AUTOR: DESCONOCIDO ADAPTACIÓN: ALFONSO LÓPEZ - DIEGO GUARDADO



O SOLE MIO!!!

La fuente de casi toda la energía que usamos en la Tierra es el sol. La parte de la energía solar interceptada por la Tierra es de unos 174 x 10^{12} kilovatios por hora.

Comparado con este flujo anual tan enorme de energía, la cantidad que nosotros, los humanos, consumimos es extremadamente pequeña.

Nuestro consumo mundial de energía al año, en forma de carbón, gas, petróleo y electricidad (excluyendo la de la madera), es de unos 167 x 10^{12} KWh, lo cual no representa más que la 25.000 décima parte de la energía solar que recibe anualmente nuestro planeta.

Aproximadamente el 30 % de la energía del Sol es reflejada hacia el espacio. El 47 % calienta la superficie de la Tierra, la atmósfera y los océanos. Esta energía es radiada hacia el espacio más lentamente en forma de calor. Y cerca del 23 % evapora el agua de los lagos y océanos, agua que eventualmente vuelve en forma de lluvia y circula por los ríos para volver al mar.

Se ha calculado que la cantidad total de energía hidráulica disponible proveniente de esta fuente de energía es del orden de 26 x 10^{12} KWh al año y eventualmente es degradada a calor de baja temperatura y radiada hacia el espacio.

Una pequeña parte de la energía solar, aproximadamente el 0,2%, provoca diferencias de presión entre la atmósfera y los océanos, lo cual, a su vez, provoca el flujo del aire y el agua desde las áreas de alta presión hacia las de baja presión. Estos flujos por “convección” se manifiestan en la atmósfera en forma de VIENTOS y en los océanos en forma de CORRIENTES. Y cuando los vientos reaccionan con la superficie del océano causan otra manifestación indirecta de la energía solar, las OLAS.

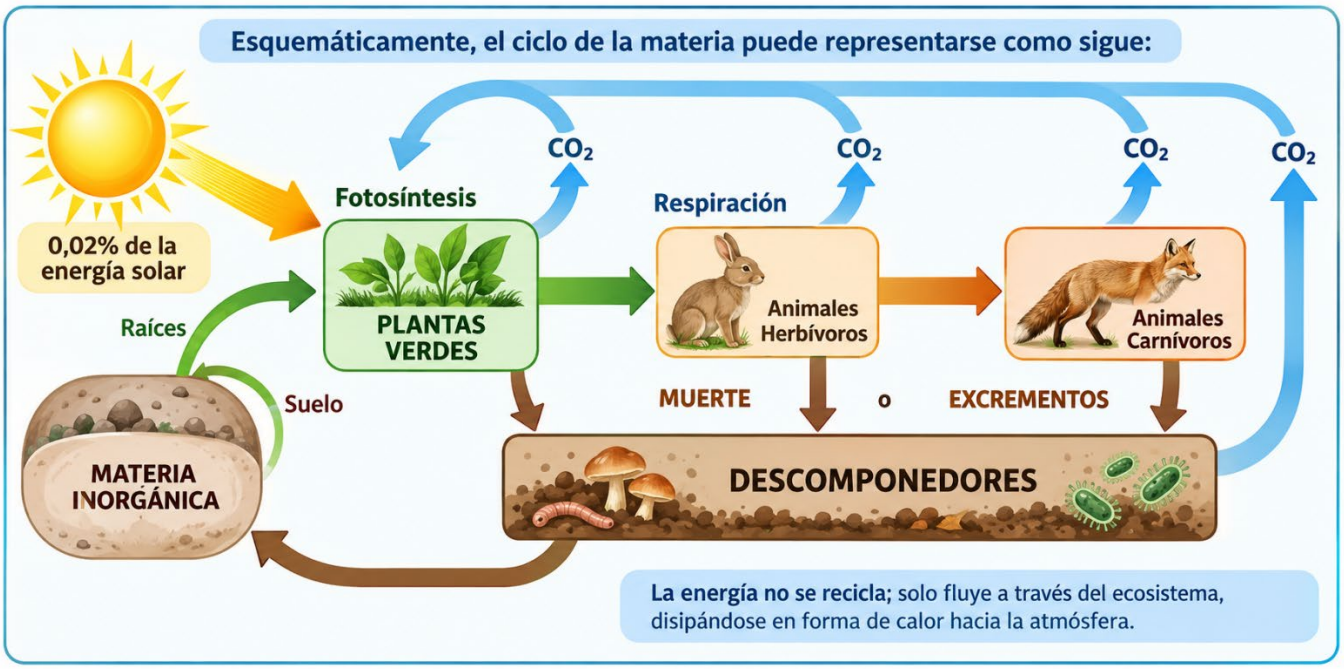
La cantidad total de energía contenida en los vientos, olas y corrientes se estima en unos 3,23 x 10^{15} KWh, al año. Evidentemente, de esta cantidad tan solo puede aprovecharse una fracción relativamente pequeña. Por ejemplo, se considera que todos los vientos del mundo son capaces en la práctica de suministrar una energía de unos 0,80 x 10^{12} KWh, al año.

ENERGIA SOLAR, FLUVIAL (Evaporación), VIENTO (Cambio de presión), CORRIENTES MARINAS y OLAS (Cambio de presión), FOTOSÍNTESIS, PLANTAS Y ANIMALES 0,02

Una cantidad todavía más pequeña de energía solar tan solo el 0,02% aprox. de la energía incidente total, es adsorbida por la biosfera (el conjunto de todos los seres vivos del planeta) gracias a la fotosíntesis, proceso mediante el cual las plantas absorben el agua y el anhídrido carbónico de su entorno (aire y suelo) para convertirlos en oxígeno e hidratos de carbono tales como azúcares y almidones.

La energía absorbida en este proceso, del cual depende toda la vida humana, animal y vegetal, se almacena en los enlaces químicos que unen las moléculas de hidratos de carbono de las plantas. Esta energía química se libera cuando un animal come la planta, o simplemente al quemarla ya que los hidratos de carbono almacenados en su interior liberan la energía de la planta en forma de calor.

Esta materia orgánica parcialmente descompuesta, con el paso de millones de años, adquiere una cierta estructura y va quedado enterrada bajo numerosas capas de arena, rocas y sedimentos, convirtiéndose de este modo en algún tipo de “combustible fósil” como el petróleo, el carbón o las arenas bituminosas (esquistos petrolíferos de baja concentración y petróleo en formación continua de algunos altos fondos marinos) que tanto proponen actualmente como solución a la “crisis del petróleo” los países forrados de ellos como los Estados Unidos. Estos depósitos, al sufrir el proceso de descomposición anaerobia (en ausencia de aire), liberan grandes cantidades de “GAS NATURAL”, que es otro combustible fósil compuesto principalmente por metano. (El metano, como desarrollaremos más adelante, se puede generar “en casa” por la descomposición de materia orgánica ordinaria).

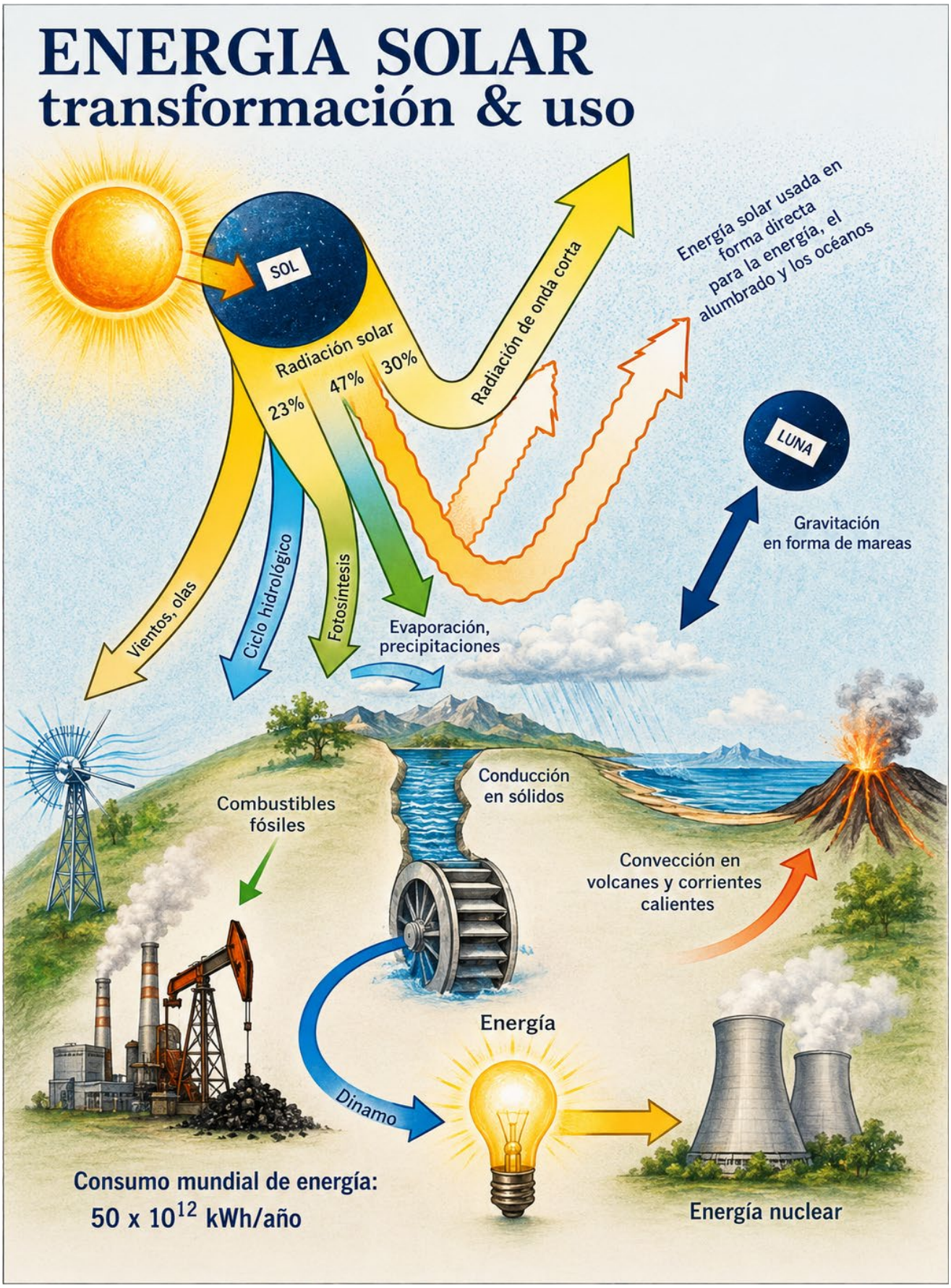


Cuando se muere una planta, o parte de ella, es decir cuando se caen sus hojas, alguna rama, o un animal, normalmente se da una descomposición aeróbica, es decir en presencia de oxígeno, mediante bacterias que necesitan este elemento para respirar y parte de la energía acumulada en sus hidratos de carbono se libera hacia el medio ambiente en forma de calor (razón por la cual un montón de compuesto se calienta). Pero a veces ocurre que la materia orgánica muerta se deposita en el fondo de algún lago o ciénaga, lugares en los que hay poco oxígeno, y no se transforma completamente en materia inorgánica.

Se comprende fácilmente que el proceso de descomposición, especialmente el que efectúan las bacterias aerobias y que es el más importante, cierra el ciclo de la materia ya que libera los compuestos inorgánicos de los que se alimentan las plantas verdes o fotosintéticas: el anhídrido carbónico que también liberan todos los demás seres vivos, incluidas las plantas, mediante la respiración; los nitratos, fosfatos, calcio, potasio, etc., que quedan en el suelo a disposición de las raíces de las plantas, de un modo mucho más aprovechable y eficiente que los abonos químicos de los que se hace tan abusada propaganda.

fotosíntesis, azúcares y almidones, oxígeno.

En lagos o enterrados, descomposición orgánica, sedimentos (Petróleo, carbón, gas natural=metano).


ENERGIA SOLAR
transformación & uso
SOL
Radiación solar
23%
47%
30%
Radiación de onda corta
Energía solar usada en forma directa para la energía, el alumbrado y los océanos
LUNA
Gravitación en forma de mareas
Vientos, olas
Ciclo hidrológico
Fotosíntesis
Evaporación, precipitaciones
Conducción en sólidos
Combustibles fósiles
Convección en volcanes y corrientes calientes
Energía
Dinamo
Consumo mundial de energía:
50 x 10^12 kWh/año
Energía nuclear



Más que ninguna otra fuente de energía, la solar posee propiedades que la predisponen para UNA UTILIZACIÓN SOBRE EL TERRENO, UNA UTILIZACIÓN DIRECTA.

Las consecuencias de estas propiedades son múltiples:

- Apropiación directa de la energía por parte de quien la utiliza.
- Captación por unidades repartidas por la totalidad del territorio (Descentralización).
- Autonomía energética a todos los niveles (país, comunidad, región, localidad, edificios o el conjunto de éstos).

La energía solar, ante todo, es una energía inagotable, además de gratuita y limpia. Un bien naturalmente repartido por todo el territorio (aunque los criterios de rentabilidad no se protegen de una nueva forma de colonización de las regiones más privilegiadas).

El sol no brilla igual en toda la tierra, pero se puede utilizar óptimamente en las regiones donde vive el 70 % de los seres humanos. Entre 40ºN y S. España está situada entre 43º y 36ºN. Se puede utilizar también de un modo satisfactorio en las otras regiones si se saben escoger los usos en función de las limitaciones y las necesidades.

El sol brilla para todos y no está determinado por la posesión de un territorio. Se puede transformar la energía de la radiación solar por todas partes, haciendo caduca e ilógica la necesidad de concentración geográfica al contrario que las energías fósiles. El uso de la energía solar es limpio y no poluciona, no produce residuos ni emisiones radiactivas como la energía nuclear, no crea polución térmica, es decir la elevación de la temperatura del medio ambiente y no crea un exceso de calor como hacen las energías fósiles que liberan a la atmósfera un calor existente antes, en forma de materia, forzando así el equilibrio térmico de un sistema.

Se trata de captar una energía que llega de todos modos a la tierra, antes de que ésta la absorba. La tierra recibe al día más energía que la que se consume actualmente o que se consumirá en un futuro bastante lejano. La polución térmica se produce si la energía no se restituye sobre el terreno, sino que se traslada masivamente a otras regiones, ya sea en forma de electricidad o de hidrógeno líquido. El equilibrio térmico de ambas se habrá deteriorado.

La energía solar puede utilizarse INMEDIATAMENTE Y POR TODOS. Los conocimientos técnicos son muy avanzados, ya pueden practicarse en el caso de la utilización directa, y las investigaciones podrían avanzar muy rápidamente si los créditos no se malgastan en proyectos agresivos, hipócritas e irracionales. El conflicto existente entre las posibilidades de la energía solar —la utopía— y las necesidades y voluntad del poder monopolizador revela de modo evidente LAS RAZONES DE LA MISTIFICACIÓN por parte de un cierto tipo de prensa.



La problemática de la explotación o de la utilización de la energía solar comporta múltiples aspectos muy diferentes los unos de los otros.

Desarrollamos aquí principalmente los que conciernen al hábitat: aportación energética y control climático.

Paro del desarrollo tecnológico para evitar la independencia energética.

Concentración humana inútil para evitar la polución y el cambio climático

Control Climático

La calefacción es el control climático del pobre; para los demás es la calefacción más la climatización, es decir, estar caliente en invierno y fresco en verano.

Tradicionalmente se ha utilizado todo un conjunto de conocimientos acumulados a través de la tradición oral: un profundo conocimiento de las exigencias climáticas locales, referentes al emplazamiento, modos de agrupación, organización del paraje y naturaleza del abrigo que operan de lo colectivo a lo privado.

Han sido abandonados en nombre del progreso técnico y social.



Actualmente se actúa en términos de calefacción (electrodomésticos) ignorando las características del microclima local. No se puede escoger emplazamiento (propiedad privada del suelo), reglamentación administrativa, etc. OPERA A NIVEL PRIVADO.

Reducir el control climático a la calefacción es ignorar la dimensión colectiva, es querer trasladar la solución entera de los problemas a nivel individual, en el seno de su propiedad privada.

A escala de un microclima es posible aumentar la temperatura en varios grados protegiendo el abrigo con una cortina forestal emplazada cerca de una extensión de agua.

En la ciudad la temperatura es superior en 5 o 6 grados a la del campo circundante. Esto es debido a la capacidad y a la inercia térmica del número gigantesco de construcciones en el medio urbano.

Actualmente, en China, la naturaleza del poder ha permitido desarrollar esta dimensión colectiva.

Colocar cortinas forestales tiene consecuencias múltiples y en interrelación con el control climático:



- Conservación del suelo contra la erosión: fertilidad agrícola acrecentada.

- Acumulación de agua (el bosque es una esponja): regulación del sistema hidrográfico.

- Protección del hábitat: elevación de la temperatura del medio debido a la vez a la cortina forestal y a la acumulación de agua que aquella hace posible; control de la higrometría, protección contra los vientos.

- Producción de madera.

Las calefacciones y los aires acondicionados son un apoyo, no la solución.

Factores Bioclimático

El clima interno no existe en abstracto. Es la extensión modificada del clima externo (modulación climática) y está en continua interacción con él. El principal objetivo del control climático es transformar un clima externo inconfortable en un confort interior y mantenerlo en ese estado.

La energía de apoyo no debe ser utilizada más que en el caso de que esta transformación sea insuficiente y sobre la base de las necesidades reales del cuerpo.

La "envoltura" debe estar pensada para filtrar y transportar el flujo de energía de tal manera que se obtenga del clima externo la máxima calidad posible de clima interno. El concepto de envoltura es esencial, en principio, para las necesidades energéticas.

En los climas templados o fríos la práctica del control climático descuida el papel de los factores climáticos: minimiza el papel de la envoltura y desarrolla en exceso la necesidad de energía de consumo (petróleo, gas, carbón). No se reconoce la importancia del calor radiante.



En un día de invierno soleado y sin nubes es posible desnudarse y tomar el sol (aunque la temperatura ambiente esté cerca de los 0 grados), el cuerpo siente la sensación de calor.

Las propiedades radiantes del clima externo se olvidan. La radiación sobre una pared vertical SUR en invierno es considerable y puede ser utilizada para obtener el clima interior en las construcciones de las regiones frías.

Subestimar la naturaleza del calor radiante trae consigo gastos de energía superfluos. Cuando las paredes exteriores son muy delgadas, están a una temperatura mucho más baja que la de la piel. El cuerpo pierde calor por radiación hacia la pared, entonces debe gastar una considerable cantidad de energía para calentar el aire y mantenerlo caliente.

En conclusión, descuidar los factores bioclimáticos implica:

- Consumo excesivo de energía.
- Instalaciones caras y desmesuradas que funcionan a tope.
- Malestar fisiológico.

Evitar el mal uso de la energía, calor radiante, aprovechar la orientación

Calor Radiante

Todo cuerpo más caliente que el medio en que se encuentra emite una radiación, es decir energía en tránsito que se orienta siempre de los más caliente a lo más frío.

La radiación emitida está constituida por radiaciones cuyas longitudes de onda están situadas en las zonas de infrarrojos. La potencia total radiada aumenta rápidamente con la temperatura. Vivimos rodeados de infrarrojos. Los recibimos de los objetos que nos rodean y los producimos nosotros mismos. El sol es un potente radiador de infrarrojos. Cuando esta radiación choca con un cuerpo la energía transportada es en parte:

- Reenviada (reflexión-difusión)
- Transmitida (refracción)
- Absorbida: el cuerpo absorbe siempre una parte (en función de su espesor y de la longitud de onda de las radiaciones). ¿Qué pasa con la energía radiante absorbida? El cuerpo receptor la transforma en calor y se llama "calor radiante".

Calor Perceptible

Es la imagen que tenemos en la cabeza cuando hablamos de calor. Es una propiedad energética de la materia. La temperatura de un cuerpo es la expresión de su excitación molecular; y puede ser causada por: fricción, acción química o contacto con otra masa excitada.

LA CONDUCCIÓN: CONTACTO

Es el fenómeno por el que la excitación molecular se difunde a través de un cuerpo sólido o de un cuerpo a otro, de las temperaturas más altas a las más bajas. La transferencia calorífica se realiza por proximidad y es función de dos parámetros: La capacidad térmica (1) y la resistencia térmica (2).**LA CONVECCIÓN: RADIDADORES** En un medio fluido (gas, líquido), la conducción se convierte en convección ya que las partes más calientes al hacerse menos densas se elevan formando así corrientes llamadas de convección. La conducción es al medio sólido lo que la convección es al medio líquido.



Calor Latente

Es el calor que libera un cuerpo cuando cambia de estado. El calor latente de vaporización es el calor requerido para transformar un líquido en gas. Cuando el gas se licúa (condensación) se restituye el calor. Esto es el calor contenido en la materia en estado latente.

1. CAPACIDAD TÉRMICA:

Es la cualidad que tiene un cuerpo para acumular calor en su seno; función de su masa y de su calor específico.

2. RESISTENCIA TÉRMICA:

Es la cualidad que tiene un cuerpo de oponerse a la transferencia de calor.

3. REFRACCIÓN:

Es el cambio de dirección que sufre un rayo al pasar por un medio transparente a otro igualmente transparente y de distinta longitud de onda.

EL CONFORT

No se trata de un lujo, sino de una necesidad. La falta de confort, el frío y el calor mata cada año a millares de personas, sin olvidar los millones de enfermos. El proceso es selectivo: los viejos, los niños, los pobres y los débiles son los más afectados.

La climatización no es un lujo, pero se paga. Si no produces no tienes derecho al clima. Cuanto más pobre seas, más cara pagarás las calorías. Por ejemplo, la calefacción eléctrica: si puedes invertir en un sistema de acumulación, pagarás el kW. en tarifa de noche, si no, te lo venderán a precio elevado.

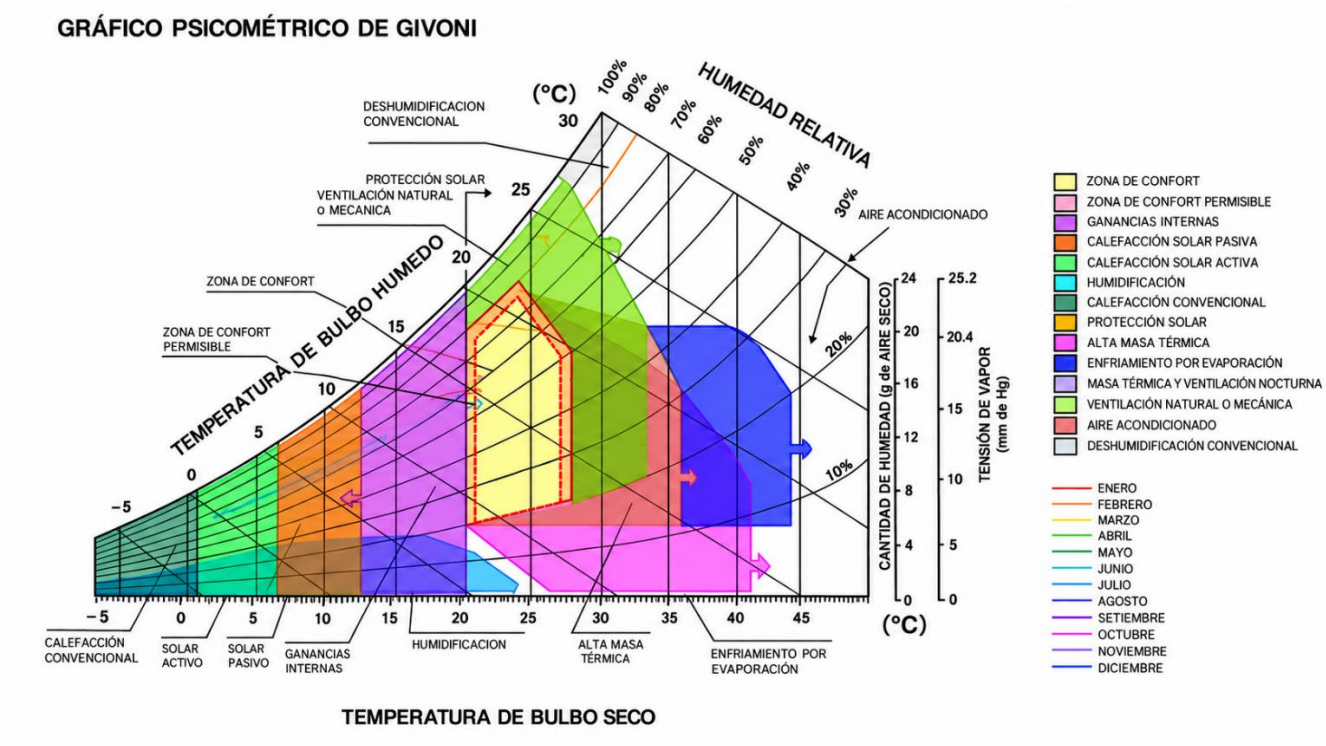
No sólo pagarás la caloría más cara, sino que cada vez te harán falta más. En tu vivienda, todo tipo de control climático habrá sido eliminado: mal aislamiento térmico, ninguna capacidad térmica, falta de contraventanas o de espacios verdes. Todo esto para reducir el costo de la construcción. En estas condiciones, obtener un clima confortable es casi imposible, y necesitamos gastar mucha energía.

