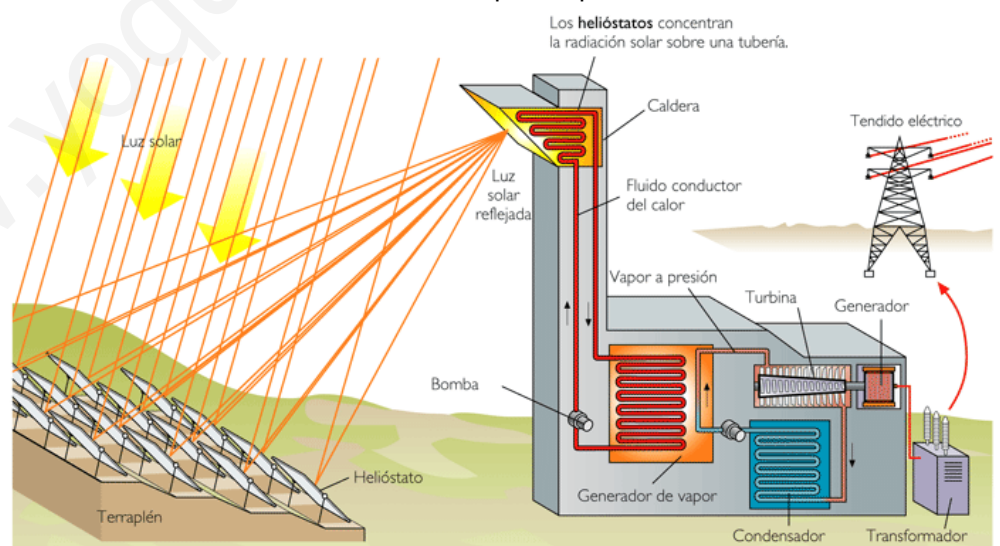
Este tipo de energía se presenta en forma de grandes centrales de, como mínimo 10Mw de potencia. Las temperaturas alcanzadas en estas centrales van desde los **300°C, hasta los 800°C**, por tanto estas centrales no pueden trabajar con agua líquida, y lo hacen normalmente con aceites térmicos, y en algún caso experimental con vapor de agua.

■ Campo de heliostatos

La captación y concentración de los rayos solares se hacen por medio de heliostatos, que son espejos con orientación automática que apuntan a una torre central donde se calienta el fluido en una caldera.

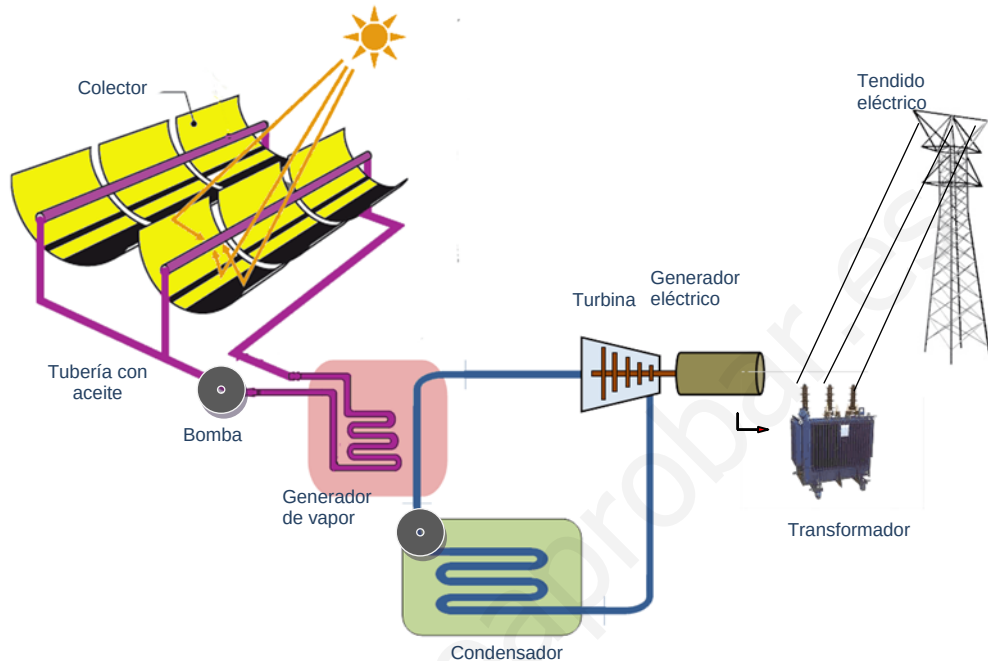
El fluido es un aceite térmico (preparado para altas temperaturas). Este aceite caliente, va a un intercambiador de calor donde pasa sus calorías al agua, este agua se evapora, formando vapor de agua caliente, que mueve una turbina-alternador de vapor que genera electricidad.

El fluido es condensado en un condensador para repetir el ciclo.



■ Colectores cilindro-parabólicos

La captación y concentración de los rayos solares se hacen por medio de espejos de forma parabólica que concentran los rayos solares en una tubería que lleva un aceite térmico. El fluido transmite el calor desde los colectores hasta un intercambiador de calor donde pasa sus calorías al agua, este agua se evapora, formando vapor de agua caliente, que mueve una turbina-alternador de vapor que genera electricidad.



■ Energía solar eléctrica

■ Placas fotovoltaicas:

La energía solar fotovoltaica es la energía obtenida por la radiación electromagnética del sol al convertirse la luz en energía eléctrica de corriente continua.

Las células fotovoltaicas Son dispositivos formados por metales sensibles a la luz (**diodos semiconductores**) que desprenden electrones cuando los fotones inciden sobre ellos. Cada célula es capaz de generar una corriente de **2 a 4 Amperios**, a un voltaje de **0,46 a 0,48 Voltios**. Hay que tener en cuenta que una sola célula produce poca electricidad, por lo que en cada módulo fotovoltaico se montan varias células en serie, y luego a mayor escala, estos módulos se agrupan de cara a formar un generador fotovoltaico, con el que se consigue una potencia y corriente suficiente para suministrar energía a las demandas que se requieran.



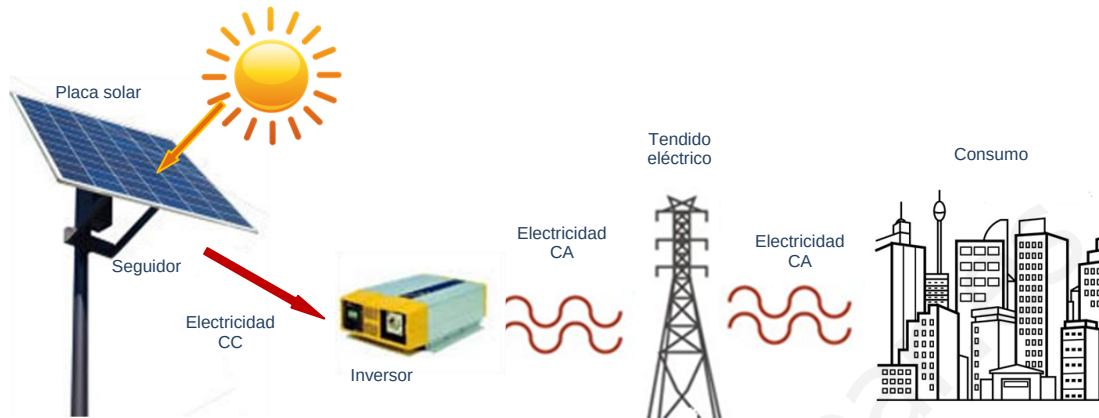
La corriente eléctrica continua que proporcionan los módulos fotovoltaicos se puede transformar en corriente alterna mediante un aparato electrónico llamado **inversor** e inyectar en la red eléctrica (para venta de energía) o bien en la red interior (para autoconsumo).