Así, las economías realizadas en favor de los promotores de la construcción se transforman en gastos suplementarios para los habitantes.

Ignorar en nombre del becerro de oro estos factores esenciales del control climático es retroceder a cuantificar el confort en grados de temperatura, ya que se abandonan los demás elementos. El símbolo de esta situación crónica de falta de confort es el rascacielos: maravilloso falo absurdo de cristal y acero, nevera en invierno y horno en verano, donde la calefacción y la ventilación funcionan sin descanso.

El acondicionamiento de aire ha nacido ratificando la existencia de esas maravillosas cajas de cristal. La nueva técnica habla de sus progresos, pero esos progresos devoran kW., aseguran la base de un consumo máximo de electricidad y justifican con ello la creación de las centrales nucleares construidas por imperativos de estrategia militar.

PODEMOS CONCLUIR DICIENDO QUE EL CONFORT ES UNA FORMA RESULTANTE DE LA ADAPTACIÓN DEL METABOLISMO A LAS CARACTERÍSTICAS GLOBALES DEL MEDIO AMBIENTE CLIMÁTICO.



Radiaciones Solares

El sol es un cuerpo cálido que emite unas radiaciones, bajo forma de ondas electromagnéticas, de la misma naturaleza que las de la radio y la televisión, pero de menor longitud de onda y que transportan energía ayudadas por los fotones. La energía emitida por el sol bajo forma de radiaciones u "ondas electromagnéticas" que se propagan en el vacío a una velocidad de 300.000 Km/segundo, sin sufrir ningún cambio.

Sin embargo, en un medio material asistimos a modificaciones causadas por los fenómenos de absorción y de reflexión que actúan sobre la longitud de onda de la radiación. Siguiendo las longitudes de onda, los rayos que componen el espectro solar poseen una mayor o menor cantidad de energía.

Podemos descomponer los rayos solares en:

- **Infra-rojos:** Un **55%**, estas radiaciones transportan la mayor parte de la energía emitida por un cuerpo incandescente.

- **Luz visible:** Un **42%**, estas radiaciones iluminan la Tierra y dan color a los objetos.

- **Ultra-violetas:** Un **3%**, transportan una fracción insignificante de la energía radiada por un cuerpo incandescente.

Obtenemos:

- **Calor:** Cuando un haz luminoso incide en un cuerpo pintado de negro.

- **Energía eléctrica:** En una célula fotoeléctrica (no almacenable).

- **Energía Química:** por fotosíntesis. Producción de metano a partir de los desechos orgánicos; de hidrógeno por electrolisis del agua (energía almacenable).

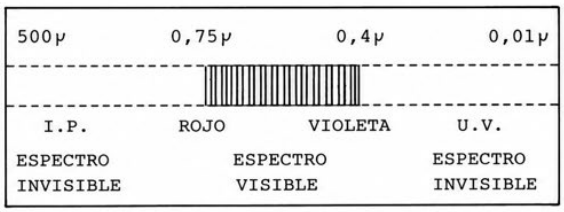
Las radiaciones ultravioletas intervienen sobre todo en la transformación de la energía química, en muchas reacciones fotoquímicas.

A partir de las tres transformaciones directas podemos obtener energía mecánica (turbinas, motores).

El sol proporciona toda la energía que llega a la Tierra (**excepto la energía nuclear**, contenida en el interior de la materia). Las energías hidráulicas (evaporación, lluvia); eólica (movimientos de las masas de aire provocados por las diferencias de temperatura entre las regiones); energía de las mareas; de fotosíntesis presente y pasada, que ha proporcionado la materia prima de petróleos y carbones, sólo son subproductos de la energía solar.

DESCOMPOSICION DE LA LUZ

La energía emitida se tranforma en otras formas de energía cuando las radiaciones son absorbidas por los cuerpos que encuentran



Factores de Potencialidad Solar.

Factores de potencialidad solar; (meteorológicas, atmosférica).

Una superficie plana, fija y perpendicular a los rayos del sol, sin atmósfera, recibiría en la Tierra, de un modo permanente y uniforme, 2 calorías por cm² y por minuto.

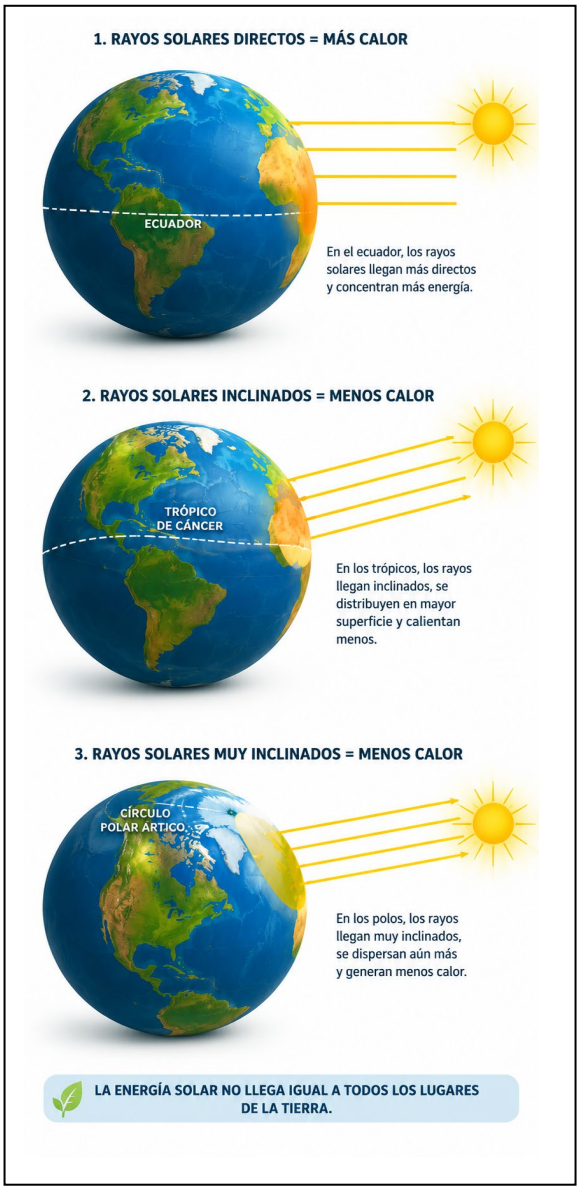
El sol es siempre el mismo, pero entre él y nosotros se interponen varios obstáculos.

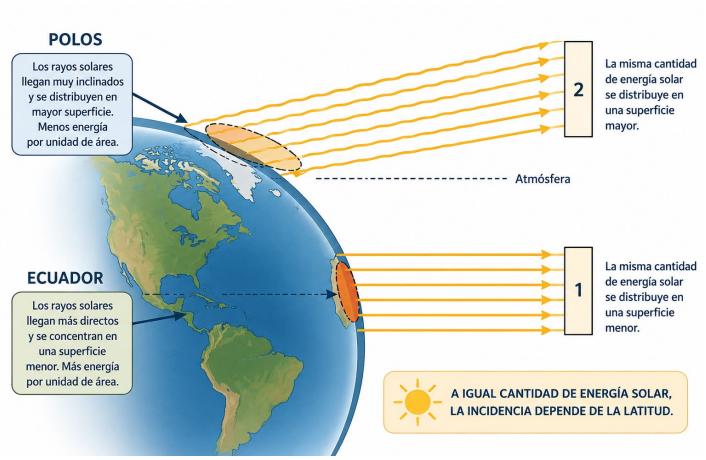
Algunos son previsibles: las estaciones, el día y la noche. Otros son más problemáticos: impureza de la atmósfera, nubes...

En un año, el tiempo soleado varía según las regiones: de menos de 1.000 horas, a más de 4.000.

Esta intermitencia del tiempo soleado se traduce prácticamente en la necesidad de acumular una parte de la energía captada para poder restituirla según nuestras necesidades.

Conocer las horas de tiempo soleado en un punto no es suficiente para determinar el potencial solar en ese punto, ya que éste solo puede presentar características muy variadas, según la hora y la estación del año y el estado atmosférico (cielo más o menos brumoso.).





Variaciones de intensidades y caracteristicas espectrales de las radiaciones (longitud de onda) debidas a la forma esférica de la tierra y a la atmósfera.

- La superficie interceptada en 2 es más grande que la interceptada en 1, aunque la cantidad de radiaciones incidentes es la misma. Por tanto, hay menos energía por unidad de superficie en 2 que en 1.

- La distancia atmosférica atravesada en 2 es más grande que en 1: esto aumente la pérdida de energía por interacción con los constituyentes de la atmósfera (lo mismo al alba que al crepúsculo).

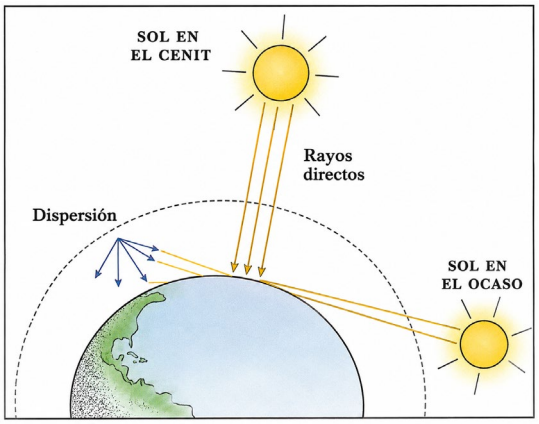
- Para una misma radiación, cuando más se aproxima al polo, ángulo de los rayos solares con relación a la tierra, más disminuye. En el Ecuador, al mediodía, de marzo a septiembre, el ángulo es de 90º siendo nulo en el polo.

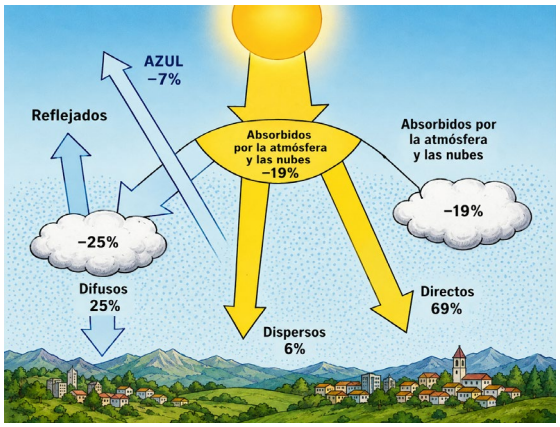
Papel de la atmósfera

La atmósfera está compuesta por partículas gaseosas. Al atravesarla, las radiaciones chocan con ellas. Si su diámetro es inferior a la longitud de onda de las radiaciones, las de menor longitud de onda, o sea, las azules, se dispersan en todas direcciones y en particular hacia el espacio. Las longitudes de onda que no son afectadas continúan camino sin alteración. Este fenómeno llamado la dispersión es lo que da al cielo su apariencia azul.

En la atmósfera de las regiones industriales y urbanas, la presencia de partículas de pequeño diámetro, residuos de poluciones diversas, aumenta notablemente la dispersión.

Si el sol está bajo en el horizonte (cuando sale y se pone), el espesor de atmósfera que deben atravesar los rayos para llegarnos directamente es mucho más grande que cuando está en el cénit. Resulta entonces que la difusión es mayor ya que el azul es más difuso que el rojo, y ve disminuir fuertemente su intensidad en la radiación directa; es por eso por lo que la radiación directa aparece roja en esas condiciones.





Cuando las radiaciones solares encuentran partículas de diámetro más grande que la mayor longitud de onda (rojo), son reflejadas completamente. Este proceso se llama reflexión difusa y está provocado por las gotitas de agua de las nubes y las partículas de polvo de la atmósfera. Además, ciertos elementos, como el vapor de agua, absorben determinadas bandas de infrarrojos.

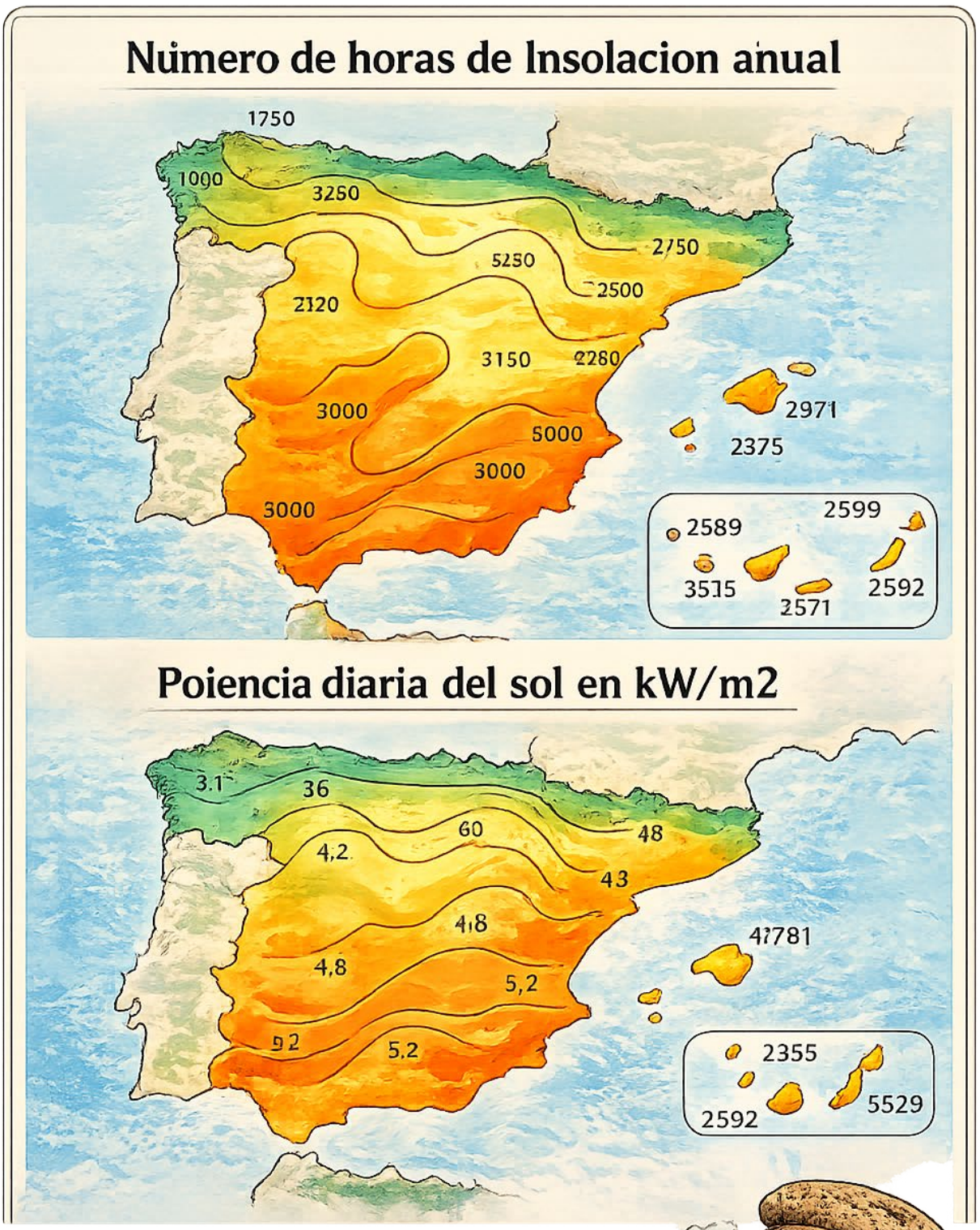
La dispersión, la reflexión difusa y la absorción transforman la intensidad, distribución espectral y dirección de una parte notable de las radiaciones solares: se llaman radiaciones difusas y radiaciones dispersas, aquellas que, sin embargo, llegan a la Tierra, además de las radiaciones directas.

El problema que nos preocupará ahora es el de comprender el valor de los rayos directos y difusos que llegan al suelo, con el fin de deducir el valor de la aportación energética, de los rayos que entran en nuestros captadores.

Los rayos directos vienen de una dirección única: (20 a 50%, según las regiones) Los rayos difusos vienen de todas direcciones, (de 50 a 80%, según las regiones). El valor de las radiaciones que llegan al suelo depende de dos factores: La longitud del trayecto de los rayos en la atmósfera, La calidad de la atmósfera.

En resumen, la cantidad de radiaciones solares que llegan a la superficie de la Tierra es función de: La hora del día, La estación (duración de la insolación), La latitud, La altitud. La presencia de nubes, vapor de agua, polvo. La cantidad de energía recibida en la superficie de la Tierra varía de 0 a 1'5 calorías por cm^2 y por minuto, o sea una media de 1 $cal/cm^2/min$.

Un M^2 recibe 10^4 calorías por minuto, o sea en un día vendría de 500 minutos: 5.10^6 calorías o 7 kWh. Con un rendimiento de 10%: 0'7 kWh. El consumo medio de energía por habitante en un país rico, incluso transporte, industria, etc., es de 24 kWh, por día (necesitaríamos un colector de 35 m^2 por persona aproximadamente). Glaser lleva la cifra a 300 m^2 necesarios por familia (americana, claro). Así, podemos entender la enormidad de los proyectos financiados por la NASA, satélites que deben proporcionar entre 3.000 y 20.000 MW de electricidad. Sin contar con la energía necesaria para llevar a cabo el proyecto, todo esto en medio de la pseudo alegría del derroche organizado.


Número de horas de Insolacion anual
1750
1000
3250
2750
5250
2500
2120
3150
2280
3000
2971
5000
2375
3000
3000
2589
2599
3515
2592
2571
Poiencia diaria del sol en kW/m2
3.1
36
60
48
4,2
43
4,8
47781
4,8
5,2
5,2
2355
2592
5529



MICROCLIMAS

El estudio de los componentes esenciales del microclima nos permite determinar las posibilidades del uso de la energía solar, con relación al control climático de la vivienda.

La concepción de "abrigo" varía según la severidad de las fuerzas que debemos vencer; por lo tanto, tenemos que conocer con precisión el microclima local siguiendo las horas del día.

- Vientos locales.
- Situación de brumas y nieblas.
- Insolación, o sea, el tiempo soleado y sus variaciones.
- Los movimientos de las masas de aire frío y cálido.

El clima, en la medida que afecta al confort humano, es el resultado de la temperatura del aire, de la humedad, de las corrientes de aire, de la altitud y de la interacción con los rayos solares.

1º) TEMPERATURA DEL AIRE

El aire no absorbe las radiaciones solares de poca longitud de onda, pero puede absorber una proporción importante de las longitudes de onda emitidas por la Tierra (fenómeno de la radiación térmica de la Tierra calentada por el sol, en forma de infrarrojos, hacia el cielo más frío). Se ha comprobado que la atmósfera absorbe siete veces más energía de la superficie terrestre (mar, tierra), que de las radiaciones solares directas.

Durante el tiempo nublado la emisión es más débil, ya que la temperatura de las nubes es sólo un poco más baja que la de la Tierra. En el hemisferio norte, una ventana orientada hacia el norte recibe durante un día nuboso 10 veces más radiaciones que en un día despejado. Las variaciones diarias en la temperatura del aire tienden a seguir las de la superficie terrestre. La incidencia térmica es máxima cerca del suelo los días y noches sin nubes.

2º) VELOCIDAD DEL AIRE

La velocidad y dirección de los vientos varían considerablemente en los distintos microclimas. La velocidad del viento disminuye con la altura y el flujo puede ser modificado por las variaciones topográficas.

3º) LA HUMEDAD

El contenido de vapor de agua en la atmósfera aumenta en función de su temperatura. La humedad relativa es la relación en peso, de la humedad del aire con la humedad saturante. La humedad del aire se designa usualmente por su humedad relativa "e", relación entre la presión parcial del vapor de agua en el aire y la presión de vapor saturante a la temperatura de la atmósfera.

Este concepto se utiliza desde el punto de vista fisiológico porque la velocidad de evaporación en la superficie del cuerpo es proporcional a la diferencia de presión de vapor entre la piel y el aire ambiente. La humedad relativa interviene en el hábitat afectando el comportamiento de muchos materiales de construcción. La fluctuación de la presión de vapor es débil a lo largo de una jornada, es más fuerte de una estación a otra. Además, la presión decrece con la altura.



Principios Físicos

EFECTO INVERNADERO

El efecto invernadero consiste en encerrar la energía que aporta la radiación solar.

Para ello, colocamos sobre el cuerpo calentado un material que sea transparente a la mayor parte de las radiaciones solares y opaco para las radiaciones térmicas emitidas por los cuerpos calentados (radiaciones infrarrojas).

Por ejemplo, el cristal es transparente para el espectro visible y para los rayos infrarrojos de pequeña longitud de onda, y opaco para los infrarrojos de gran longitud de onda emitidos por las radiaciones térmicas. El calor se acumula entre el receptor (radiador) y el cristal. Este principio es el de los colectores planos.







FOCALIZACIÓN

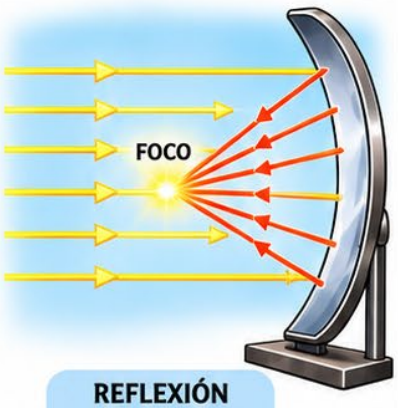


REFRACCIÓN
(lente)

Consiste en concentrar energía transportada por rayos paralelos en un solo punto (FOCO) mediante el cambio de dirección de esos rayos.

Podemos conseguirlo de dos maneras: por refracción (a través de una lente); o por reflexión (sobre un espejo de forma geométrica adecuada).

La focalización aumenta considerablemente la cantidad recibida en el punto de intersección de los rayos (FOCO).

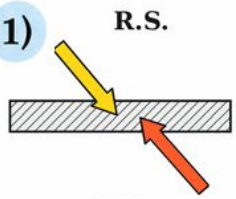


REFLEXIÓN
(espejo)

MATERIALES

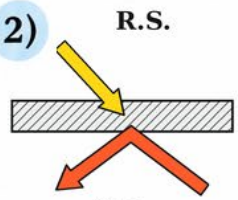
Relación de propiedades físicas de los materiales para su aplicación en la ENERGÍA SOLAR.

1)



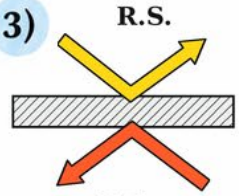
Las radiaciones solares y las térmicas son absorbidas.
El material se calienta al máximo durante el día y se enfría al máximo durante la noche. La absorción A y la emisión E son máximas.

2)



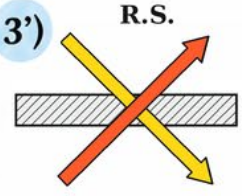
La radiación solar es absorbida y la térmica reflejada. Este material es un cuerpo selectivo caliente, buen conservador del calor. A es máxima y E es mínima. Por ejemplo: el acero inoxidable.

3)



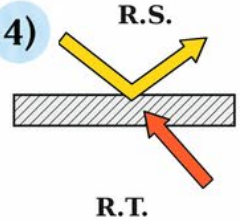
Las radiaciones solares y térmicas son reflejadas. El material mantiene la temperatura ambiente. A y E son mínimos. Por ejemplo: las hojas de aluminio.

3')



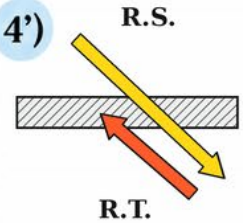
Las radiaciones atraviesan el material, que es transparente. Por ejemplo: algunos plásticos.

4)



La radiación solar se refleja y la térmica es absorbida. Como cuerpo selectivo frío, se mantiene a temperatura ambiente al sol y se enfría durante la noche, siendo adecuado para combatir el calor. Por ejemplo: la cal.