Instalaciones conectadas a red

El proceso, simplificado, sería el siguiente:

- Se genera la energía a bajas tensiones y en corriente continua.
- Se transforma con un **inversor** en corriente alterna.
- Suelen instalarse **seguidores** que son dispositivos mecánicos capaces de orientar los paneles solares de forma que éstos permanezcan casi perpendiculares a los rayos solares, siguiendo al sol desde el este en el amanecer hasta el oeste en la puesta.

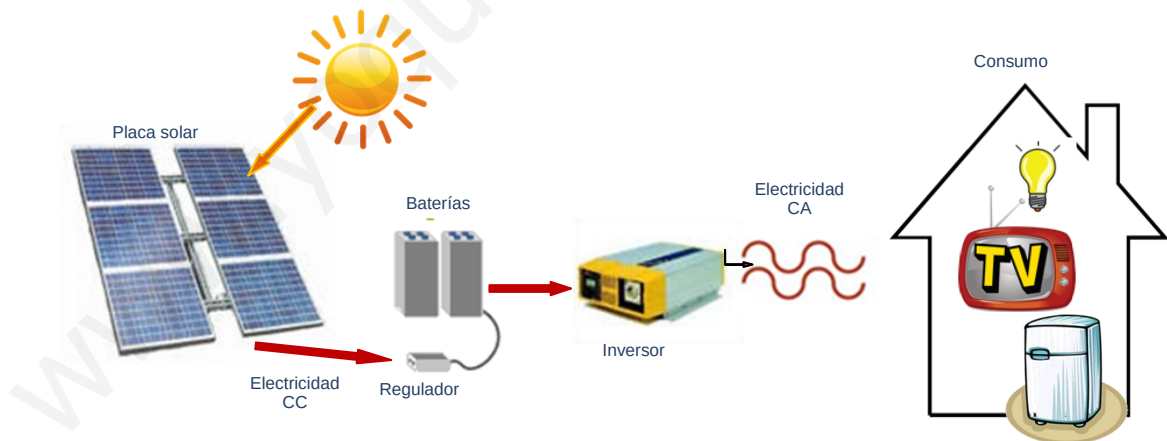
- En plantas de potencia inferior a 100 kW se inyecta la energía directamente a la red de distribución en baja tensión (400V en trifásico o 230V en monofásico).
- Y para potencias superiores a los 100 kW se utiliza un **transformador** para elevar la energía a media tensión (15 ó 25 kV) y se inyecta en las redes de transporte para su posterior suministro.



Instalaciones de autoconsumo

El proceso, simplificado, sería el siguiente:

- Se genera la energía a bajas tensiones (12-24 V) y en corriente continua.
- **Regulador:** es el elemento que controla el paso de corriente a la batería, evitando el paso de corriente cuando la batería está cargada y protegiendo de sobrecargas.
- **Baterías:** Son los elementos que almacenan la energía y se encargan de dar energía a la vivienda por la noche y en los casos de estar nublado.
- **Inversor:** transforma la corriente continua de 12 - 24 V en corriente alterna de 230 V.



El rendimiento para producir energía eléctrica está actualmente entre el 12 – 25 %.

► Impacto ambiental

- No producen emisiones de dióxido de carbono ni contaminantes del aire atmosférico.
- Impacto visual cuando se trata de grandes instalaciones, pudiendo además afectar al ecosistema.
- Contaminación en el proceso industrial de fabricación de placas y colectores solares

3.- Energía eólica

La energía eólica procede de la **energía del sol** (energía solar), ya que son los cambios de presiones y de temperaturas en la atmósfera los que hacen que el aire se ponga en movimiento, provocando el viento, que los aerogeneradores aprovechan para producir energía eléctrica a través del movimiento de sus palas (energía cinética).

Para poder utilizar la energía del viento, es necesario que este alcance una velocidad mínima que depende del aerogenerador que se vaya a utilizar pero que suele empezar entre los 3 m/s (10 km/h) y los 5 m/s (18 km/h), y que no supere los 25 m/s (90 km/h).