4')

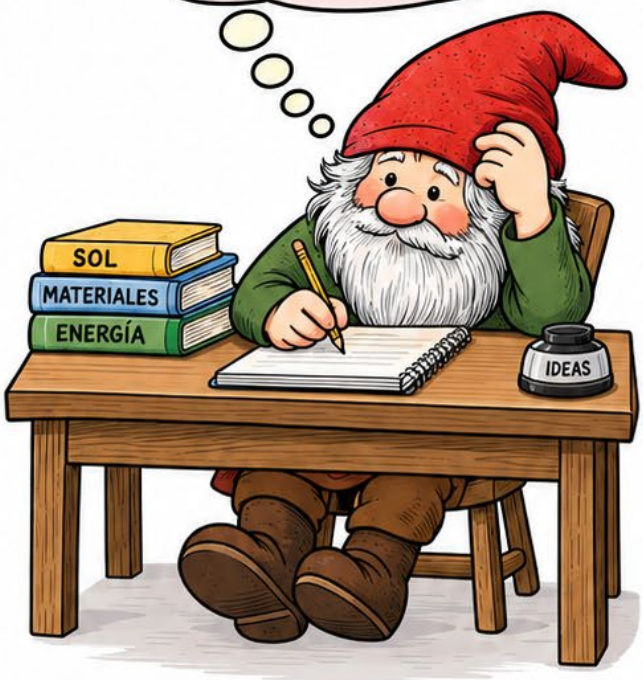


La radiación solar atraviesa el material que le es transparente, la térmica es absorbida.
Por ejemplo: agua, cristal, hielo, plástico...

UN CUERPO ES TANTO MÁS "RADIADOR" CUANTO MAYOR SEA SU CAPACIDAD DE EMISIÓN Y SU CAPACIDAD DE ABSORCIÓN.

UN CUERPO ES TANTO MÁS "ACUMULADOR" CUANTO MAYOR SEA SU CAPACIDAD DE ABSORCIÓN Y SU CAPACIDAD TÉRMICA Y MENOR SEA SU GRADO DE EMISIÓN Y SU GRADO DE REFLEXIÓN.

UN CUERPO ES TANTO MÁS "AISLANTE" CUANTO MENOR SEA SU CONDUCTIBILIDAD, CAPACIDAD DE ABSORCIÓN, CAPACIDAD DE EMISIÓN Y MAYOR SU CAPACIDAD DE REFLEXIÓN.

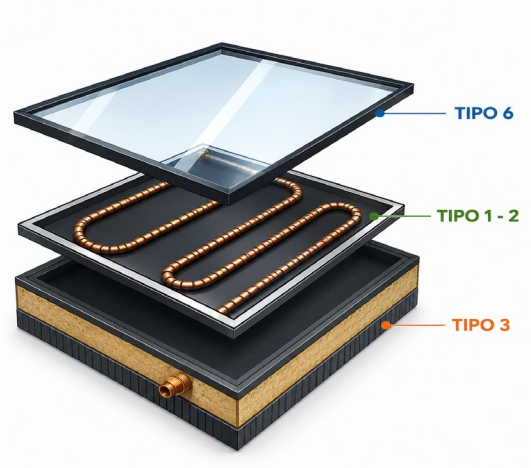


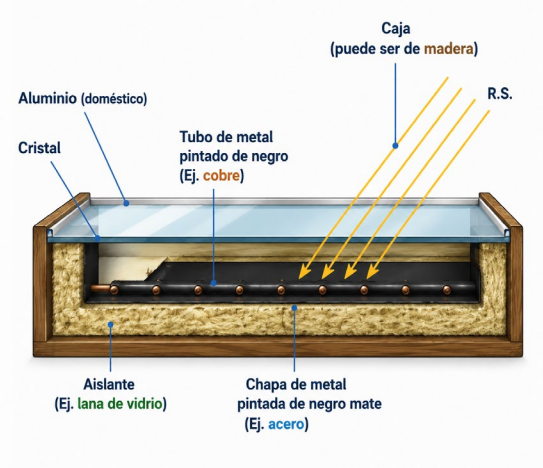
COLECTORES PLANOS

Entre los sistemas de captación distinguimos dos tipos:

- Aquellos en los que se concentran ópticamente los rayos solares en un punto o una línea.
- Captación directa de los rayos por medio de los colectores planos o de los estanques solares.

En el primer caso, primero concentramos los rayos de sol; en el segundo, los captamos tal y como se presentan. El primer sistema permite calentar líquidos a elevadas temperaturas, lo que asegura un buen rendimiento, su desventaja es que sólo acepta el sol directo y no pueden emplearse en las regiones en las que abundan las nieves y las brumas. Los segundos aceptan el sol difuso, por lo tanto, su uso es más amplio, pero como su rendimiento es más bajo, necesitan una gran superficie de colectores. Los colectores planos utilizan el método del invernadero.





Los materiales que hemos utilizado, para conseguir la máxima eficacia, son del tipo seis para la tapa, del 1 o 2 para el "radiador" y del 3 para el aislante de la caja. El calor que produce el radiador bajo los efectos del sol se transmite a un fluido (aire, o agua) que nos permite acumularlo y transmitirlo. Cuando llega a cierta temperatura, el colector no se calienta más: llegamos a un equilibrio de pérdidas y ganancias.

Las pérdidas se producen:

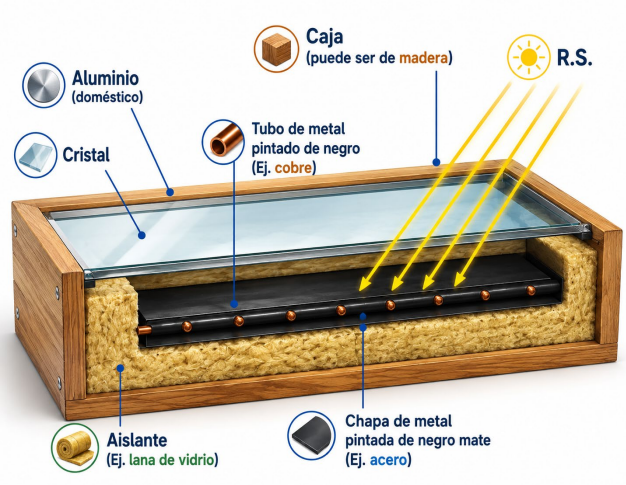
- Por radiaciones a través de la tapa, transparente a algunas bandas de infrarrojos.
- Por convección debido a las corrientes de aire, (sobre todo por la tapa).
- Por conducción a través de las partes más frías del colector.

Las pérdidas por radiaciones y convección pueden disminuir si perfeccionamos la tapa:

- Podemos limitar el calentamiento del vidrio y por lo tanto sus radiaciones hacia el exterior, escogiendo un cristal que reduzca las radiaciones térmicas, (Pyrex o cristal de silicio).
- Hay que limitar al máximo la reflexión de las radiaciones solares y para conseguirlo tenemos que escoger los cristales lo más finos posible.
- Podemos superponer varios cristales, dejando una pequeña distancia entre cada uno. El aire es transparente a las radiaciones solares y relativamente aislante. El problema es la diferencia del índice de refracción entre el aire y el vidrio, ya que aumenta el número de rayos reflejados. Se puede remediar este inconveniente reemplazando el aire por agua.

Podemos disminuir la reflexión del cristal mediante un tratamiento especial, consistente en colocar a cada lado de la placa una fina capa de material selectivo, de manera que se produzca una interferencia. Este sistema nos permite superponer varias placas sin disminuir su rendimiento a causa de una mayor reflexión.

Las pérdidas por conducción pueden evitarse mediante un buen aislamiento y un contacto mínimo con el suelo, (o cualquier otro cuerpo más frío).



El cristal tiene la ventaja de ser "eterno" pero es pesado y frágil y por lo tanto nos resulta difícil de transportar. Lo podemos sustituir por láminas de plástico irrompibles, pero que resisten mal las inclemencias del tiempo.

Nuevas láminas como el "Milar" y el "Tedlar" son bastante transparentes, pero su empleo al aire libre implica una renovación cada cuatro años.

Concretamente:

Si nos decidimos a construir un colector como el del dibujo, obtendremos un rendimiento máximo si:

- Su contacto con el suelo es mínimo y está bien aislado para impedir las pérdidas por conducción.
- Está protegido de las corrientes de aire para evitar las pérdidas por convección.
- No hemos elegido un cristal de color verdoso, pues contiene hierro, que absorbe las radiaciones solares.
- Si pintamos de negro la superficie exterior o mucho mejor si la cubrimos de papel de aluminio casero o de cualquier otro material reflectante, según el uso (las superficies negras se enfrían más durante la noche).
- Si recubrimos la superficie interior del aislante con un material reflectante, vuelto hacia el interior, para aumentar el aislamiento.
- Si construimos la tapa con cristales dobles.

Utilización de los colectores planos: Generalmente, la inclinación de un colector plano fijo es igual a la latitud en la que se encuentra más 10°. Así, durante el invierno la captación es óptima y en verano, como las radiaciones solares son más intensas, permite unas pérdidas mayores.

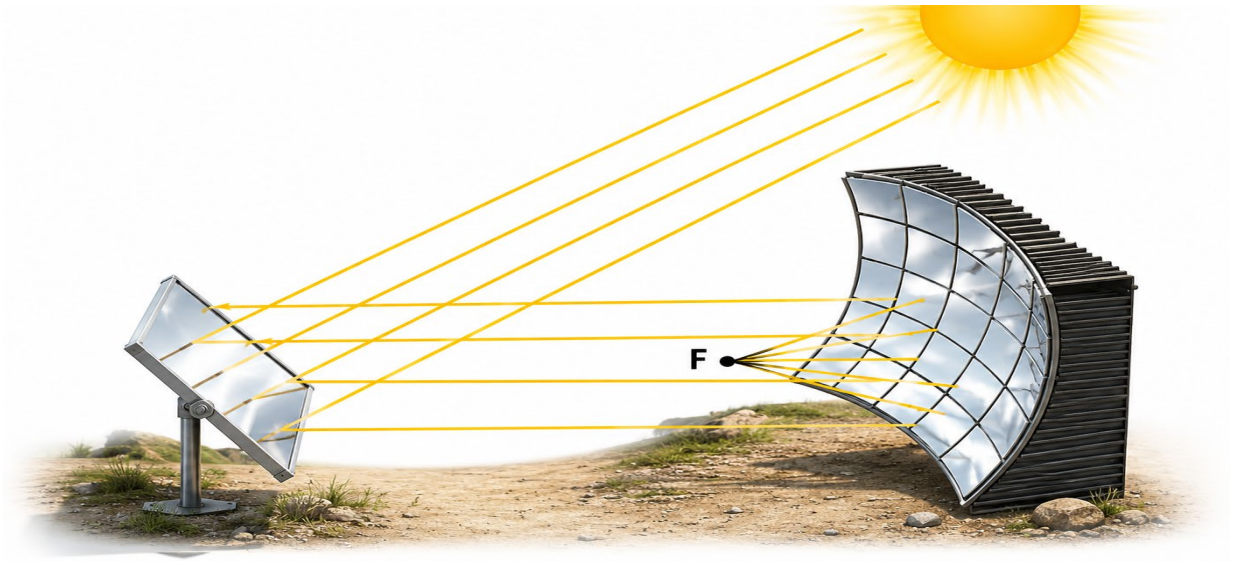
Se obtienen temperaturas aproximadas a las del agua en ebullición; por lo tanto, el uso principal es el calentador de agua.



Colectores Focalizantés

Los colectores focalizantés tienen una forma tal que concentran la radiación recibida en un foco que puede ser un punto o una línea. Permiten obtener temperaturas bastante más elevadas que con los colectores planos: varias centenas de grados. Las formas más utilizadas son los paraboloides, porción de cilindro, cilindro-parabólico, conos, o la asociación de varias de estas formas. La principal dificultad en su realización es la obtención de una buena precisión óptica, particularmente, si se trata de una parábola.

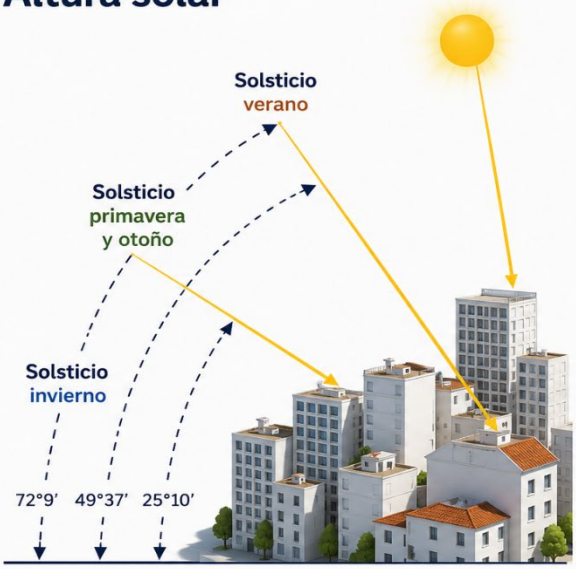
Además, exige la construcción previa de una forma sobre un molde que se recubre de material reflejante. Su principal inconveniente radica en que la radiación recibida debe ser perpendicular al colector, por lo tanto, deben ser reorientados constantemente. Los colectores parabólicos se emplean en las cocinas, hornos y en alta tecnología. Los colectores de foco lineal (cilindro-parabólicos) se utilizan para obtener agua hirviendo.



Es posible mantener fijo el colector utilizando un espejo plano orientable (heliostato) que se coloca enfrrente. Así es el espejo el que se orienta en la posición del sol.

El inconveniente es una **refracción suplementaria** que **disminuye el rendimiento.** Pero si el colector es de gran tamaño el espejo es indispensable.

Altura solar



Altura del Sol al mediodía en Barcelona.

Cuerpo Negro

EL COLOR DE UN OBJETO LO DA EL CARACTER SELECTIVO DE SU **CAPACIDAD DE ABSORCION.** UN OBJETO DE COLOR AMARILLO COMO EL SOL, LO VEMOS ASÍ PORQUE ESTA COMPUESTO POR UNA MATERIA QUE ABSORBE TODAS LAS REACCIONES VISIBLES, SALVO LA **AMARILLA,** QUE ES LA QUE REFLEJA Y ES LA QUE NOSOTROS VEMOS.

POR LO TANTO EL COLOR DEL OBJETO ES UNA **MEZCLA** DE TODOS LOS COLORES NO ABSORBIDOS.

LA ABSORCION Y REFLEXION NO SE PRODUCEN DE UNA MANERA CONTINUA SINO POR **PEQUEÑAS BANDAS.**

UN CUERPO QUE ABSORBE TODAS LAS RADIACIONES LUMINOSAS, LO VERIAMOS **NEGRO** (SIN COLOR).
POR ESTO, DICHO CUERPO (HIPOTETICO) SE LLAMA **CUERPO NEGRO.**

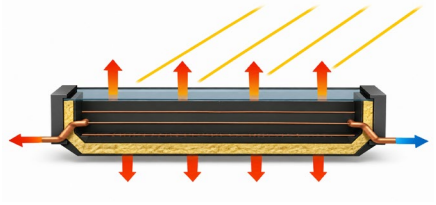
Como calentar agua con el sol



.

¿Qué sucede si pintamos el interior de una palangana, de negro (mate) exponiéndola al sol?

Pues después de unas horas podemos comprobar que el agua se ha calentado un poco, pero cuando la temperatura del agua llega a un cierto grado se produce el equilibrio, es decir, las pérdidas y las ganancias de energía son iguales.



Las pérdidas de calor se deben:

- A la evaporación.
- A los rayos infrarrojos.
- A la convección con el aire cálido.
- A la conductibilidad del recipiente.

El principio del calentador de agua es evitar todas estas pérdidas. Para conseguirlo, tenemos que utilizar los materiales que reúnan unas condiciones capaces de resistir las influencias exteriores.

- Contra la evaporación tenemos un radiador hermético.
- Contra los infrarrojos y la convección: 2 cristales.
- Contra la conducción del recipiente: un buen aislante.

Si la intensidad de la radiación es máxima cuando la superficie expuesta es perpendicular a los rayos solares y el colector está orientado hacia el Ecuador (hacia el S. en el hemisferio N.), inclinado con relación a la horizontal. ¿Cómo podemos calcular el ángulo?

Este varía según los días y las estaciones. Pero si la superficie expuesta está inclinada formando un ángulo que corresponda a la latitud de la situación geográfica, los colectores alcanzan su mejor posición al mediodía en los equinoccios de marzo y septiembre.

Pero hace falta más calor en invierno que en verano ya que el sol está más bajo en el cielo.

La posición más favorable: se añaden 10° al ángulo de la latitud del lugar. Por ej. 30° de lat. N., superficie cara al S. inclinada 40° en relación con la horizontal.

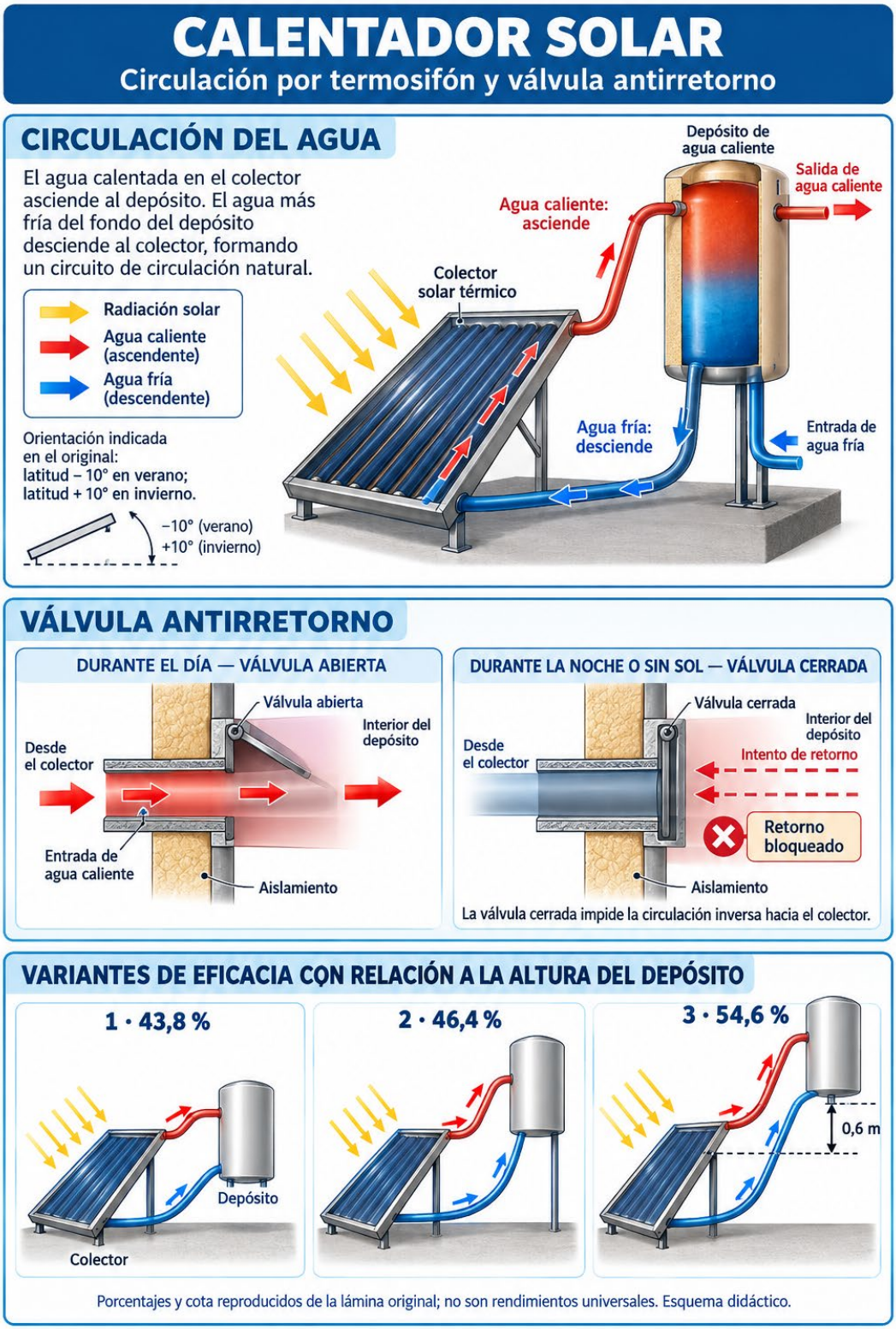
Si podemos el captador lo situaremos en el tejado. La casa con el fin de dejar las fachadas libres. La orientación es naturalmente el S.; la inclinación varía según la latitud: el ángulo entre el captador y el suelo tiene que ser inferior a 10° con relación a la latitud en verano y superior a 10° en invierno. Por tanto, es necesario cambiar la inclinación de la placa según la estación para conseguir un rendimiento óptimo.

Los tejados con una inclinación de 60° son ideales, en el caso de una media de 120 litros de agua a 60° por día y por m² de colector. La superficie expuesta transmite calor a todo lo que la rodea. Así se traslada el agua calentada a un depósito bien calorifugado, sobre todo si la acumulación de agua dura toda la noche.

La circulación entre el colector y el depósito se establece mediante subida térmica, como el agua caliente es menos densa se eleva de dentro del depósito hacia el nivel superior. Si no podemos colocar el depósito más alto que el colector, utilizaremos una bomba de mano o eléctrica para conseguir que el agua circule. La base del depósito estará situada 60cm (mínimo), más alta que el borde del colector para obtener un mejor rendimiento.

Si el captador se encuentra al mismo nivel que el depósito, el termosifón funcionará durante tiempo nublado en sentido contrario cuando la temperatura del agua del depósito sea superior a la del agua del colector y así enfriará el agua del depósito.

Para evitar este efecto, colocaremos una válvula que impida al agua volver al colector.

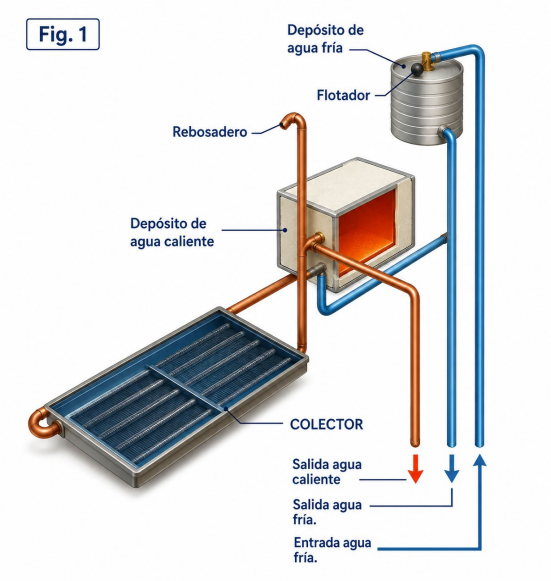


Calentador Solar

CONSTRUIR UN CALENTADOR SOLAR

El calentador de agua solar ya está a la venta en muchos países, pero normalmente son muy caros y bastante complicados.

El aparato que describimos está construido con materiales baratos y los podemos encontrar en cualquier sitio.
Produce entre 110 y 180 litros de agua, que alcanzan de 70 a 75°C., en los países tropicales.
El depósito de agua caliente debe estar como mínimo 30 cm. por encima de la parte superior del colector (salida de agua caliente).
Los recipientes, depósitos de agua caliente y fría se colocan en el interior del edificio, para disminuir la corrosión.



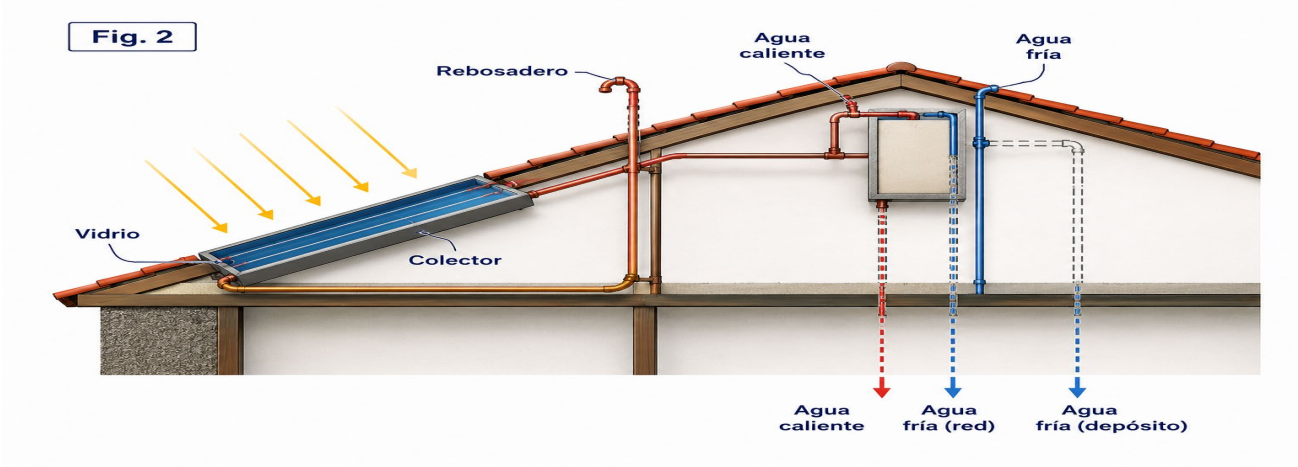
EL COLECTOR:

Recibe los rayos solares y calienta el agua. Se compone de una lámina de chapa ondulada galvanizada y cortada: 225 x 66cm., (las ondulaciones tienen una profundidad de 2cm. y entre cada una hay una distancia de 7'5cms.); y una plancha de hierro galvanizado de 230 x 67'3cm.

Se coloca el extremo de la lámina ondulada encima del extremo de la lámina plana, dibujamos las formas onduladas y las recortamos, haciendo lo mismo en el otro extremo. Practicar dos agujeros de 21mm. (fig. 3) en la parte ondulada que permitan introducir una tubería de 13mm. (de interior). Coger la chapa ondulada y colocar en cada extremo, un trozo de tubo de 25'5cm. de largo y 13mm. de grosor, (interior), atornillarlo y, a continuación, soldarlo sobre la plancha ondulada.

Doblar los bordes de la placa, (unida en ángulo recto), las partes dobladas deben medir 2'6cm. de largo, es decir, 6mm. más que la profundidad de las ondas, de tal manera que dejemos un borde después de las soldaduras. Posar la chapa ondulada sobre la otra, deslizando los tubos por los agujeros; para esto, necesitamos rajar el sitio por el que va a pasar el tubo. (Fig. 4).

Doblar los bordes de la plancha unida alrededor de la chapa ondulada y soldar. Para doblar la plancha a 6mm. de los bordes, la colocamos entre dos ángulos y utilizamos un martillo para obtener el ángulo exacto. Hacer agujeros de 6mm. cada 30cms. (para los remaches). Introducir remaches galvanizados en los agujeros, de modo que la cabeza repose sobre la plancha unida, y soldarlos por arriba. Mientras mantenemos el colector inclinado, lo llenamos de agua, lo dejamos reposar y marcamos los escapes, intentando suprimirlos. Pintar la superficie ondulada de negro mate, resistente al calor.



VARIANTES:

Se pueden utilizar láminas de aluminio o de cobre para fabricar el colector y, naturalmente, tubos de los mismos materiales, ya que si se utilizan materiales diferentes el galvanizado se corroe; de todos modos, podemos utilizar una lámina de aluminio y tubos de acero inoxidable, ya que no hay contacto entre el agua y la lámina.

LA CAJA DEL COLECTOR:

Cortar una lámina de acero galvanizado de 244 x 84cm., pieza 7, recortar los bordes, (A) y doblarla en ángulo recto a lo largo del punteado, (se obtiene la forma de la figura 8).

Remachar las esquinas ayudándonos de 6 remaches (u ocho) de 6mm. Hacer dos agujeros de 12mm. en el fondo de la caja, para que el agua condensada resbale cuando el calentador esté definitivamente en su posición inclinada. Recortar seis escuadras y hacer agujeros de 6mm. Pegar unos cuadrados de fieltro de 2'5 x 2'5cm. y 3mm. de espesor sobre las escuadras.

Para obtener agua caliente, se deja calentar el colector durante un día. La instalación debe estar llena constantemente, para evitar las averías por exceso de calor. Para evitar los accidentes provocados por el congelamiento, hay que cubrir el cristal del colector. Este calentador, construido en 1.965 por el Brace Institute, rendía plenamente en 1972 y la única avería que tuvo fue el bloqueo del grifo flotador.

MATERIALES:

1. Chapa ondulada galvanizada de 244 x 66 cm.
2. Una lámina de acero galvanizado de 244 x 91 cm.
3. 28 remaches de acero galvanizado Ø 6mm. y 8mm. de largo.
4. 2 tubos de acero galvanizado Ø interior 13mm. y 23cm. de largo.
5. 2 tornillos de metal de Ø 5mm. y 7mm. de largo.
6. Estaño (para soldar).

CAJA DEL COLECTOR

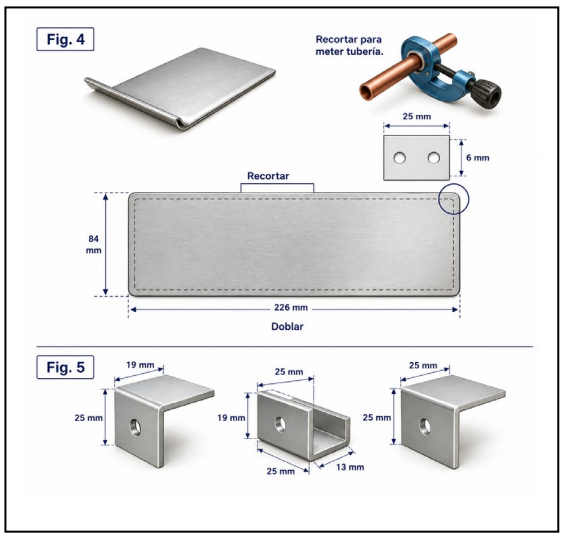
7. **1 lámina** de acero galvanizado de **244 x 91cm.**
8. **8 remaches** galvanizados de Ø **6mm.** y **8mm.** más o menos de largo.
9. **10Kg.** de aislante (lana de vidrio).
10. **6 escuadras** de chapa de **25 x 25 x 19mm.**
11. **4 cuadrados** de fieltro o equivalente **25 x 25 x 3mm.** de espesor.
12 - **6 remaches** galvanizados para la pieza 10; de Ø **6mm.**
13 - **4 escuadras** de **25 x 19 x 13mm.**
14 - **4 tornillos** de chapa galvanizada para la pieza 13; Ø **3mm.** y **13mm.** de largo.
15 - **1 soporte** en forma de **T** de **70 cm.** de largo.
16 - **4 remaches** para la pieza 15; de Ø **6mm.** y **13mm.** de largo.
17 - **2 tiras** de espuma de caucho de **45cm. x 6mm. x 3mm.**
18 - **1 tira** de espuma de caucho de **55 cm. x 6mm. x 3mm.**
19 - **2 cristales** de **70 cm. x 14 cm. x 3mm.** de espesor.
20 - **400grs.** de masilla de silicona.
21 - **1 rollo** de cinta adhesiva negra de **25mm.** de ancha.
22 - **16 escuadras** de **25mm. x 18mm. x 19mm.**
23 - **16 segmentos** de espuma de caucho de **20mm.** de largo.
24 - **16 tornillos** de chapa de acero galvanizado Ø **3mm.**, **12mm.** de largo.

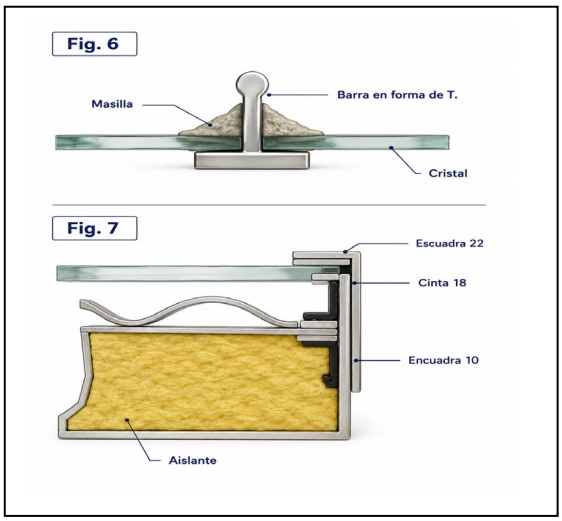
RECIPIENTE DE AGUA CALIENTE

25 - **1 tonel metálico** de **200 litros**.
26 - **2 chapas** o cartones duros de **244 x 122 cm.**
27 - **15 kg.** de aislante.
28 - **30 planchas** de madera blanca de **275 x 30 x 2'5cms.**
29 - **1/2 litro** de pintura que resista el calor.
30 - **1/2 litro** de fuel-oil diesel.
31 - **1/2 litro** de gasolina.

RECIPIENTE DE AGUA FRÍA

32 - **1/2 tonel** de **200 litros**.
33 - **1 grifo flotante (flotador).**
34 - **Tubo de Ø 13 o 25 mm interiores**, según la instalación.
35 - **1/2 litro** de pintura anti-óxido.





Marcar y agujerear sobre el cuadro **6 orificios de 6mm.**, uno de cada lado y otro sobre cada pared transversal. (Fig. 4), remachar las escuadras sobre el cuadro dejando las cabezas blancas hacia el exterior. Colocar una capa de aislante de **5 cm.** de espesor en el fondo de la caja, (Fig. 3). Colocar el colector en la caja, sobre las escuadras y con la superficie pintada hacia arriba. Formar las cuatro escuadras de acero y atornillarlas en su sitio ayudados por el tornillo **14** (Fig. 3), de manera que podamos mantener el colector en posición correcta. Atornillar el soporte nº**15** al cofre (caja), utilizando dos tornillos galvanizados, (Fig. 3, pieza 16). Pegar dos tiras de caucho de **6mm.** de espesor, (17), en la parte inferior del soporte **T 15**, (Fig. 6). Pegar una tira de caucho (18) al borde superior de la caja, (Fig. 3). Colocar dos cristales, (19) que cubran el colector, asegurarse de que el cristal reposa uniformemente sobre él mismo. Enmasillar con masilla de silicona, (dejando **3mm.** de cada lado para permitir la dilatación del cristal). La masilla siliconada es muy resistente, pero se puede utilizar también una cinta adhesiva, de color negro, (21). Formar las **16 escuadras**, (22, pieza) y hacer en cada una un agujero de **3mm.** para dejar pasar los tornillos. Pegar los segmentos de caucho sobre el cristal por encima de la cinta adhesiva o la masilla, donde se encuentran las escuadras de sostenimiento, (Fig. 3). Apoyar las escuadras (22) sobre los segmentos de caucho y hacer un agujero de **3mm.** en el cuadro, (con relación al agujero que hemos hecho en las escuadras). Utilizar los **16 tornillos**, (24) para fijar las escuadras, (22) sobre el cuadro y **el colector está terminado.**

EL RECIPIENTE DE AGUA CALIENTE:

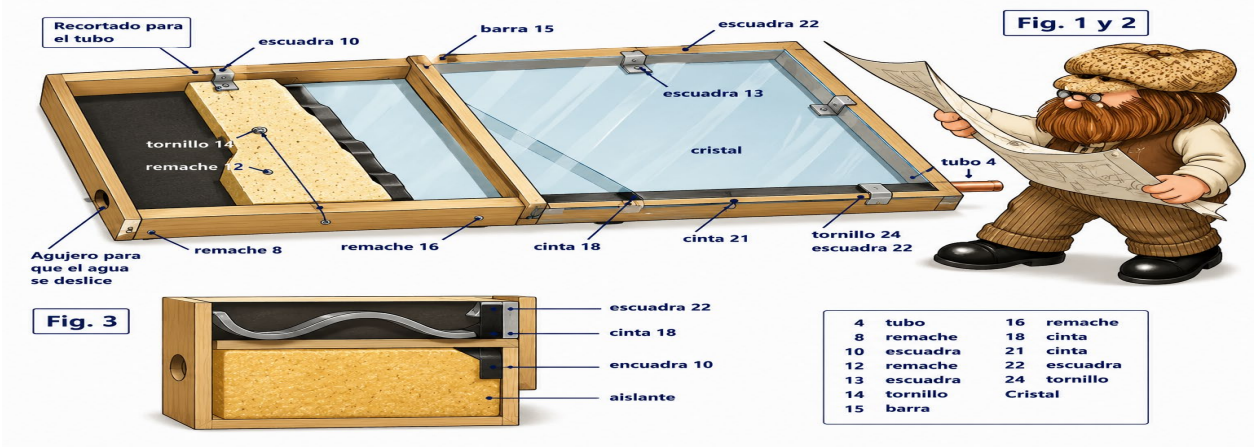
Limpiar el tonel metálico, (25), primero con fuel y después con gasolina. El fuel-oil disuelve todos los viejos restos de aceite que pueda tener. El bidón y la gasolina disuelven el fuel que queda y dejan el interior seco y listo para ser pintado. Vaciar en el interior del tonel, medio bote de pintura resistente al calor y sacudirlo vigorosamente, para que la pintura se esparza uniformemente. Construir un soporte de madera, para sostener el tonel, utilizando tablas de madera blanca, (28). Introducimos el tonel en el interior de esta especie de cuna y lo rodeamos de láminas metálicas o de cartón duro, dejando la parte superior destapada. Rodear bien el tonel con el aislante elegido y cerrar.

RECIPIENTE DE AGUA FRÍA:

Utilizar la mejor parte de un bidón metálico de 200 l. Instalar un grifo flotante de **12mm.** (33) (Fig. 1). Cubrirlo con dos manos de pintura antioxidación.

MONTAJE DEL CALENTADOR:

(Ver Figs. 1 y 2) La altura máxima del agua por encima del colector no debe superar los **2'15m.**, y la altura mínima entre el fondo del depósito de agua caliente y la parte alta del colector es de **30cm.** Evitar las infiltraciones de aire. Inclinar el colector hacia el sur, formando con la horizontal un ángulo igual al de la latitud del sitio más **10°**. El tubo que comunica el recipiente de agua caliente con el colector debe ser lo más corto posible y caloríFugo. Si no podemos colocar el tonel al lado del colector, reemplazaremos el tubo de **13mm.** por uno de **25mm.**, pues si no la resistencia hidráulica del tubo influenciará la circulación y limitará el rendimiento del calentador (el agua circula por convección natural). Colocar en la parte más alta de la canalización de agua caliente una salida de expansión, para prevenir un posible desbordamiento, (Fig. 1 y 2).



CÓMO HERVIR AGUA

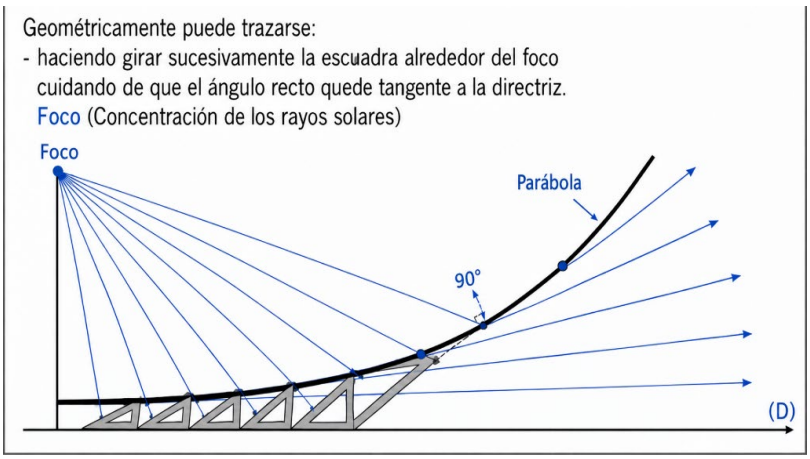
Para hervir agua se necesita un colector focalizante, el tipo de mayor rendimiento es el cilindro-parabólico.

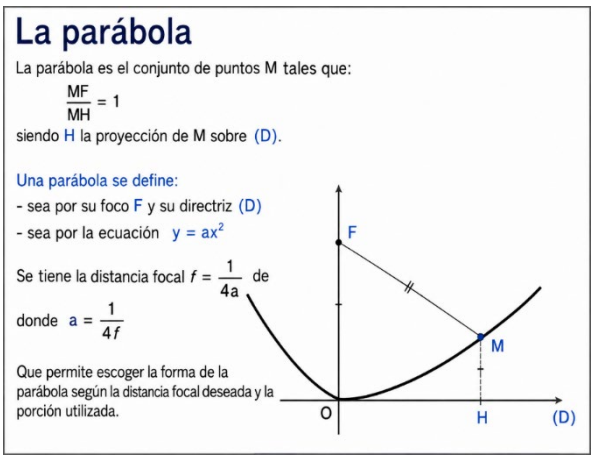
CONSTRUCCIÓN

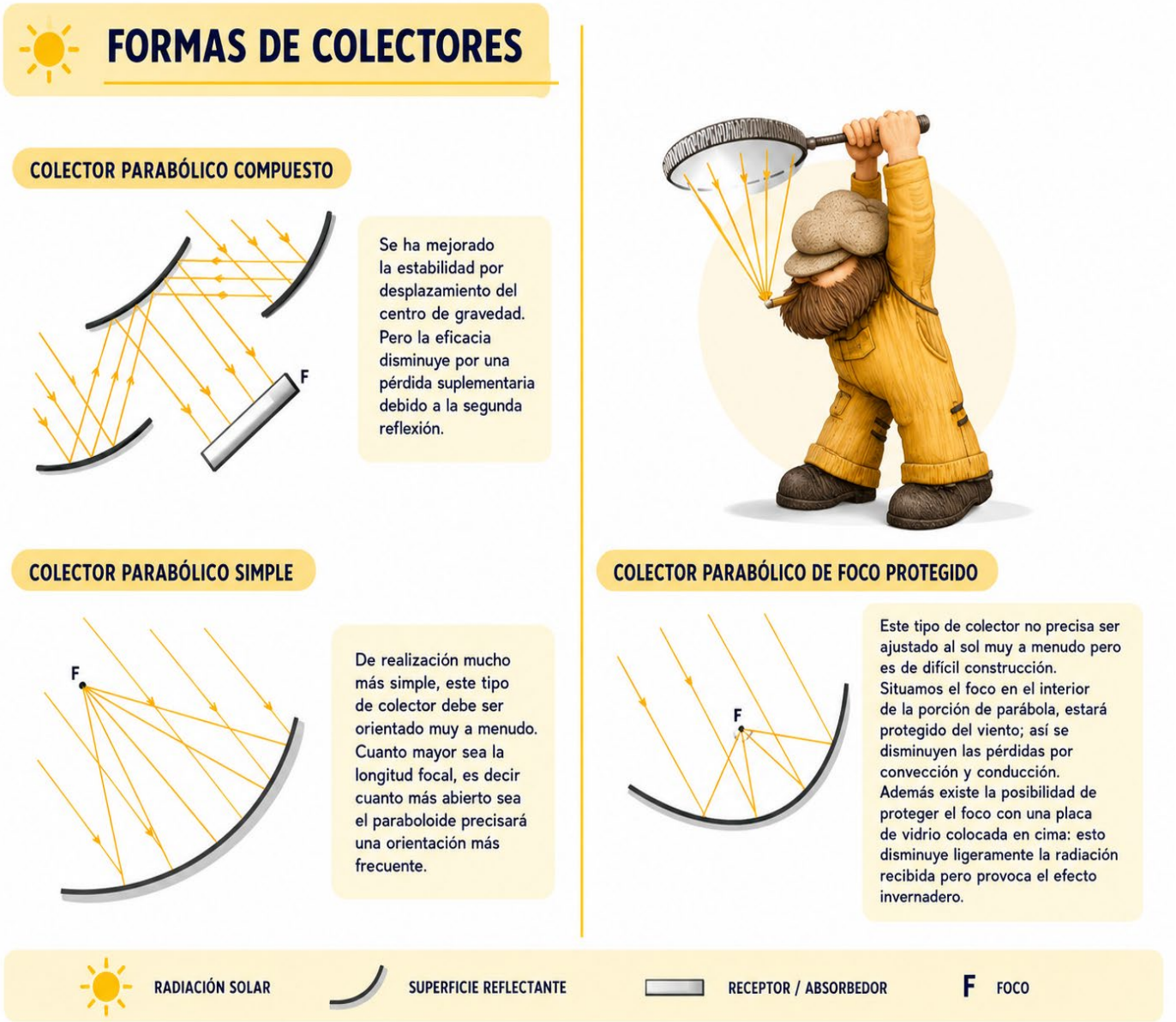
1º Cómo trazar la plantilla de la parábola: de la distancia **"D"**, depende la superficie más o menos grande de la parábola.



2º Necesitamos una placa de madera para la base **1**; **2 o 3 soportes** según las medidas del colector, cortados con la plantilla de la parábola, llenamos los espacios **4 y 5** con papel de periódico mojado con cola de pintor (procurando no sobrepasar la altura de los soportes); a continuación, echamos yeso y escayola encima de un papel y una vez haya empezado a fraguar pasamos un regle de forma adecuada apoyándolo encima de los soportes, obteniendo el moldeado de la parábola. Una vez pulido el yeso, colocamos papel de aluminio con cola de impacto o por último necesitamos un tubo de metal pintado de negro, que es donde se concentrarán los rayos del sol calentando el agua que pasa a través de él hasta hacerla hervir. Con sol brillante, el agua hierve vigorosamente; con este prototipo se puede conseguir un caudal de **12 a 20 litros por hora**, el agua pasa de **25º a más de 95º**. La eficacia de la transparencia de calor de las radiaciones solares al agua caliente a **95º** es alrededor de un **40%**.







CAPTAR

Dado que la temperatura necesaria para una habitación es relativamente baja, no es preciso utilizar colectores focalizantes. Colectores planos, situados sobre el techo o en pared dirigidos hacia el Ecuador u horizontalmente sobre un techo plano. En el sistema clásico, el calor recibido es transportado del colector al acumulador por una corriente de aire o de agua. El agua necesita motores y bombas; el aire requiere una mayor sección de conducto, pero en cambio ventiladores sencillos. Se utilizan colectores planos distribuidos en su mayoría al sur cubiertos, inclinados hacia el sur con ángulos que varían de 7 a 60° según las latitudes. Temperaturas alcanzadas: 50 a 60° centígrados, superficies que varían de 30m² a 150m²; capacidad térmica de 60 a 75 kWh, economía de un cuarto de hora a una semana (en enero), según las habitaciones y el sistema escogido. Un muro bien expuesto al sol absorbe un calor, que restituirá más tarde, sea bajo forma de calor radiante, sea por conducción y convección, sea por evaporación de la humedad o una reacción química. Las plantas, por la fotosíntesis, absorben calor y humedad. Por tanto, son elementos de climatización natural.

Circulación de aire entre el colector y el depósito: 0,3m³/minuto por m².

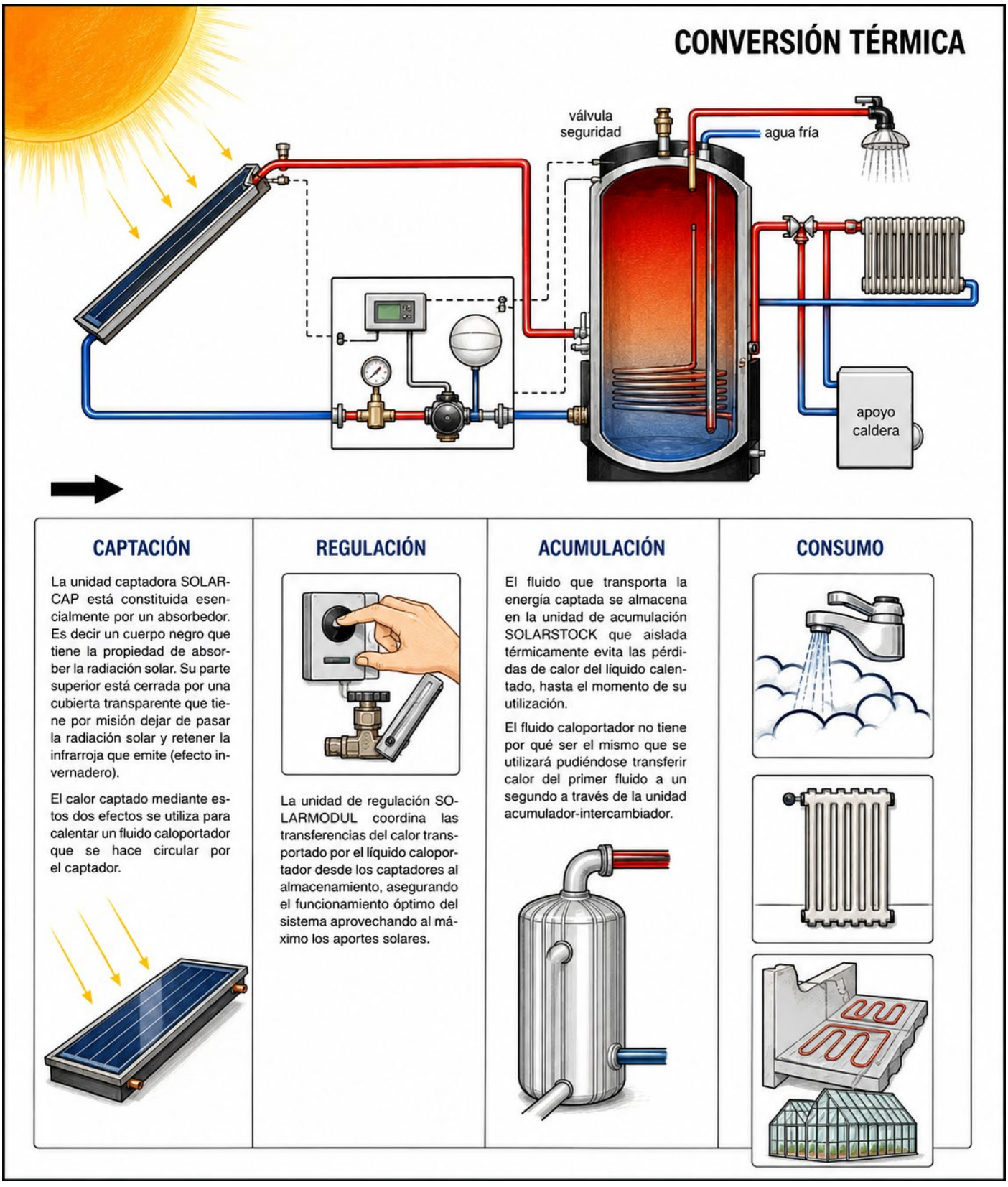
Circulación de agua entre el colector y el depósito: 361 l./h por m².