Los aerogeneradores están formados por:

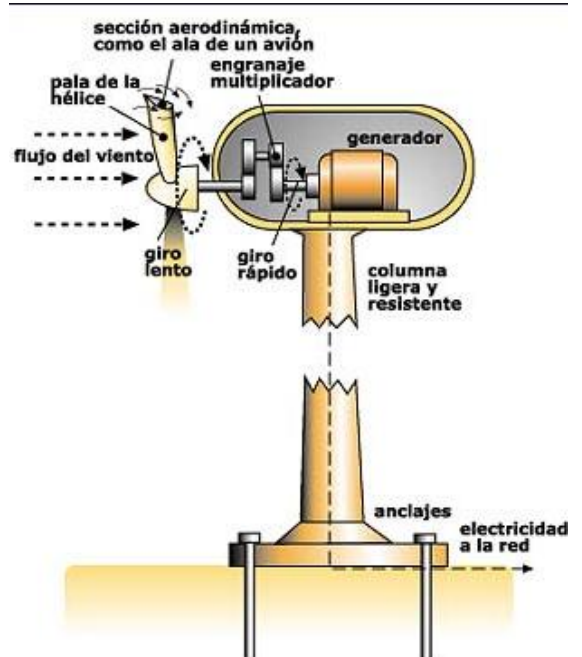
- **torre:** es la carcasa que protege los componentes internos del aerogenerador. Los rendimientos suelen ser mejores con torres altas, ya que la velocidad del viento aumenta a medida que nos alejamos del nivel del suelo.
- **palas:** suelen ser tres y de longitud aproximada de 20 m.
- **rotor:** eje que sujeta las palas y transmite el movimiento de giro al resto de componentes.
- **tren multiplicador de velocidad:** caja de engranajes que convierte la baja velocidad de giro y alta potencia del eje principal en una mayor velocidad de giro a costa de la potencia. Aumenta aproximadamente 50 veces la velocidad, para pasar de 20 - 50 rpm a 1500 rpm),
- **generador eléctrico:** es donde el movimiento mecánico del rotor se transforma en energía eléctrica, su potencia suele estar entre 6 y 12 MW
- **controlador electrónico:** permite el control de la correcta orientación de las palas del rotor y también para el funcionamiento en caso de cualquier contingencia como sobrecalentamiento del aerogenerador.

► Tipos de aerogeneradores

- **Aeroturbinas de eje vertical:** Sus principales ventajas son que no necesitan un sistema de orientación y que el generador y tren multiplicador, son instalados a ras de suelo, lo que facilita su mantenimiento y disminuyen sus costes de montaje. Sus desventajas frente a otro tipo de aerogeneradores son sus menores eficiencias. Las palas de este aerogenerador están girando en un plano paralelo al suelo.



- **Aeroturbinas de eje horizontal:** tienen una mayor eficiencia energética y alcanzan mayores velocidades de rotación por lo que necesitan un tren de engranajes con menor relación de multiplicación de giro, además debido a la construcción elevada sobre torre aprovechan en mayor medida el aumento de la velocidad del viento con la altura. Llevan el tren de potencia en la parte superior junto al eje de giro de la turbina eólica. Las palas de este aerogenerador están girando en un plano perpendicular al suelo.



► Potencia y energía

- $P_v = 0,37 \cdot S \cdot v^3$

P_v = potencia teórica del viento (W) = potencia absorbida
 $S = \pi \cdot r^2$ = superficie barrida por las aspas al girar (m^2)
 v = velocidad del viento (m/s)

- $E_v = P \cdot t$ = energía del viento = energía absorbida

- Rendimiento: $\eta = \frac{P_{\text{util}} (P_e)}{P_{\text{absorbida}} (P_v)} = \frac{E_{\text{util}} (E_e)}{E_{\text{absorbida}} (E_v)}$

El rendimiento actual en una instalación moderna está en torno al 50%.