Colocando grandes huecos (ventanas) al Sur, Sudeste y Sudoeste permitiremos que la radiación penetre en el interior de la casa. Así el calor se puede acumular en las paredes y en los muebles. Estos hacen el papel de

regulador térmico; al enfriarse más despacio que el aire, restituyen las calorías cuando la temperatura de la habitación disminuye. Por un sistema de cobertizos se puede regular la penetración del sol, limitándola en verano y favoreciéndola en invierno, cuando el sol está más bajo en el cielo. Igualmente se puede jugar con los revestimientos y los colores, para absorber más o menos la radiación solar y emitir así más o menos infrarrojos (calor radiante).

Para la reflexión: materiales pulidos, pintura blanca.

Para la absorción: materiales mates, colores oscuros, rojos, terrosos.



ALMACENAMIENTO DEL CALOR

La energía solar es intermitente, pero su aplicación (climatización de las viviendas), es necesaria durante todo el año y naturalmente cuando llega el invierno empiezan los problemas. La única solución es almacenar parte de la energía que hemos captado durante los días de abundancia. Si nos limitamos al campo térmico, el medio más simple para acumularla es calentar cualquier material y evitar que se enfríe aislándolo lo mejor posible. Por ejemplo, si el fluido que porta el calor, (aire, podemos hacerlo circular entre piedras que se calienten y que a continuación sean capaces de devolver ese calor al aire frío. También es posible calentar una cantidad de agua y mantenerla bien aislada en una cuba.

TÉCNICAS DE ALMACENAMIENTO

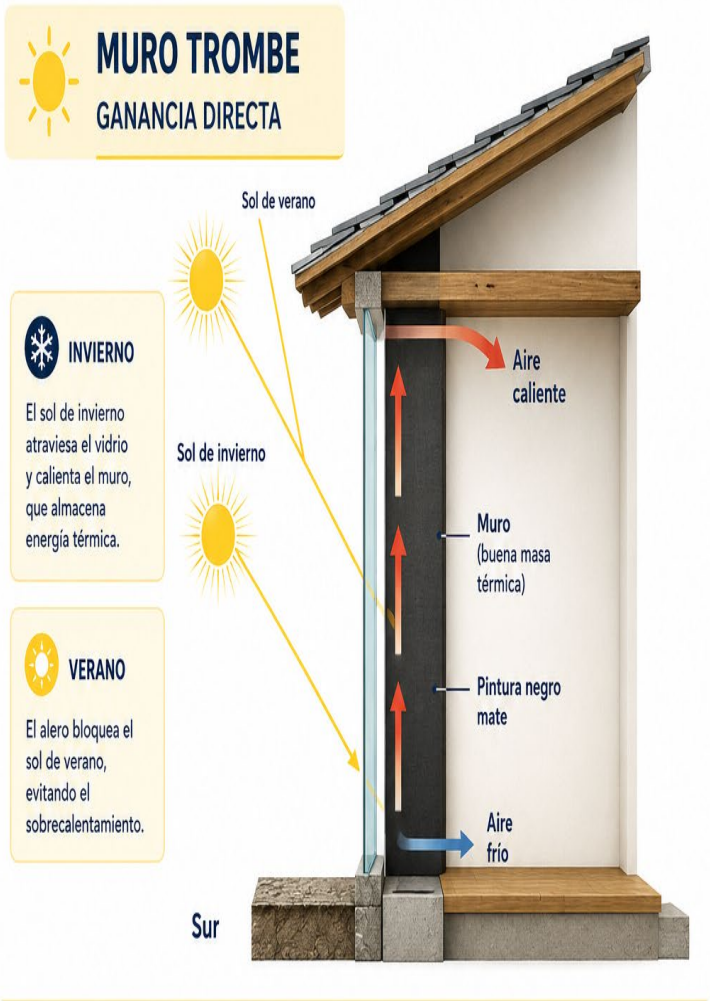
- Calentando materiales inertes (agua, rocas, metales, etc..).
- Con reacciones fisicoquímicas (deshidratación de sales o evaporación del agua).

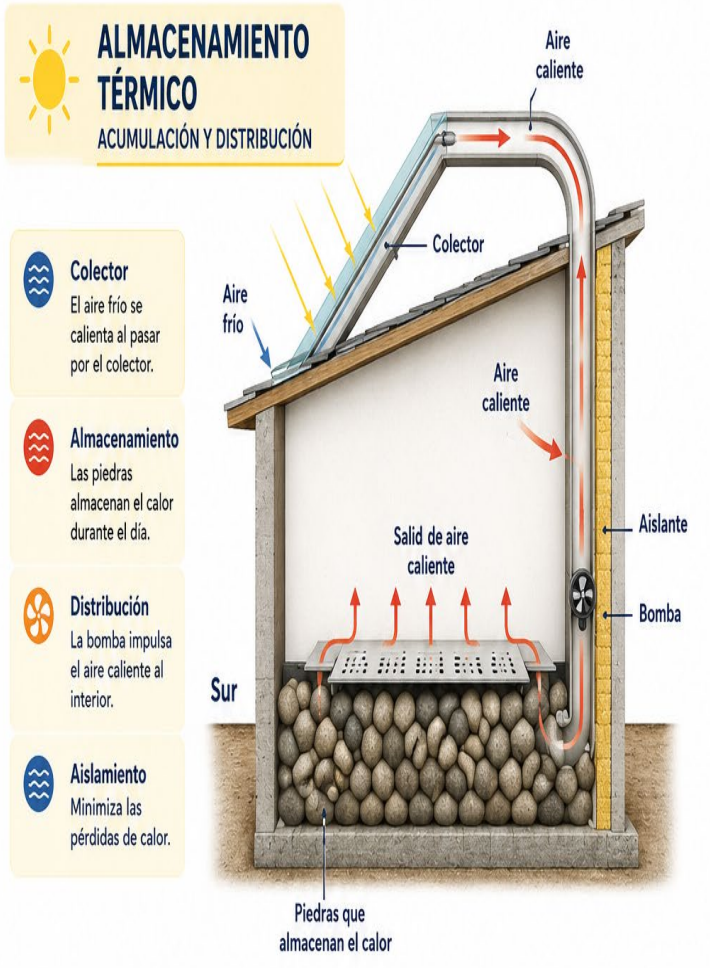
El problema es almacenar una gran cantidad de calor en un volumen pequeño y a un precio mínimo.

Calor acumulado por un aumento de temperatura de 20°C, de un dm^3 (1 l.) de materia:
(el agua es económica pero los recipientes para acumularla son muy caros).

- **AGUA:** 20 Kcal.
- **PIEDRAS:** 18 Kcal.
- **COBRE:** 17'8 Kcal.
- **ALUMINIO:** 2'6 Kcal.







Calentar aire es más económico que calentar agua y además no tenemos el problema de la congelación.

Según la posición de los colectores necesitaremos impulsar el agua o el aire para que circulen, podemos conseguirlo mediante ventiladores (eólicos), bombas de mano, ventiladores solares.

Otro sistema, es el de la chimenea térmica; el aire caliente se eleva él solo ya que es más ligero que el frío.

El calor se acumula debajo de la casa en un montón de piedras convenientemente aislado.

En el almacenamiento del calor por materiales inertes intervienen el volumen, el precio, las transferencias de calor con el container y por tanto su aislamiento térmico.

Para temperaturas interiores a 100° se emplean buenos aislantes de pequeño peso y pequeña capacidad térmica.

Para altas temperaturas o almacenamiento se emplea amianto, espuma y minerales de pequeña densidad.

La conducción del calor a través del lecho de piedras (1/3 del volumen total corresponde a los espacios de aire de los intersticios de las piedras de una misma medida, sea cual sea su diámetro común), es muy pequeña ya que las piedras se tocan por pequeñas superficies.

Las piedras aminoran la circulación térmica en los espacios de aire, así las pérdidas de calor a través de las paredes son reducidas.

La capacidad térmica de la roca es pequeña en relación con la del agua, pero su densidad es grande.

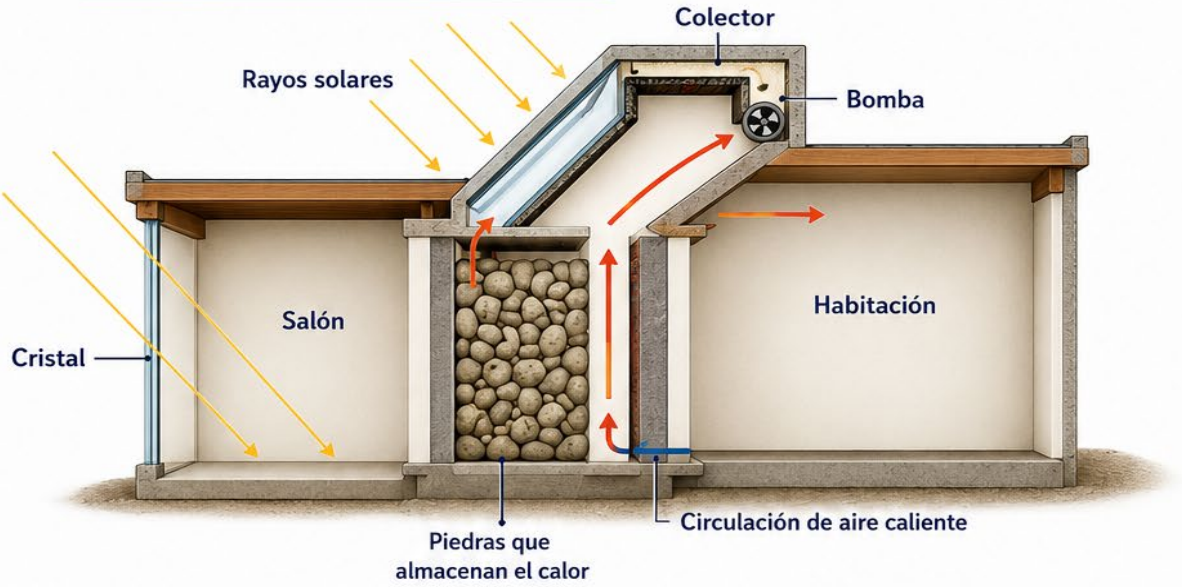
- 1 m³ de roca almacena 400 Kcal./°C.
- 1 m³ de agua almacena 1000 Kcal./°C.

Medida normal de las piedras, unos 5cm. de Ø. Para altas temperaturas se toman piedras más pequeñas.

En un depósito cerrado el lecho puede llenarse de grava gruesa, piedras de río o trozos de ladrillo tamizados a una medida uniforme, manteniendo la resistencia a la circulación del aire lo más débil posible.

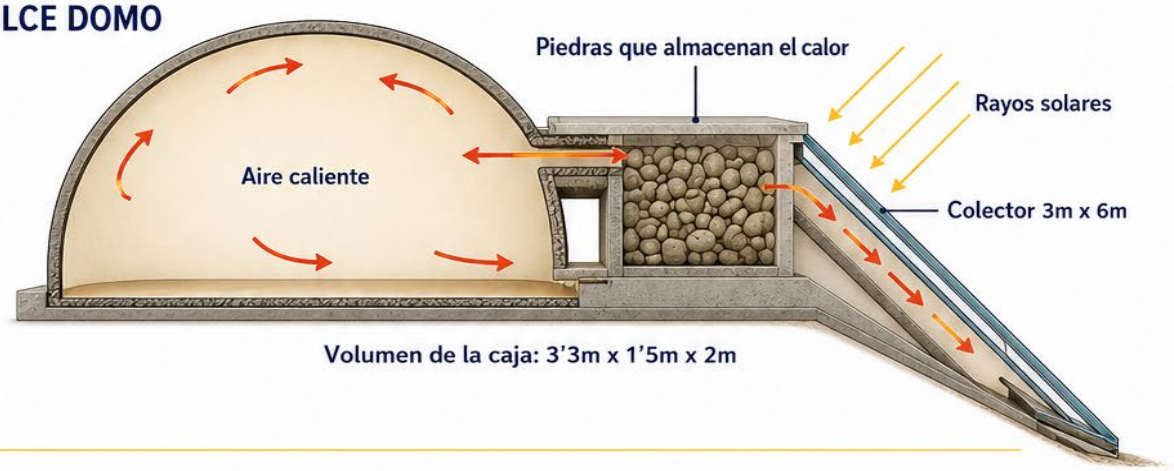
SUN MOUNTAIN

DISEÑO SUN MOUNTAIN

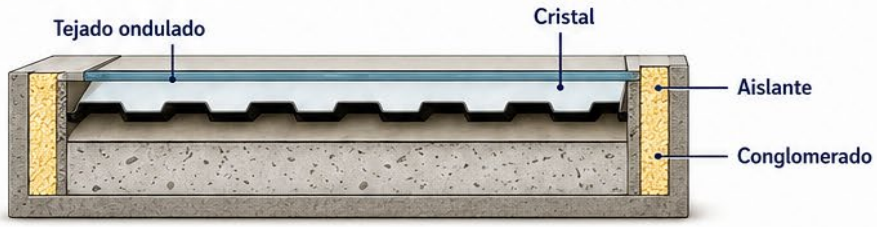


EJEMPLOS DE ACUMULADORES

DULCE DOMO

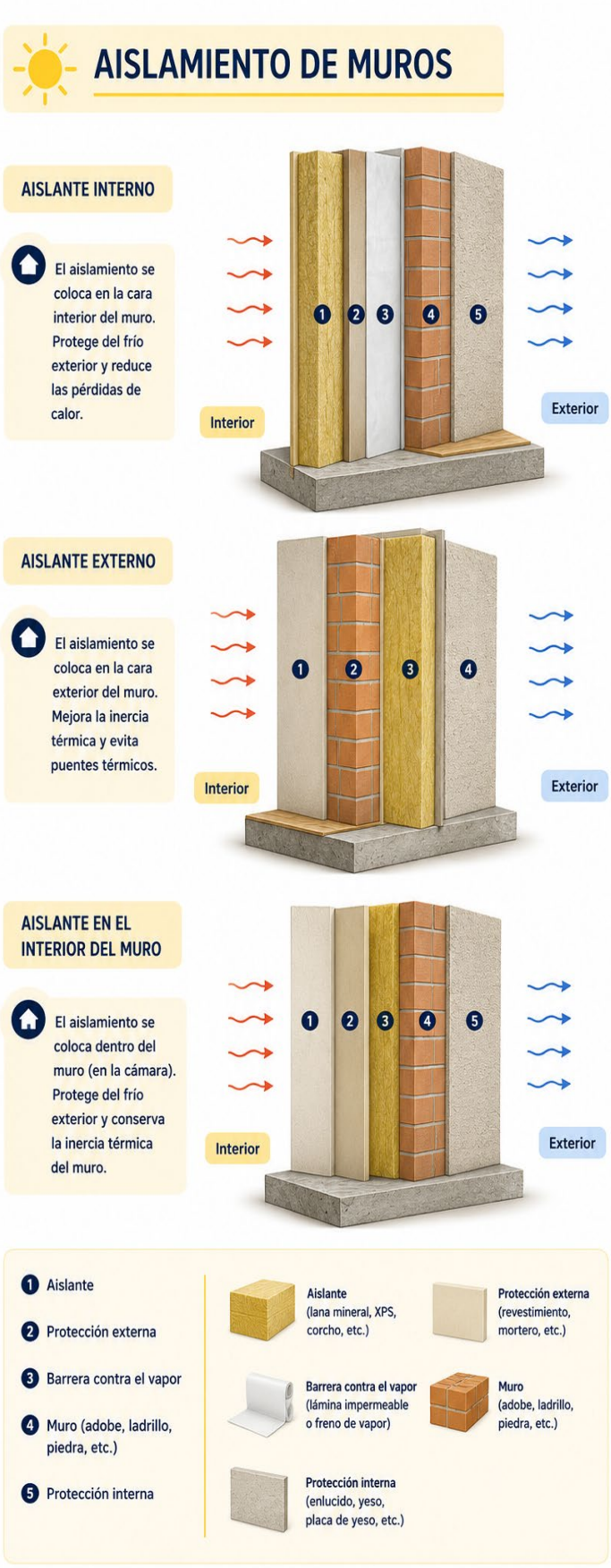


CORTE DEL COLECTOR





Aislantes Térmicos



Trombe y La Blanchetais del C.N.R.S., hablando de la climatización natural de las viviendas, enunciaban en 1558, los siguientes principios:

1.- Separar las corrientes de aire exterior y aire climatizado, (convección libre).

2.- Cristales transparentes.
La pérdida, (por conducción) de un simple cristal es de 5 Kcal/m² hr/°C. Podemos reducir esta cantidad si:

- Colocamos un cristal doble, dejando una cámara de aire entre ambos.
- Instalamos una persiana en el exterior.
- Instalamos una cortina en el interior.

3.- Para evitar el contacto de las masas térmicas con el exterior se puede:

- Colocar un aislante en el exterior.
- Colocar un aislante en el interior.
- Colocar un aislante en el interior del muro.

CASAS SOLARES

En el párrafo **"control climático"** hemos visto que control climático y calefacción no coinciden.

La forma actual del control climático se reduce a la calefacción: un mecanismo más, una fuente de energía. Solución aplicada sin discernimiento para asegurar una cierta temperatura del aire en el espacio habitado.

¿Pero qué pasa?

- Ignora los factores bioclimáticos.
- Descuida el potencial de moderación térmica de las construcciones.
- Ignora las bases biológicas del confort. Aportación de las distintas casas solares.

En general sustituyen los combustibles fósiles por el sol, en tanto que fuente de energía para alimentar un sistema de calefacción.

En el mejor de los casos se cuestiona la concepción global del sistema de calefacción:

- Caldera.
- Calentamiento de un agente que transmita el calor (aire y agua).
- Circulación de este agente.
- Restitución del calor por unos termocambiadores.

El proyecto de Sun Mountain (Désing) da muy de cerca de este esquema clásico. La fuente de energía de la caldera (colector del sol), el aire como agente transmisor del calor y tuberías de agua caliente en el suelo. Cuando el sol no calienta una aerotermia o geotermia auxiliar. El sistema Trombe es más creativo. La pared invernadero reúne colector y acumulador de calor, pero paradójicamente el objeto sigue siendo la calefacción y refrigeración para obtener una caloría más barata. Cuando no hay sol, el tinglado eléctrico. El proyecto de Steve Baer, integrado a una investigación arquitectural, una investigación sobre las fuentes de energía (solar, eólica, etc.). La organización del espacio tiende a desaparecer el concepto clásico; entra una idea más amplia: la de control climático integrador. Las condiciones climáticas favorables han facilitado la investigación, provocando una nueva idea: la de múltiples fuentes de energía.



MÉTODO TROMBE

Las soluciones propuestas por Trombe están en función de la simplicidad; con el fin de que el precio de la caloría solar en una casa sea notablemente inferior al precio de las calorías conseguidas por métodos tradicionales. El almacenamiento térmico se ha reducido a **1 día** por razones económicas ya que se convertía en prohibitivo para una larga duración.

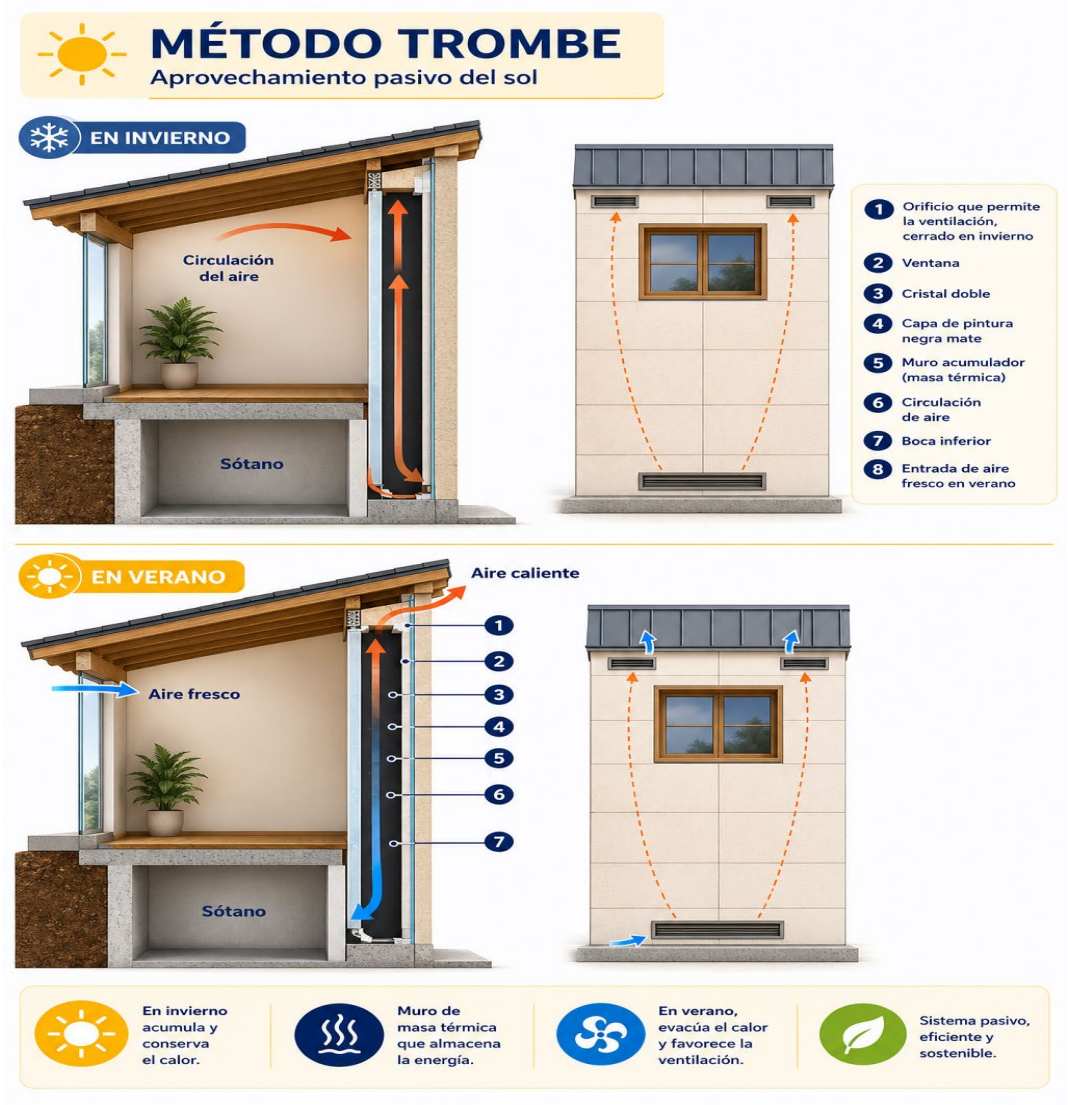
SISTEMA DE CAPTACIÓN

Efecto invernadero vertical, dando una posibilidad de circulación del aire calentado detrás del cristal. El aire frío de la habitación, más pesado, sale por la abertura inferior y es calentado a su paso por detrás del cristal. La superficie calentada del muro por el efecto invernadero, tiene de 30 a 40 cm. de espesor, lo que permite almacenar calorías suficientes para mantener la temperatura de la casa, durante la noche.

Cálculo: para hallar la superficie del cristal. Siendo:

- **K** = una constante.
- **S** = la superficie de la pared sur.
- **V** = el volumen de una habitación.

Para una casa mal aislada desde el punto de vista térmico: Para el N. de España hace falta 1'6 m² de vidrio para calentar 10 m³ de habitación. Para una casa bien aislada, tipo "eléctrico": Para el N. de España hace falta 1 m² de vidrio por 10 m³ de habitación.



Casa Chauvency Chateau

Esta casa está habitada desde enero de 1976. Los colectores han sido simplificados lo más posible. Un muro de cemento pintado de negro y situado en la fachada sur acumula el calor; su parte exterior está recubierta de un cristal TRIVER, (entre el muro y el cristal dejamos una cámara de aire).

La comunicación entre el muro acumulador y las habitaciones que debemos climatizar la obtenemos mediante una serie de orificios altos y bajos. Las calorías solares calientan el muro. Utilizar el sol como fuente de energía es un paso más, en la integración de los factores bioclimáticos. Se toma en consideración la naturaleza y duración de la insolación, la naturaleza de la construcción, la capacidad térmica.

Pero la calefacción solar no es más que un sistema de calefacción, un equipo, un echo secundario en la concepción arquitectónica. Para ir más allá es necesario considerar el sol no sólo como fuente de energía sino como fuente de todo un conjunto de fenómenos que definen el microclima: calor, viento, humedad del aire. Con este sistema, las calorías las traslada el aire que circula durante el día y por la noche, la superficie interna de los muros que se han calentado completamente durante todo el día.

CARACTERÍSTICAS DE LA CASA:

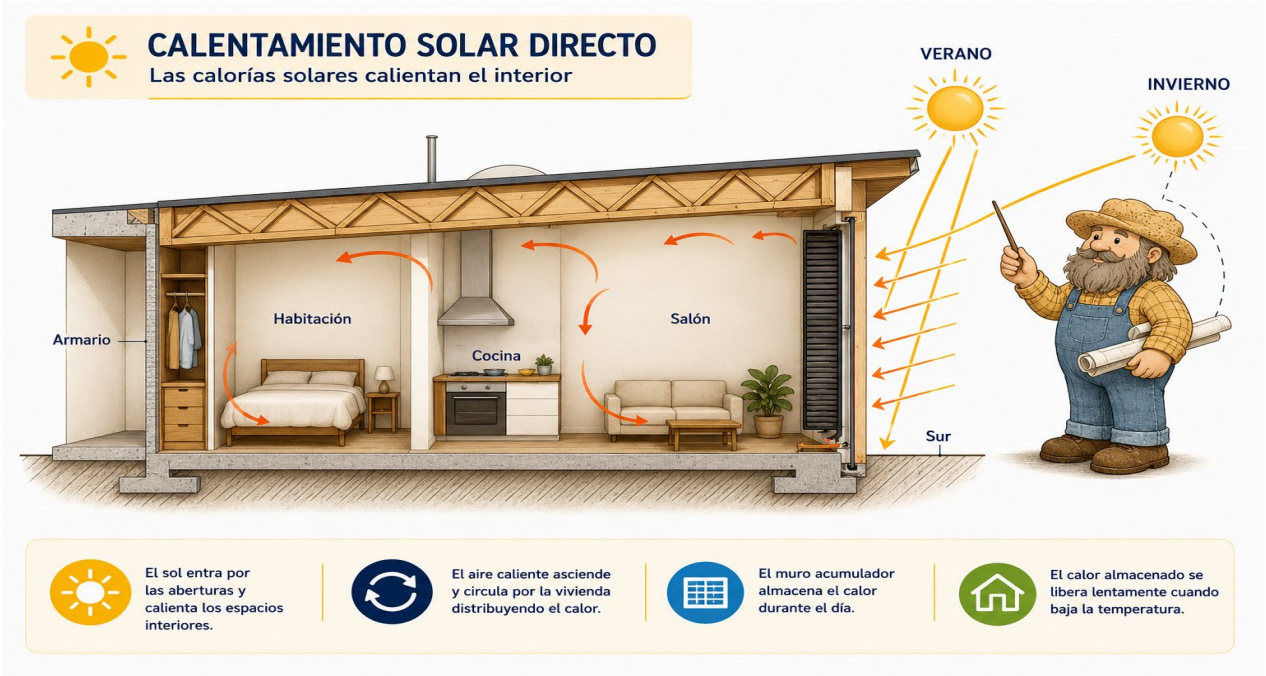
- **Superficie habitable:** 106 m² (5 piezas).
- **Volumen:** 275 m².
- **Superficie de los acumuladores verticales:** 45 m².

PLANO DE CONSTRUCCIÓN:

- Sistema de captación utilizando el efecto (método) del invernadero.
- Recuperación de las calorías naturales gracias a la termo-circulación.
- Acumulación de las calorías en el muro sur (cemento, ladrillo, piedra, adobes...).
- Elección de las superficies verticales que captan la energía en la fachada sur para el hemisferio norte y viceversa.

La voluntad de derivar totalmente el clima interno del clima externo, de integrar todos los factores bioclimáticos tienen que cambiar: La naturaleza de la construcción / Las características del confort / La escala de intervención.

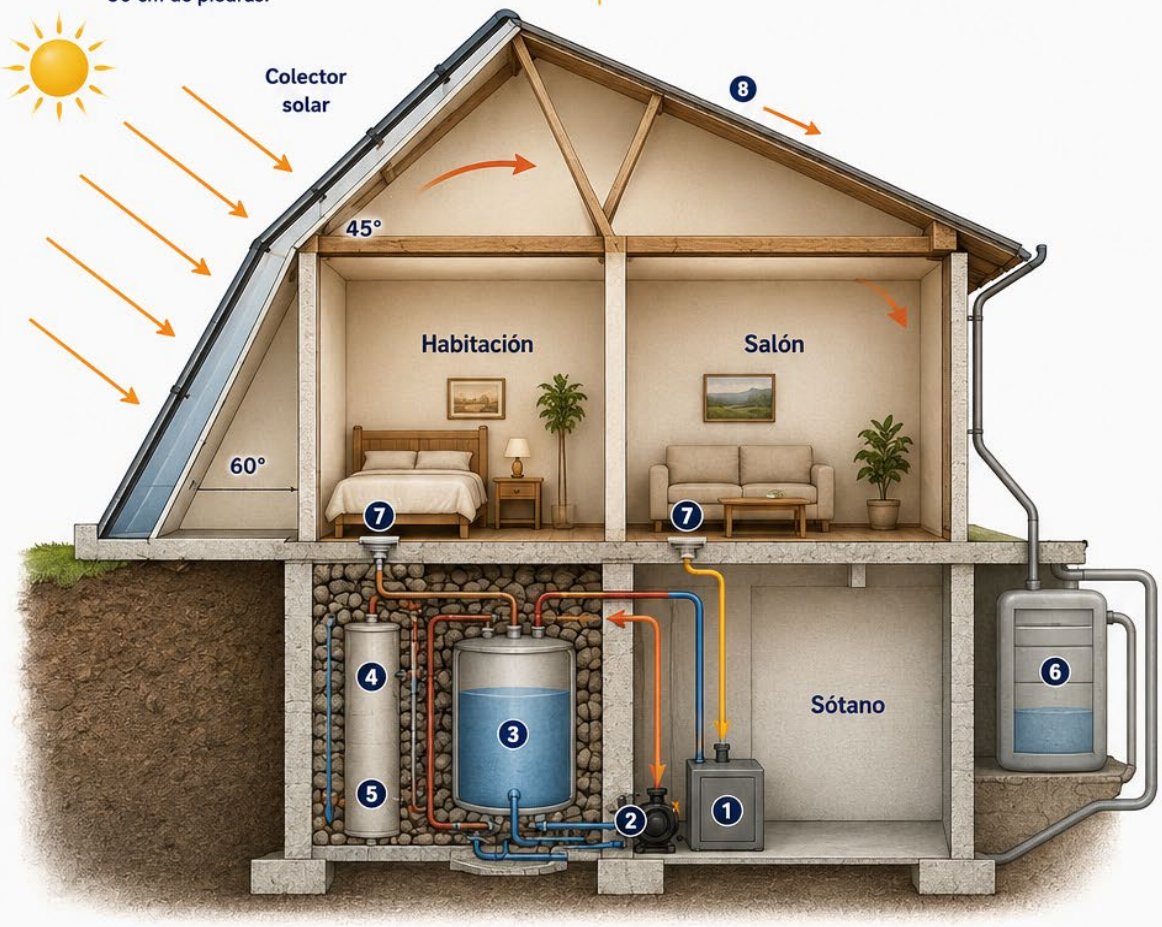
Esta voluntad crea no una tecnología si no una regulación diferente con ella; concepción global de la construcción en la que la cuestión es menos calentar, que utilizar (hacer útil).



CASA THOMASON

La primera casa que ha construido Thomason mide 8 m. x 12, las cinco piezas se encuentran en la planta baja. La batería térmica está en el sótano y mide 2 m. de alto y 2 m. x 3,5. Está construida en cemento, con un recipiente doe acero en el interior que puede contener 7.000 litros de agua. El recipiente está rodeado por 50 cm de piedras.

Uno de los lados de la casa está formado por un colector solar, orientado hacia el Sur. El colector es de aluminio ondulado negro, aislado por encima, una lámina de poliéster y unos cuantos cristales lo recubren. El agua resbala sobre el aluminio calentado por el sol, y gracias a una bomba eléctrica vuelve al recipiente-reserva.



1. Cocina calefactora y ventilador.
2. Bomba para subir el agua (en invierno) hacia el colector.
3. Depósito de 7.000 litros.
4. Depósito de 1.200 litros de agua caliente para uso doméstico.
5. Agua caliente que baja del colector.
6. Depósito que recoge el agua que baja del tejado.
7. Salida del aire caliente en invierno y fresco en verano.
8. En verano, la bomba sube el agua fría al tejado, (deslizándose).
9. Salida del agua cuando el depósito está demasiado lleno.
10. Piedras que envuelven el depósito.

Aprovecha la energía solar gratuita.

Calienta el aire en invierno y lo renueva en verano.

Almacena el calor y el agua de forma eficiente.

Sistema natural, económico y sostenible.

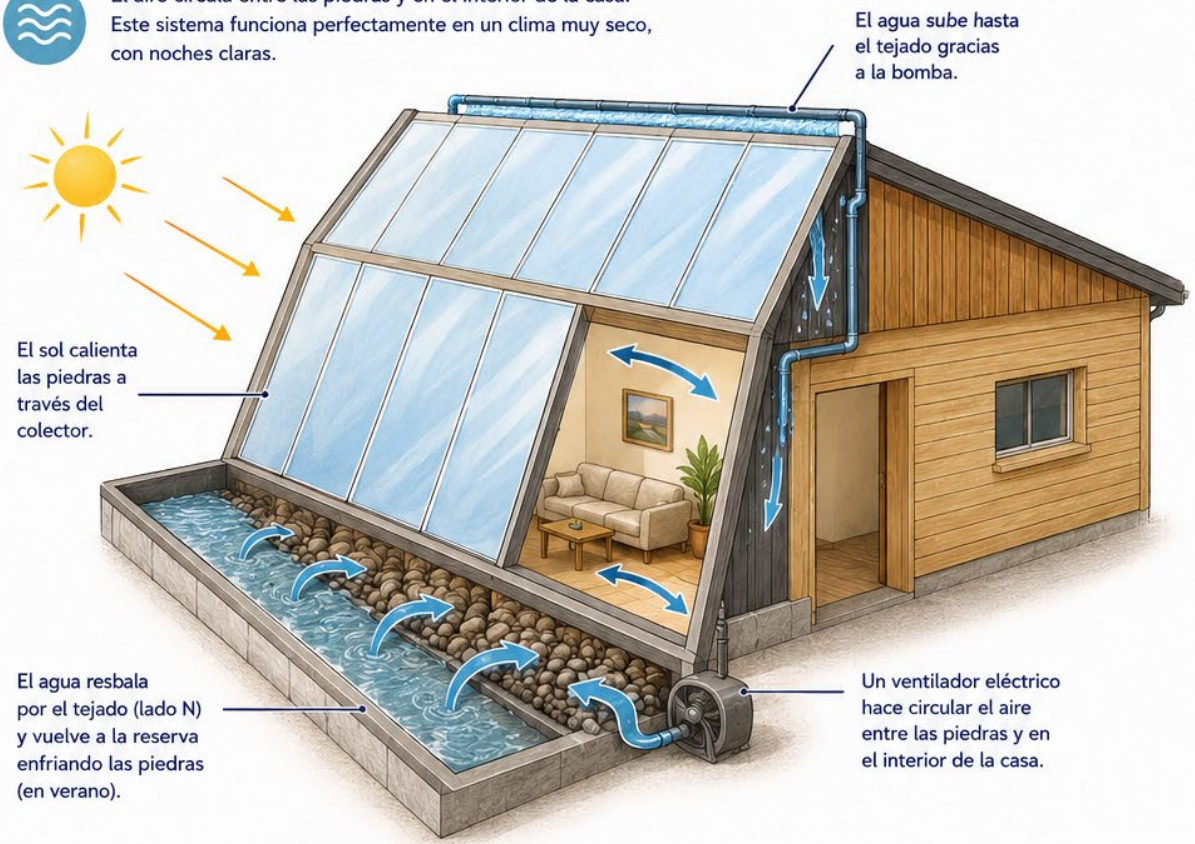
SISTEMA DE EVAPORACIÓN Y CIRCULACIÓN DE AIRE



Por lo tanto, las piedras son calentadas por el agua en la reserva y, a continuación, un ventilador eléctrico hace circular el aire entre las piedras y en el interior de la casa. Todo el sistema ha costado 2.500 $. También tiene un sistema suplementario de petróleo para calentarse los días en los que el sol no aparece, (naturalmente, no utiliza cuando el sol desaparece durante un periodo más o menos largo).

La casa está equipada de un sistema de evaporación para el verano: el agua de la reserva sube hasta el tejado, gracias a la bomba y resbala a lo largo de él (del lado N). El agua se enfría gracias a las radiaciones del cielo nocturno y por evaporación vuelve a la reserva enfriando las piedras.

El aire circula entre las piedras y en el interior de la casa. Este sistema funciona perfectamente en un clima muy seco, con noches claras.



APROVECHA LA ENERGÍA SOLAR GRATUITA
Calienta las piedras mediante la radiación solar.

CIRCULACIÓN NATURAL DE AIRE
El aire circula entre las piedras y dentro de la vivienda.

REFRIGERACIÓN NATURAL EN VERANO
El agua resbala por el tejado, se enfría por la noche y enfría las piedras.

EFICIENTE Y SOSTENIBLE
Sistema pasivo que funciona con recursos naturales y consume muy poca energía.

LOS ZOMOS DE STEVE BAER

La casa consta de 11 "ZOMOS", construida en Nuevo México (USA), el clima es desértico (seco) y está situada a una altura de 1.600 metros.

Cuatro de las fachadas verticales están orientadas hacia el sur, formadas por bidones pintados de negro y calentados por el sol todo el día.

El conjunto de muros puede guardar el calor acumulado durante tres días, (sin sol). Por la noche, la casa se cierra sobre sí misma como una ostra: la tapadera aislante, (del muro), se sube cuando el sol se pone e impide el enfriamiento de los bidones.

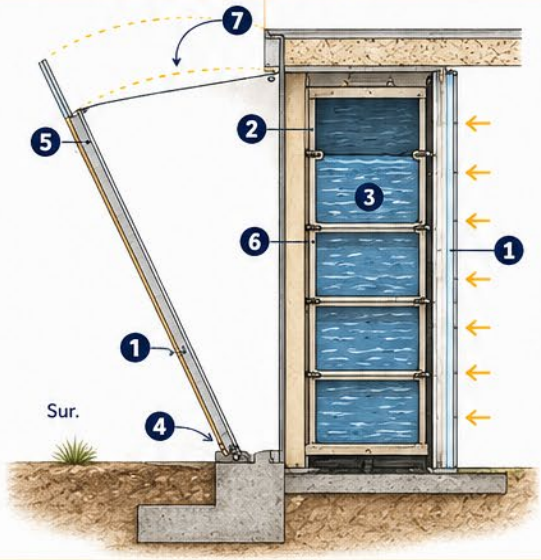


1. Cristales dobles
2. Lado del bidón pintado de negro
3. Bidón lleno de agua en un 90%
4. Tapadera del muro de noche
5. Tapadera del muro de día
6. Lado del bidón pintado de blanco
7. Envoltura de aluminio (refleja todas las radiaciones)

PLANTA DE LA CASA



SECCIÓN (MURO SUR)



APROVECHA EL CALOR SOLAR

Los bidones negros absorben y almacenan el calor solar durante el día.

AISLAMIENTO EFICIENTE

El sistema retiene el calor hasta tres días sin sol.

CONFORT NATURAL

Se mantiene una temperatura agradable todo el año, incluso en el desierto.

SOSTENIBLE Y AUTOSUFICIENTE

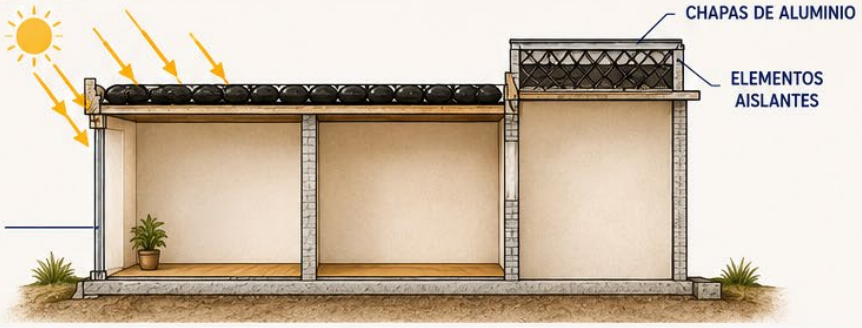
Utiliza materiales simples y recursos naturales para un hogar eficiente.

HAROLD HAY

Funcionamiento de la casa solar

EN INVIERNO: DURANTE EL DÍA

Los rayos solares calientan los sacos de agua, transmitiendo el calor al techo.



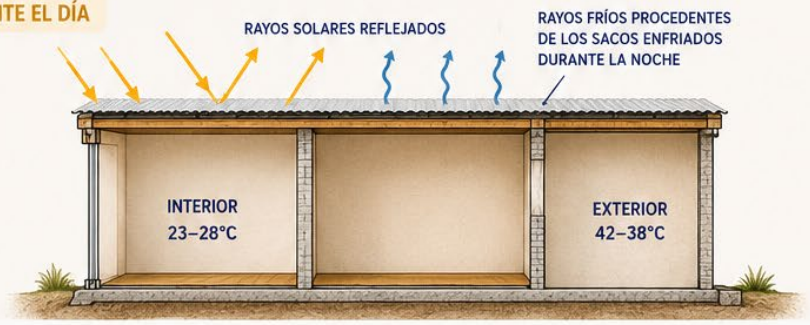
EN INVIERNO: DURANTE LA NOCHE

Se tapan los sacos con una superficie aislante, evitando la pérdida de calor y el enfriamiento debido a la absorción de los rayos fríos nocturnos.



EN VERANO: DURANTE EL DÍA

Se dejan los elementos aislantes; reflejando los rayos solares y evitando que se calienten los sacos refrigerados durante la noche.



EN VERANO: DURANTE LA NOCHE

Durante la noche las radiaciones frías son absorbidas por los sacos, comunicándolas al techo.



APROVECHA LA ENERGÍA SOLAR
Calienta en invierno y protege en verano.

REGULACIÓN TÉRMICA NATURAL
Mantiene el confort sin consumo energético.

USO DE MATERIALES SIMPLES Y EFICIENTES
Sacos de agua, aislamiento y chapas metálicas.

DISEÑO PASIVO Y SOSTENIBLE
Aprovecha los ciclos naturales para un hogar eficiente.

Ecol operation

La operación ecológica (Ecología + construcción + sentido común).

Realizada en 1972 en el "Brace Institute Research" de Montreal por un grupo de arquitectos del Tercer Mundo.

Esta casa experimental concebida a modo de resumen de una serie de investigaciones destinadas al estudio de la vivienda en el Tercer Mundo, se la supone lejos de los lugares de provisión de agua y de energía.

Pretendió resolver los problemas energéticos, de agua y constructivos de forma económica y autónoma, centrándose básicamente en un consumo mínimo de agua, utilizando con este fin varios sistemas:

- Recogida y almacenamiento del agua de lluvia.
- Reciclaje del agua usada a través de destiladoras, acelerando el proceso biológico.
- Captación de la humedad del ambiente mediante sistemas de condensación.
- Atomización del agua mediante espray para obtener un máximo rendimiento del agua.

El sol se utiliza para: cocer, freír y destilar el agua.

El viento proporciona corriente eléctrica para: dar luz, tratar las aguas residuales y extraer agua de la humedad ambiental.

La lluvia es recogida, almacenada y reutilizada mediante el uso de pulverizadores.

El material de construcción empleado fue el sulfuro, subproducto del petróleo, actualmente poco utilizado.

MOLINO DE VIENTO

Se levantó un molino para producir electricidad a fin de alimentar las luces eléctricas, la bomba para airear las aguas residuales y el condensador de agua de la atmósfera.

La clave de los molinos de viento es almacenar la energía. Con ocho baterías de automóvil se puede almacenar bastante electricidad para un mes, suficiente para cubrir los períodos de tiempo en que el viento no sopla.

El molino utilizado fue de la casa "Luv-Bing" (Alemania), con un generador de 400W, produce 200W de potencia con un viento de 25Km/hora y llegando a pleno rendimiento con un viento de 35Km/hora.

EXTRACCIÓN DE AGUA DE LA ATMÓSFERA

Desde antiguo el hombre ha extraído el agua de la atmósfera por el fenómeno de la condensación. En las islas Canarias los cultivadores de tomates colocan tierra volcánica en la base de las plantas, condensando así la humedad del aire y logrando que se produzca humedad en las plantas.

El deshumidificador en realidad es un pequeño refrigerador (1/16 HP de potencia).

El agua de la atmósfera se condensa en espirales del serpentín. Este tipo de condensación se produce si hace frío o un día muy seco. A menos de 15°C o 20% de humedad, el condensador no funciona.

Sin embargo, en las regiones donde el grado de humedad es alto, pero no existen fuentes de agua no reúne las condiciones de estabilidad suficientes, la experiencia puede ser aplicada.

Su puesta en obra no necesita agua, pudiendo ser manipulada por personal no especializado, lo que comporta ciertas ventajas sobre el cemento.

SISTEMA DE RECICLAJE DE LAS AGUAS FECALES

Si el aire circula a través del tanque de almacenado de las aguas fecales, se acelera el proceso aeróbico (que tarda un día en lugar de una semana). Se usó para ello una bomba de 12V para inyectar el aire (las mismas que se usan en los acuarios) que funcionaba con la energía suministrada por el molino de viento.

El proceso aeróbico tiene lugar en un bidón de 200l., que está situado debajo del wáter, al cual se le ha equipado con un tubo de salida de gases, un rebosadero y una toma situada aproximadamente a la altura del bidón, que sirve para utilizar el agua tratada, bombeándola de nuevo a la descarga del wáter.

Aproximadamente se calcula que los lodos sólidos que se depositan en el fondo del tanque oscilan entre 5 y 10 cm. al año.

EL DESTILADOR SOLAR DEL AGUA DE LA DUCHA

Los destiladores solares sirven especialmente para tratar el agua salada, pero en este caso se usa para recoger el agua de la ducha que periódicamente bombea nuevamente hasta los destiladores.

El agua obtenida por la destilación almacenada y se usa para beber, cocinar y lavado de platos.

RECOLECCIÓN DE AGUA DE LLUVIA

Se utilizaron los destiladores como recolector del agua de lluvia. También se podría aumentar la recogida de agua usando como colector el techo de la vivienda.

Se recogió, recicló y utilizó agua durante un mes, por dos personas y entre septiembre al 5 de octubre de 1972.