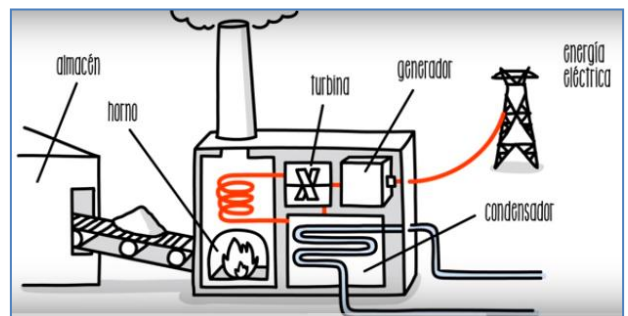
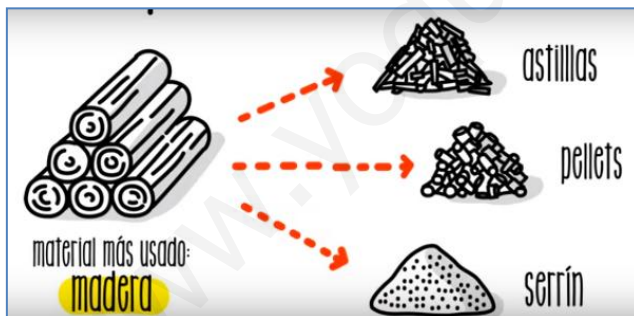
► Impacto ambiental

- No producen emisiones de dióxido de carbono ni contaminantes del aire atmosférico.
- Impacto visual cuando se trata de grandes instalaciones, pudiendo además afectar al ecosistema (principalmente a las aves).
- Efecto sonoro debido a que la instalación no está encerrada en un edificio y el propio viento hace de elemento transmisor del sonido.

4.- Energía de la Biomasa

El término biomasa se refiere a toda la materia orgánica que proviene de árboles, plantas y desechos de animales que pueden ser convertidos en energía; o las provenientes de la agricultura (residuos de maíz, huesos de aceituna, cáscaras de frutos secos), del aserradero (podas, ramas, aserrín, cortezas) y de los residuos urbanos (aguas negras, basura orgánica y otros).

El aprovechamiento de la energía de la biomasa se hace directamente por combustión, para utilizar con calderas domésticas o para utilizar en centrales térmicas (menos frecuentes).



► Impacto ambiental

- Producen emisiones de dióxido de carbono monóxido de carbono y humos.

5.- Residuos sólidos urbanos: RSU

Los residuos sólidos urbanos son aquellos desperdicios o restos, generados por la actividad doméstica en los núcleos de población.

Las formas de obtener energía son:

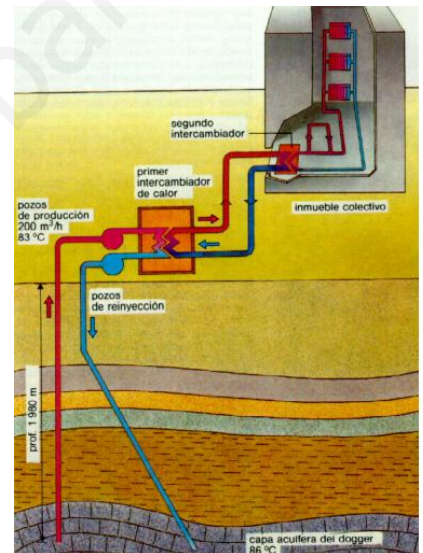
- ▶ **Incineración:** quema de residuos para obtener **calor** que se puede usar para producir **electricidad** en una central térmica. El calor también se puede utilizar para calefacción.
- ▶ **Impacto ambiental**
 - Producen emisiones de dióxido de carbono y contaminación del aire atmosférico.