SISTEMA DE RECICLAJE DE LAS AGUAS RESIDUALES

La cantidad de agua que se usó fue de: **3.600l.**

SISTEMA DE DESTILACIÓN SOLAR DEL AGUA EMPLEADA EN LA DUCHA

Cantidad de agua producida por la destilación: **395l.**

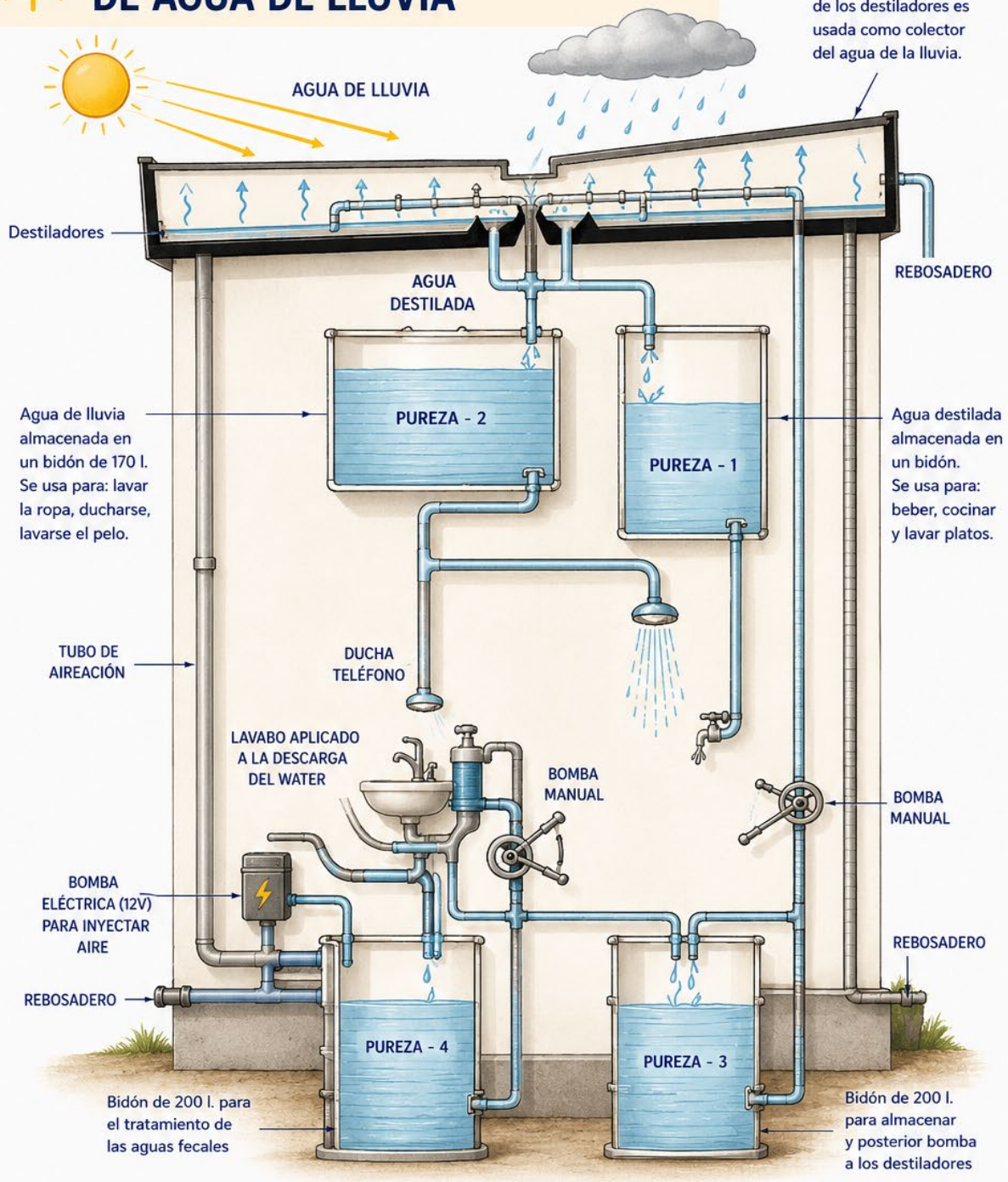
Cantidad de agua usada para beber y lavar: **368l.**

SISTEMA DE RECOGIDA DE AGUA DE LLUVIA

Cantidad de agua recogida: **350l.**



SISTEMA DE DESTILACIÓN SOLAR DE AGUA DE LLUVIA



APROVECHA LA LLUVIA

Recolecta el agua de lluvia y la convierte en agua destilada pura.

AGUA PARA TODO USO

Desde higiene personal hasta beber, cocinar y lavar platos.

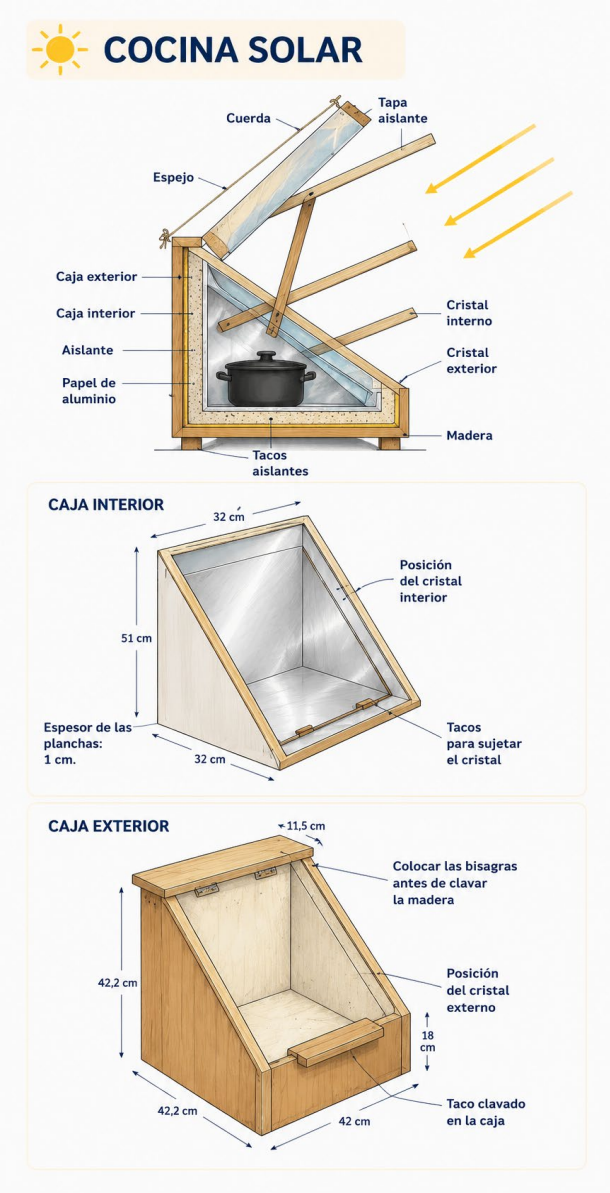
SISTEMA NATURAL Y EFICIENTE

Funciona con energía solar y bombas manuales o eléctricas de bajo consumo.

SOSTENIBLE Y AUTOSUFICIENTE

Reduce la dependencia externa y cuida el medio ambiente.

Cocina Solar



Las dimensiones de los diferentes elementos de la cocina han sido determinadas en función al tipo de recipiente: una cazuela rectangular, con una capacidad de 2litros: 29cm. de longitud, 18cm. de ancho y 13cm. de alto, (suficiente para cuatro personas).

Para limitar el peso, el precio y la inercia térmica del aparato, debemos reducir el volumen del espacio que queremos calentar. Hemos construido dos cajas de conglomerado de 10mm. de espesor. La caja grande está forrada de un aislante de un aislante, 4cm. de espesor. La caja más pequeña, está tapizada de aluminio (papel), que graparemos sobre rectángulos de cartón, ya que la cola o el pegamento pueden dar un gusto desagradable a los alimentos.

Los cristales tienen 2mm. de espesor. El cristal interior mide 30 x 41cm. y se adhiere a los bordes de la caja interior. Se retira para limpiarlos, empleamos una ventosa. El cristal exterior, 40 x 44cm., se apoya sobre los bordes de la caja interior y se recubre el aislante de los lados. La tapa es una caja plana, forrada con una manta aislante de 2cm. de espesor.

El único espejo lo colocamos en la cara interna de la tapa, (sus medidas son 29 x 40cm.).

Para mantener la tapa abierta fijaremos en uno de sus extremos una cuerda bastante sólida, que ataremos a la parte superior de la caja externa. Para terminar de cocer los alimentos cuando el sol ya ha desaparecido, cerraremos la tapa, así coceremos a las tres de la tarde los alimentos (calientes) que queremos por la noche.




ALGUNAS RECETAS
Cocina sana, natural y con la energía del sol
LA COCINA TAMBIÉN ILUMINA LA VIDA
Buena comida, mejores días
RECETAS SENCILLAS PARA UN MUNDO MÁS VERDE
PEQUEÑAS RECETAS GRANDES MOMENTOS
Ingredientes naturales para una vida más feliz
EL SOL TAMBIÉN COCINA
COCINAR ES CUIDAR
Tortilla
Tortilla: calentamos la cocina y el recipiente (de aluminio) durante una hora. Mientras, colocamos los huevos sobre un plato y cubiertos por una fuente de Pyrex transparente (sobre todo si salen de la nevera). Los partimos y, después de batirlos bien, los echamos en el recipiente, sin aceite. En un cuarto de hora obtendremos una masa sólida, lista para ser consumida.
Alcachofas
Alcachofas: colocar la cocina al sol. En el recipiente, un vaso de agua con sal; después de una hora, introducir las alcachofas. Al cabo de dos horas estarán cocidas.
Filete
Filete: colocar la cocina al sol durante una hora, con un recipiente de aluminio. Cocinar el filete durante diez minutos. No tendrá el aspecto asado que adquiere cuando se cocina a fuego rápido, pero estará bien cocido.
Sopa de verduras
Sopa de verduras: utilizamos la energía solar de la segunda parte del día. Sin dejar enfriar la cocina, colocamos el recipiente con una patata cortada en pedacitos, una cebolla, un ajo, perejil, un par de zanahorias, berza, un poco de arroz, sal y mantequilla. Lo colocamos al sol hasta que este se ponga y cerramos la tapa. La cena estará caliente a la hora de cenar.
EL BUEN SABOR TAMBIÉN PUEDE VENIR DEL SOL

NEVERAS

El sol también puede ser utilizado para producir frío: ya sea por utilización del efecto invernadero inverso, o como fuente de energía de un sistema tradicional de frigorífico de absorción.

EFECTO INVERNADERO INVERSO

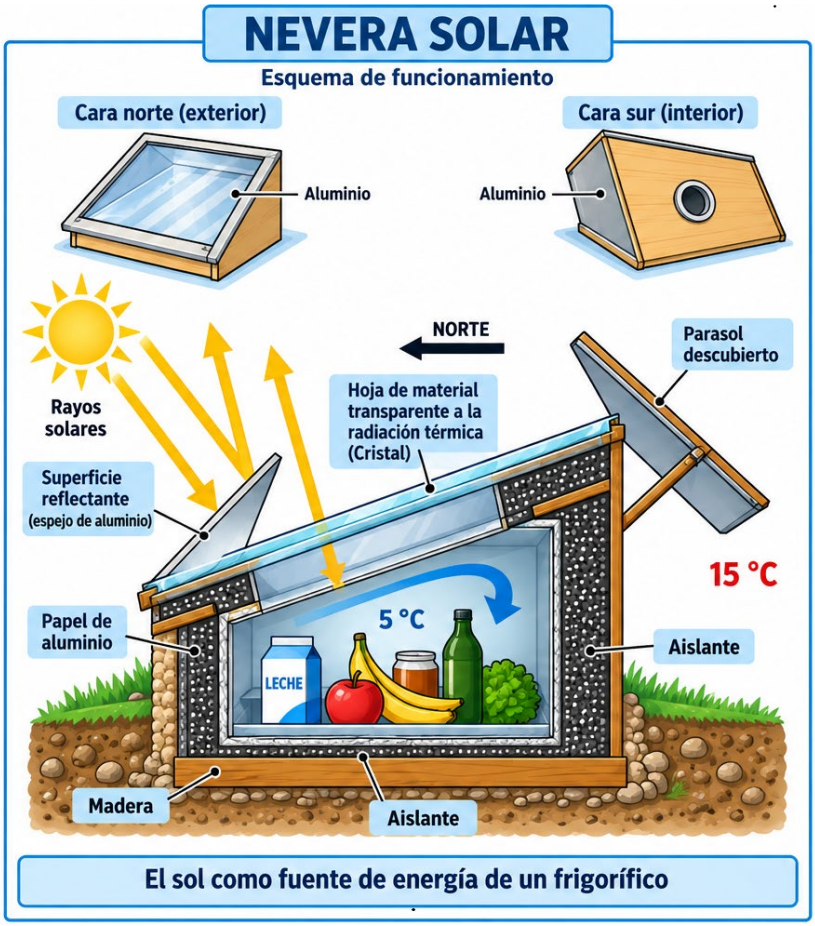
Protegerse de la radiación solar (exposición Norte); favorecer la emisión de la radiación natural; film polietileno transparente a la radiación térmica; material selectivo frío que refleje la radiación solar: aluminio, cal, vidrio, agua, hielo, film plástico: aislamiento térmico contra la radiación y conducción del suelo.

El refrigerador más sencillo es el pozo. Se reemplaza el polietileno por una tapadera aislada y pintada de blanco reflejante. La tapa debe permanecer cerrada durante el día para protegerlo de la radiación solar y abierta durante la noche, para favorecer la radiación natural. El aire frío es más denso y se acumula en el fondo del pozo.

La Tierra al emitir rayos infrarrojos hacia el cielo, tiene tendencia a enfriarse, debido a que éste también emite, hacia la Tierra. Si el día está cubierto se produce un equilibrio, pero si la atmósfera está muy limpia y seca, la energía emitida por el suelo será superior a la emitida por el cielo, entonces podemos perder de **80 a 120W.** de calor por m². Este fenómeno explica las heladas, (condensación de vapor de agua sobre una superficie fría: la Tierra).

Aislar un cuerpo del exterior es bastante fácil. Construimos una caja con las paredes aisladas y cubierta por una hoja de plástico de polietileno que dejará pasar las radiaciones infrarrojas, pero impedirá el contacto del ambiente exterior con el aire interior. La enterraremos hasta la mitad y la parte que queda fuera la pintamos de blanco o la cubriremos de aluminio.

Si colocamos un cuerpo al abrigo de los cambios de temperatura externa, podemos conseguir temperaturas muy bajas, hasta 15°C por debajo de la temperatura exterior.



EL SOL COMO FUENTE DE ENERGÍA DE UN FRIGORÍFICO TRADICIONAL POR ABSORCIÓN

Se trata de introducir el sol como fuente de energía suficiente dentro de las fuentes energéticas usadas en el frigorífico de absorción (butano, alcohol, petróleo...).

Principio de los frigoríficos por absorción: cuando un líquido se transforma en gas absorbe calor; cuando un gas se transforma en líquido libera calor. La absorción de calor necesaria para el cambio de estado es lo que crea el frío.

La parábola concentra la radiación sobre el recipiente. Una vez calentada la solución, el amoníaco se evapora y alcanza el segundo recipiente que está inmerso en el agua, donde se condensa. El amoníaco del recipiente segundo se enfría por contacto con el agua.

NOTAS

1º Recipiente metálico estanco, conteniendo una solución de amoníaco: 1'75 de amoníaco y 2'2 de agua.

Tubo de plástico o metálico para resistir presión de 10 atmósferas.

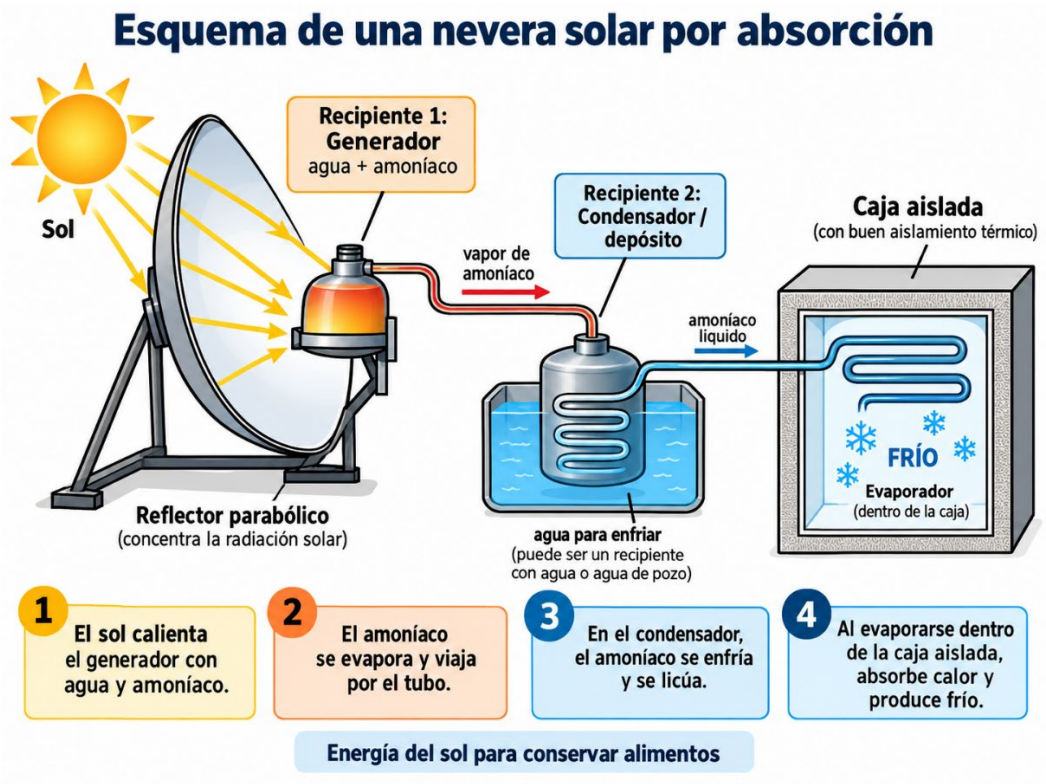
2º Recipiente metálico estanco.

Una vez realizada esta operación se quitan los dos recipientes del conjunto y se coloca el segundo en una caja aislada. El recipiente nº 1 está más frío que el 2, entonces tiende a absorber el amoníaco, que al evaporarse absorbe el calor de la caja aislada, creando frío.

Rendimiento total = Calor absorbido por la evaporación / Calor proporcionado por el sol.

En este ejemplo de nevera, 4 horas de exposición al sol proporcionan para 24 horas una temperatura de unos cinco grados. Con diez litros de solución es posible, en las mismas condiciones, producir 4'5Kg. de hielo.

Se utilizan las soluciones de agua-amoníaco, ya que el amoníaco tiene una baja temperatura de ebullición: -40° y absorbe grandes cantidades de calor cuando se evapora, (327 calorías/gr.), pero al ser tóxico se sustituye por el freón, aunque éste absorbe menos calor.



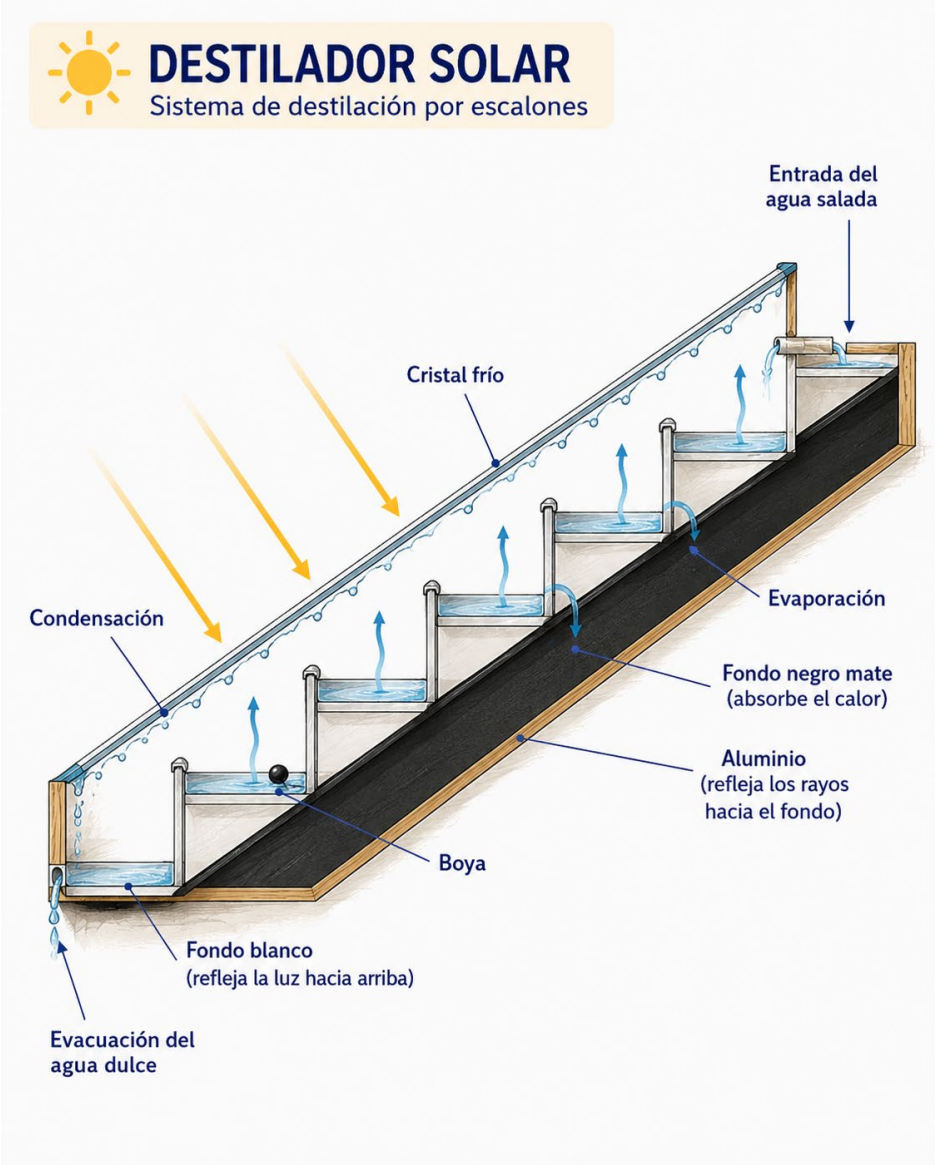
DESTILADORES

Es necesario destilar el agua, ya sea en caso de penuria, reciclar el agua usada, ya sea en caso de una fuente de agua no potable, salada, etc.

Las limitaciones de la destilación solar vienen dadas por el calor de vaporización del agua y la energía solar disponible. Calentar un gramo (1cm³) de agua de 20°C a 50°C y evaporarlo requiere 500 calorías.

En un día claro de verano la radiación solar aporta a cada cm² de superficie horizontal 500 calorías. Es pues teóricamente posible destilar un espesor de agua de 1cm. cada día. El rendimiento de los destiladores es de un 35%. Es posible destilar 3'5cm.

Otro sistema simple es parecido al del colector plano; el agua de mar se coloca en un recipiente de color oscuro, cubierto de cristal. El efecto invernadero acelera el calentamiento del agua, que se evapora y se condensa sobre el cristal. Este último está inclinado, el agua se recoge en la parte más baja. El recipiente tiene, por lo tanto, la forma de una escalera. El fondo del recipiente absorbe y el lateral refleja. Este sistema nos permite obtener de 3 a 6 litros de agua potable por día y por metro cuadrado de captador.

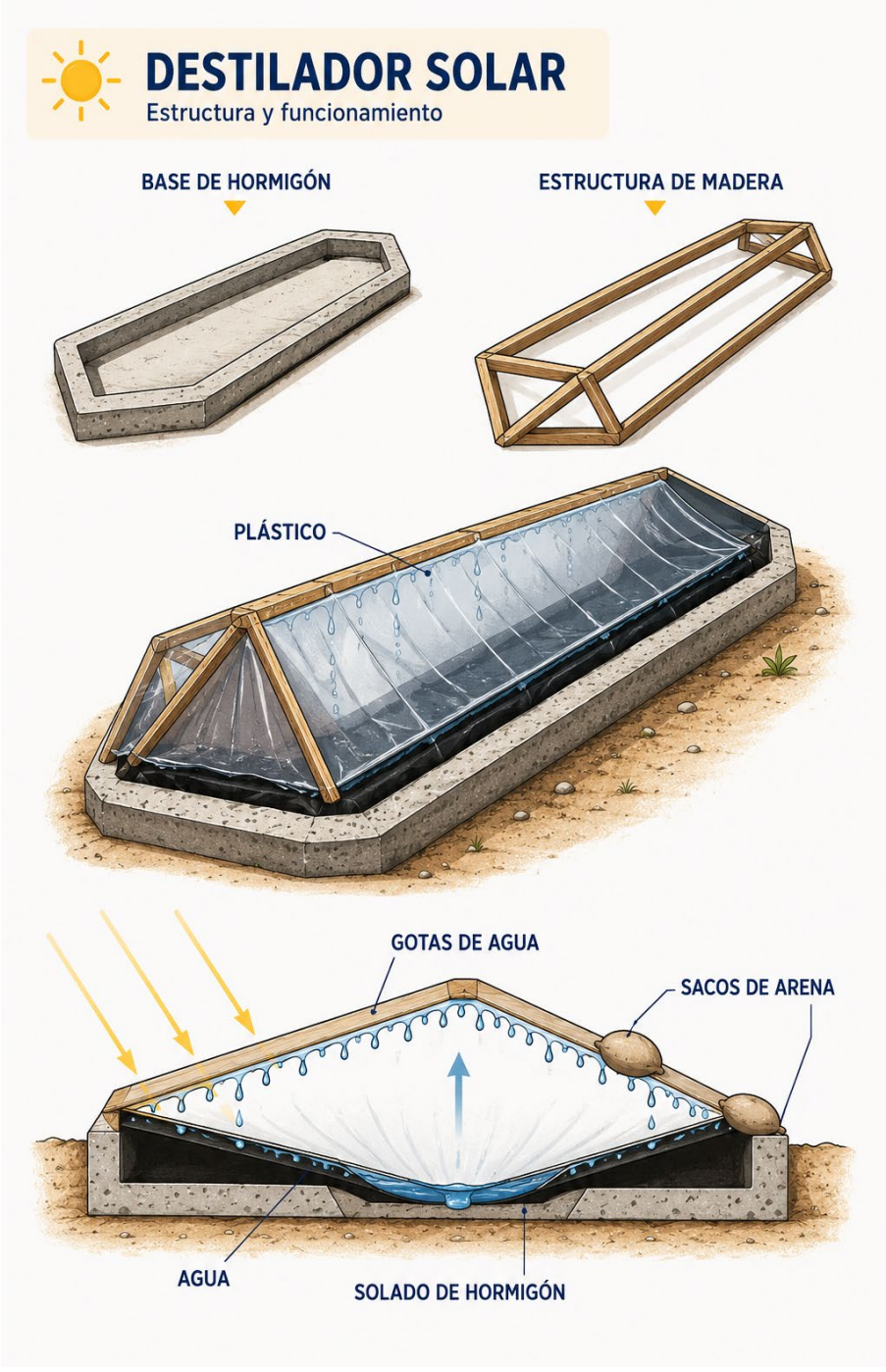


DESTILADORES PLÁSTICOS

Son baratos, irrompibles, muy ligeros, fáciles de instalar, pero tienen una duración bastante corta; la película plástica corre el riesgo de romperse con el viento.