5.- Energía geotérmica

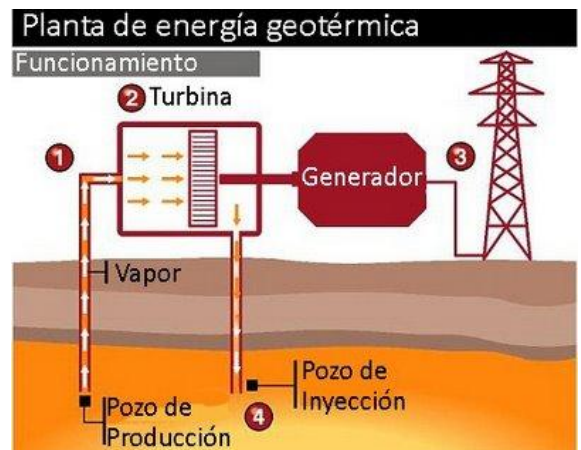
La **energía geotérmica** es aquella energía que puede obtenerse mediante el aprovechamiento del calor del interior de la Tierra.

▶ Tipos de energía geotérmica

- La energía geotérmica se puede utilizar para climatizar y **obtener agua caliente sanitaria** de forma ecológica.



- O para **producción de energía eléctrica:**
La conversión de la energía geotérmica en electricidad consiste en la utilización de un vapor, que pasa a través de una turbina que está conectada a un generador, produciendo electricidad.
El principal problema es la corrosión de las tuberías que transportan el agua caliente.



▶ Impacto ambiental

- Impacto visual cuando se trata de grandes instalaciones, pudiendo además afectar al ecosistema.

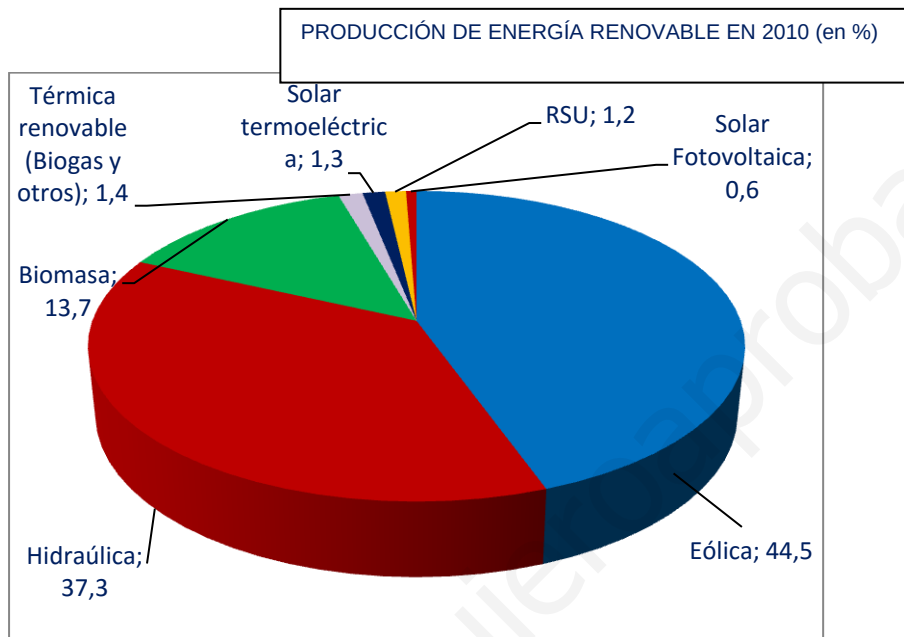
6.- Energía mareomotriz

La **energía mareomotriz** se produce gracias al movimiento generado por las mareas, esta energía es aprovechada por turbinas, las cuales a su vez mueven la mecánica de un alternador que genera energía eléctrica, finalmente este último está conectado con una central en tierra que distribuye la energía hacia la comunidad y las industrias.

► Impacto ambiental

- No tienen apenas impacto ambiental.

8.- Producción de energías renovables en España



► Producción de energía en España (2013):

Las energías renovables cubrieron el 42,4% de la demanda.

La eólica ha sido, por primera vez, la tecnología que más ha contribuido a la cobertura de la demanda, un 21,1%