Condensación en forma de gotas de agua que difunden y reflejan una parte de la radiación y que además algunas veces caen en el agua antes de resbalar por el canal (acción del viento).

Para transformar las gotitas en una película continua que disminuya las pérdidas de calor por infrarrojos hacia el cielo hay que aplicar detergente, pero sus efectos se acaban bastante rápido; utilizar un plástico hume decible (en ese caso el rendimiento alcanza un 40%): acetato de celulosa tratado con hidróxido de sodio, Tedlar tratado por raspaduras mecánicas, Mylar teñido para absorber los ultravioletas y evitar la degradación.



LA CONVERSIÓN FOTOVOLTAICA

Las fotopilas son capaces de convertir directamente la luz en energía eléctrica.

FUNCIONAMIENTO DE UNA FOTOPILA:

Estudiaremos las fotopilas de silicio, porque son las más sencillas, las más conocidas. El silicio monocristalino es normalmente un aislante eléctrico, su átomo tiene electrones libres, cuyo desplazamiento podría crear una corriente eléctrica: los cuatro electrones que forman la órbita externa se utilizan para establecer una relación con los átomos vecinos. ¿Cómo podemos crear energía eléctrica a partir de la luz?

Si en un mono-cristal de silicio introducimos unos cuantos átomos de fósforo, la estructura cristalina no se destruye: cada átomo de fósforo sustituye uno de silicio. Pero como el fósforo tiene cinco electrones en su órbita externa, uno de ellos queda libre y puede moverse en el material. El silicio, cargado negativamente por los electrones, es de tipo N. Si en lugar de fósforo introducimos átomos de Boro, (tres electrones en la órbita externa) se crean agujeros que se mueven igual que los electrones. El silicio, cargado positivamente por estos agujeros es de tipo P.

Si tenemos un disco de silicio monocristalino cargado P, (inicialmente) y si cargamos uno de sus lados N. Hemos realizado una unión P-N. Del lado P tenemos "agujeros" libre y cargas negativas fijas, (átomos de Boro con un electrón de más), del lado N y cargas negativas fijas y cargas positivas fijas (átomos de fósforo que han perdido un electrón). El campo eléctrico E creado por las cargas tiende a rechazar las cargas móviles de un lado y otro de la zona de transición. No pasa ningún tipo de corriente, ya que los agujeros del P no pueden ser reemplazados por los de N, ya que no tiene. Lo mismo sucede con los electrones del lado N.

Si un fotón (partícula de luz), se refleja en la zona de transición, arranca un electrón a un átomo de silicio y crea en su lugar un agujero. Movido por el campo eléctrico el agujero se desplaza hacia el lado P y el electrón hacia el lado N. Estos dos movimientos inversos corresponden a corrientes eléctricas del mismo sentido, ya que las cargas son opuestas. La energía eléctrica producida mediante este sistema es proporcional a la superficie que ilumina del conjunto y a la intensidad luminosa incidente. El rendimiento es de un 20% como máximo.

Las fotopilas están formadas por discos de silicio de 3 a 9cm. de diámetro y 300 micras de espesor. La unión P-N está constituida en la cara expuesta a la luz y cubierta de una reja metálica colectora, aunque la parte de atrás está completamente metalizada. Existen fotopilas que usan el sulfuro de cadmio en lugar de silicio.

Una vez colocadas las fotopilas no necesitan vigilancia ni mantenimiento. Naturalmente, se necesita instalar un acumulador, (baterías de 12 o 24 voltios, por ejemplo) junto a los paneles solares.

En E.E.U.U. la agencia de energía proyecta cubrir mediante la energía solar una cuarta parte de las necesidades americanas del año 2000, y producir en 1985 paneles de células fotovoltaicas con una potencia de 500W, y un precio de 0'5 dólares el vatio, precio que descenderá rápidamente a 0'1. El precio del vatio nuclear será de 1'12 dólares.

Un artículo de David Morris en el "Washington Post" critica la lentitud del programa, señalando que, si las células fotovoltaicas son tan caras, es porque se fabrican artesanalmente. Un fabricante americano ha reducido en dos, cinco veces el precio, haciéndolas en pequeñas series.

La electricidad solar puede ser rentable en 10 años y podría sustituir a la energía nuclear a fin de siglo.

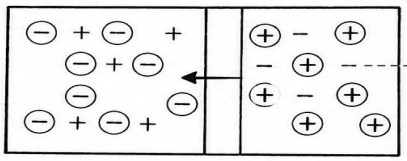
En Francia sostienen que no podrán producir más de 10Mw. en 1.985 y la E.D.F. (Electricidad de Francia) mantiene una publicidad que presenta a las células solares como un lujo demasiado caro, cuya aplicación imaginan los soñadores.

Pero, como señala Morris, las fotopilas pueden utilizar las colectividades locales, mientras que son inútiles para un tinglado de concentración energética y para acumular capital. Su desarrollo supone una elección política, mientras que el desarrollo nuclear supone una elección contraria.

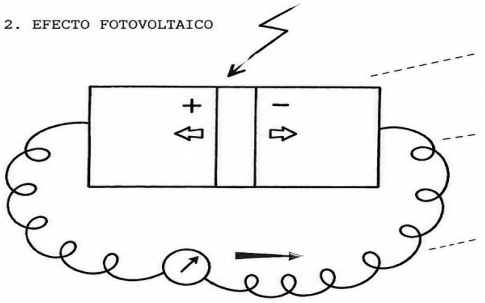
CONVERSIÓN FOTOVOLTAICA

La conversión fotovoltaica transforma la energía luminosa del sol en energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico en materiales semiconductores.

1. CELDA FOTOVOLTAICA (CORTE)



2. EFECTO FOTOVOLTAICO



La luz solar (fotones) excita los electrones y crea pares electrón–hueco.

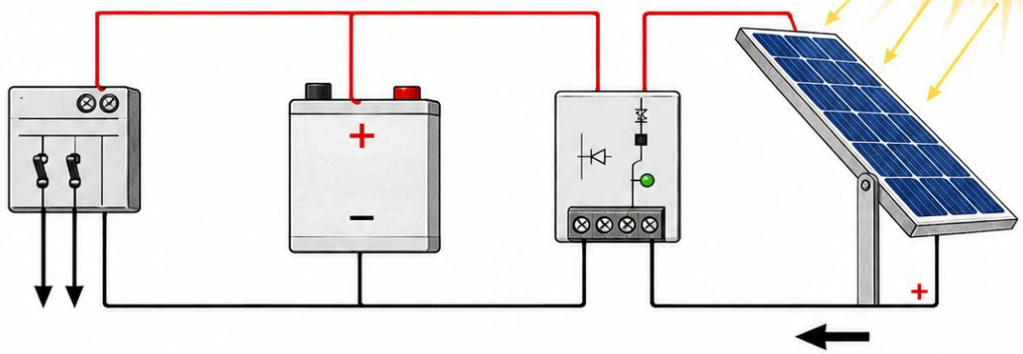
El campo eléctrico interno de la unión PN separa los cargadores: los electrones se mueven hacia el lado N y los huecos hacia el lado P.

Al conectar una carga externa, los electrones circulan a través del circuito generando corriente eléctrica.

SIMBOLOGÍA

- Hueco (carga positiva)
- Electrón (carga negativa)
- Flujo de electrones (corriente convencional)
- Luz solar (fotones)

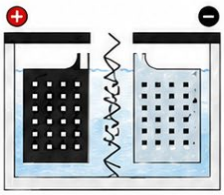
CONVERSIÓN FOTOVOLTAICA



CONSUMO



ACUMULACIÓN

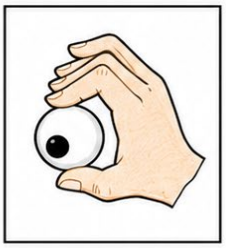


La energía eléctrica producida por el generador fotovoltaico, debe almacenarse total o parcialmente en baterías especiales, utilizables como:

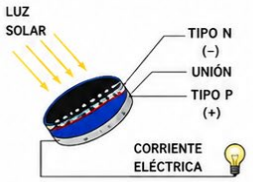
- Fuente de alimentación durante el período en el que haya imposibilidad de obtener energía del generador fotovoltaico.
- Apoyo entre el generador fotovoltaico y la utilización en los momentos de puntas de consumo.

REGULACIÓN

Para el sistema HAZSOLAR se han desarrollado sus propias unidades electrónicas PPPU y MPPT que realizan las funciones de regulación y protección de las baterías acumuladoras y la optimización de la máxima potencia a suministrar por el generador fotovoltaico independiente de la radiación que recibe, la temperatura de trabajo y el estado de la batería.



CAPTACIÓN



Una célula solar está constituida por una lámina de silicio cristalino impurfliciado convenientemente a fin de crear dos capas P y N transformándolo en semiconductor.

Al iluminar la capa tipo N se crea un campo eléctrico entre las capas N y P, apareciendo una tensión en bornes de la célula y al cerrar el circuito una corriente eléctrica. Efecto fotovoltaico.

La agrupación y conexión entre varias células constituye la unidad captadora o generador fotovoltaico FOTOCAP.

EL VIENTO

El viento es una de las consecuencias de los efectos de la energía solar sobre la Tierra: el sol calienta los diferentes puntos de la masa atmosférica de una forma desigual, creando variaciones de densidad del aire y, consecuentemente, de presión, produciendo corrientes de aire.

La energía del viento presenta las ventajas e inconvenientes de la energía solar: es inagotable, gratuita y no poluciona, pero es intermitente. El viento tiene dirección y velocidad, es irregular a escala de segundos (turbulencia), de minutos (ráfagas), de días y de semanas. Sin embargo, en condiciones regionales específicas y de microclima existen ciertos vientos de aparición regular.

En las regiones costeras, si la superficie marítima se calienta, son posibles en la tierra variaciones de temperatura de 10° y el aire en contacto con el sol se eleva siendo reemplazado por aire frío. Es la cotidiana brisa de mar. En la noche por la re-radiación terrestre, se produce la brisa de tierra.

"Ráfagas", sobre los flancos de una colina regular; se aprecia un acrecentamiento de velocidad del 20%.

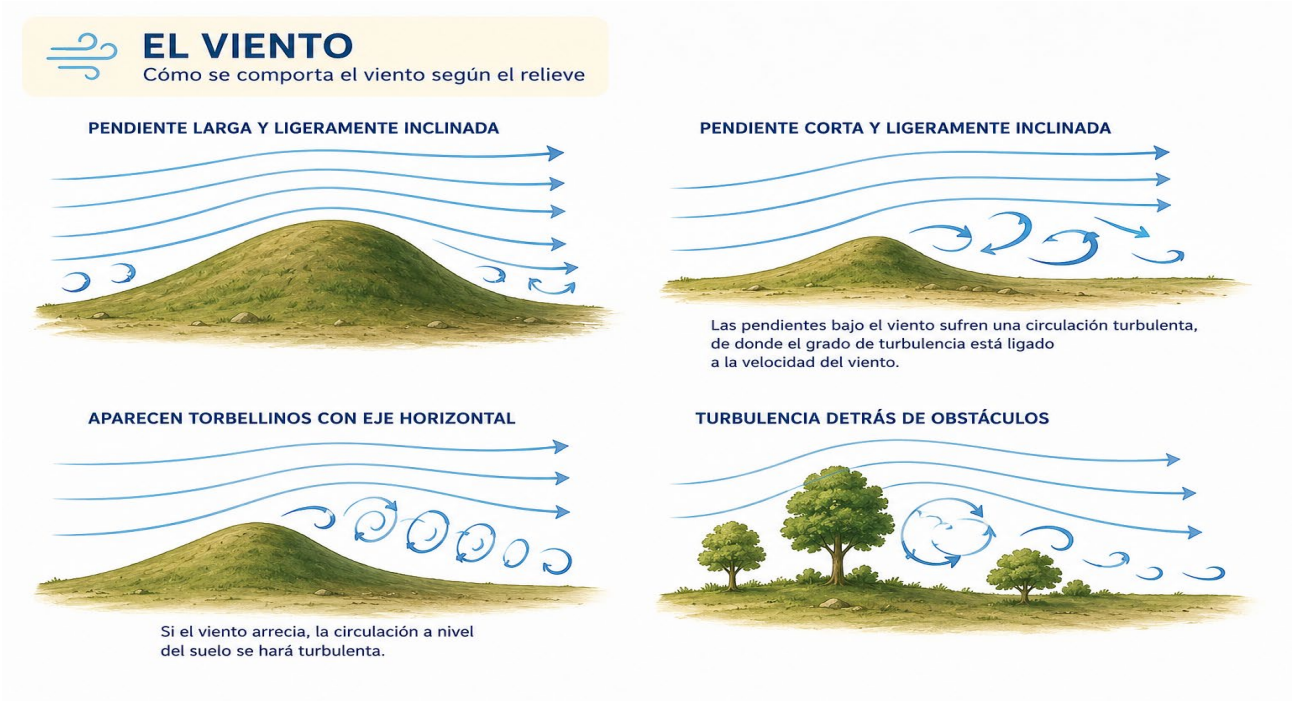
Las condiciones climatogeográficas permiten diferentes vientos tales como: tramontana, garbí, levante, cierzo, Moncayo. El viento tiene una variación mensual predecible. El semestre invernal recibe de 1'4 a 1'5 veces más energía que el semestre estival.

En España hay puntos donde la energía disponible es superior a 3.000KW/h y en otros sitios no llega a 200W/h/m²/año. La altitud hace variar para una misma región la disponibilidad del viento. El viento no va perpendicular a la gravedad, sino que va siguiendo las sinuosidades del suelo.

EMPLAZAMIENTO DE LOS MOLINOS

Hay que tener en cuenta la dirección predominante de acuerdo con la rosa de los vientos. Por lo general se tendrán en cuenta los obstáculos evitándolos en un radio de 200 a 300 metros y superándolos a ser posible en unos 10 metros de altura.

La variación de velocidad vertical se da en %, a partir de la velocidad obtenida a 5m. por encima de una colina. Según las características del viento, hay que tener en cuenta las variaciones de nivel y de la sinuosidad del suelo. Cerca del suelo, a causa del frotamiento, la disminución de las ráfagas de aire crea una circulación turbulenta, a veces violenta y de fuertes dimensiones.



PRINCIPIOS FÍSICOS

Un molino de viento es una máquina destinada a transformar la energía cinética del viento en energía mecánica utilizable.

Esta energía cinética referida a una partícula (molécula) de aire es igual a la mitad de la masa de la partícula por la velocidad al cuadrado de dicha partícula, o sea: 1/2 M·v2. Siendo el volumen de aire que pasa por unidad de tiempo a través de un área A con una velocidad V igual al producto de dichos valores A × V. La masa de aire que pasa será su densidad por el volumen: M = ρAV. Sustituyendo dicho valor en la fórmula de la energía cinética tendremos su valor por unidad de tiempo, o sea la potencia.

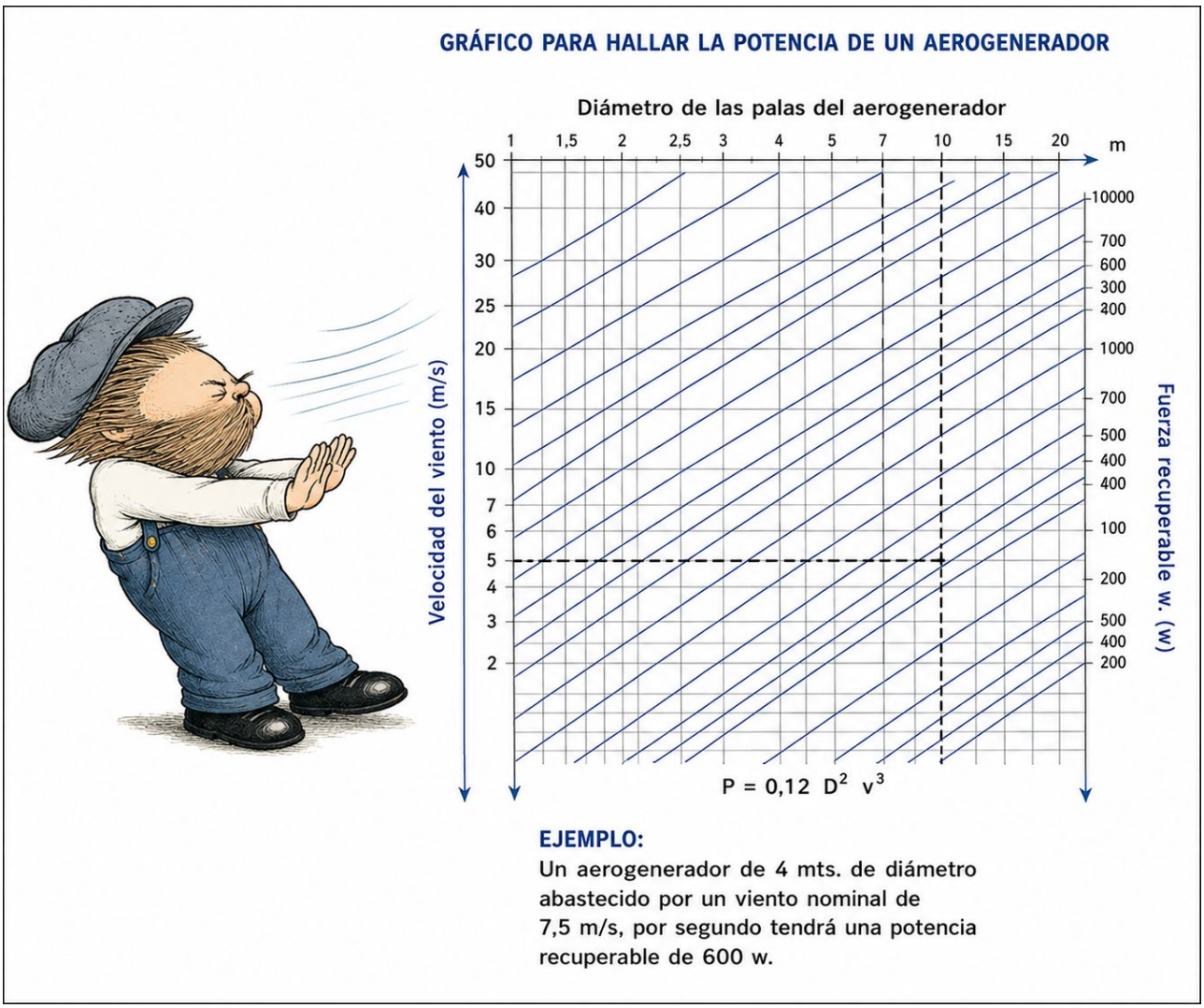
Potencia = Energía cinética por unidad de tiempo

Suponiendo ahora que el área interceptada por el molino es π D²/4, siendo D el diámetro de la hélice del molino, tendremos que la potencia será: P = 1/2 · ρ · π · D²/4 · V³ Para expresar la potencia en Kilovatios, siendo D metros y V metros por segundo, utilizaremos directamente esta fórmula:

$P = 472 \cdot 10^{-6} \cdot D^2 \cdot V^3$

Pero la potencia máxima que puede, en teoría, extraerse de un molino es 0'593 veces la potencia teórica dada anteriormente.

En la práctica, el factor que emplearemos será 0'4 como mucho.

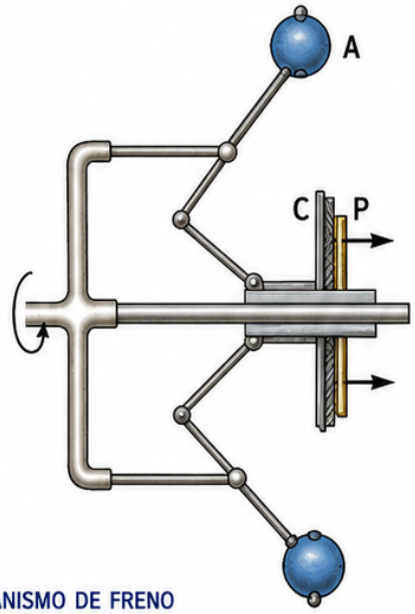


ORIENTACIÓN Y REGULACIÓN

Como sistema de orientación suele utilizar se una cola que solo será efectiva si queda por encima del ataque del viento sobre la hélice. Otra posibilidad será prescindir de la cola y atacando el viento por detrás se autorientará por la forma del cono.

La regulación es uno de los problemas más importantes de un molino de viento para evitar los riesgos de aceleración excesiva y ruptura de palas. Se pueden imaginar varios sistemas de regulación:

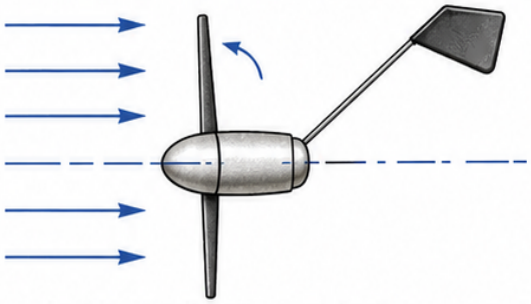
- La regulación aerodinámica actuará en sus diferentes variantes sobre la pala haciendo la girar para que ofrezca menor resistencia al paso del viento y consecuentemente gire más lentamente.
- La regulación mecánica en lugar de actuar para desorientar las palas lo hará para frenarlas.
- La regulación eléctrica se basará en el principio de que cuanto más aumenta la velocidad mayor será la reacción del inducido a partir de un cierto valor de esta reacción se podrá actuar contra la orientación del sistema o sobre la excitación del generador para que ofrezca mayor resistencia a partir de un cierto valor de viento.



MECANISMO DE FRENO

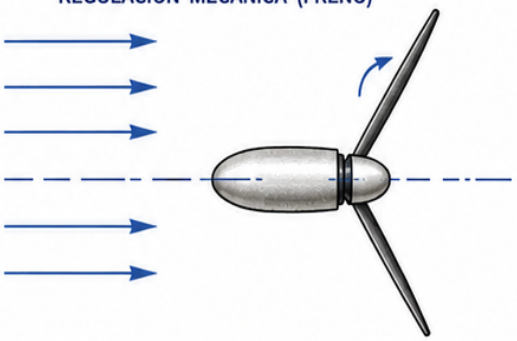
Las masas A, se apartan del eje por la fuerza centrífuga, y llevan el disco o C (pastilla de freno) sobre el plato P (fijo) que hace de tope. Hay rozamiento mecánico de C sobre P y se produce el frenado.

REGULACIÓN AERODINÁMICA



La pala gira sobre su eje para disminuir la resistencia al viento y reducir la velocidad de giro.

REGULACIÓN MECÁNICA (FRENO)

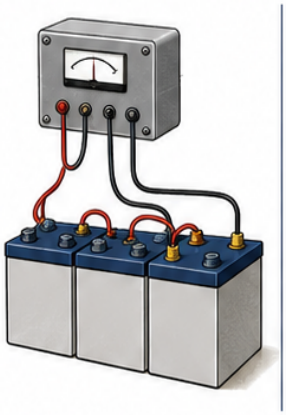


Las palas se orientan para ofrecer mayor resistencia al viento y así frenar el rotor.

ALMACENAMIENTO Y REGULACIÓN

El sistema más simple lo constituyen las baterías de acumuladores (tipo plomo o cadmio-níquel), su capacidad se determinará teniendo en cuenta: la potencia media absorbida por la instalación (dada por la velocidad media de viento disponible) la potencia nominal del generador y el periodo más largo sin viento productivo y previsible.

Si la producción de energía es superior a la capacidad de las baterías más el consumo, se tendrá que proveer este exceso mediante un control de fin de carga del circuito eléctrico.



Así mismo será interesante prever los excesos de descarga sobre la batería cuando el consumo sea mayor que la producción.

LA ENERGÍA DEL VIENTO EN EL HÁBITAT

ANÁLISIS DE LAS NECESIDADES DOMÉSTICAS

El viento puede tener muchas aplicaciones a nivel doméstico, agrícola y de granja. El bombeo directo es una técnica bien diferente y que no necesita una investigación tan elaborada como la del aerogenerador.

TIPOS Y UTILIZACIÓN DE MOLINOS DE VIENTO

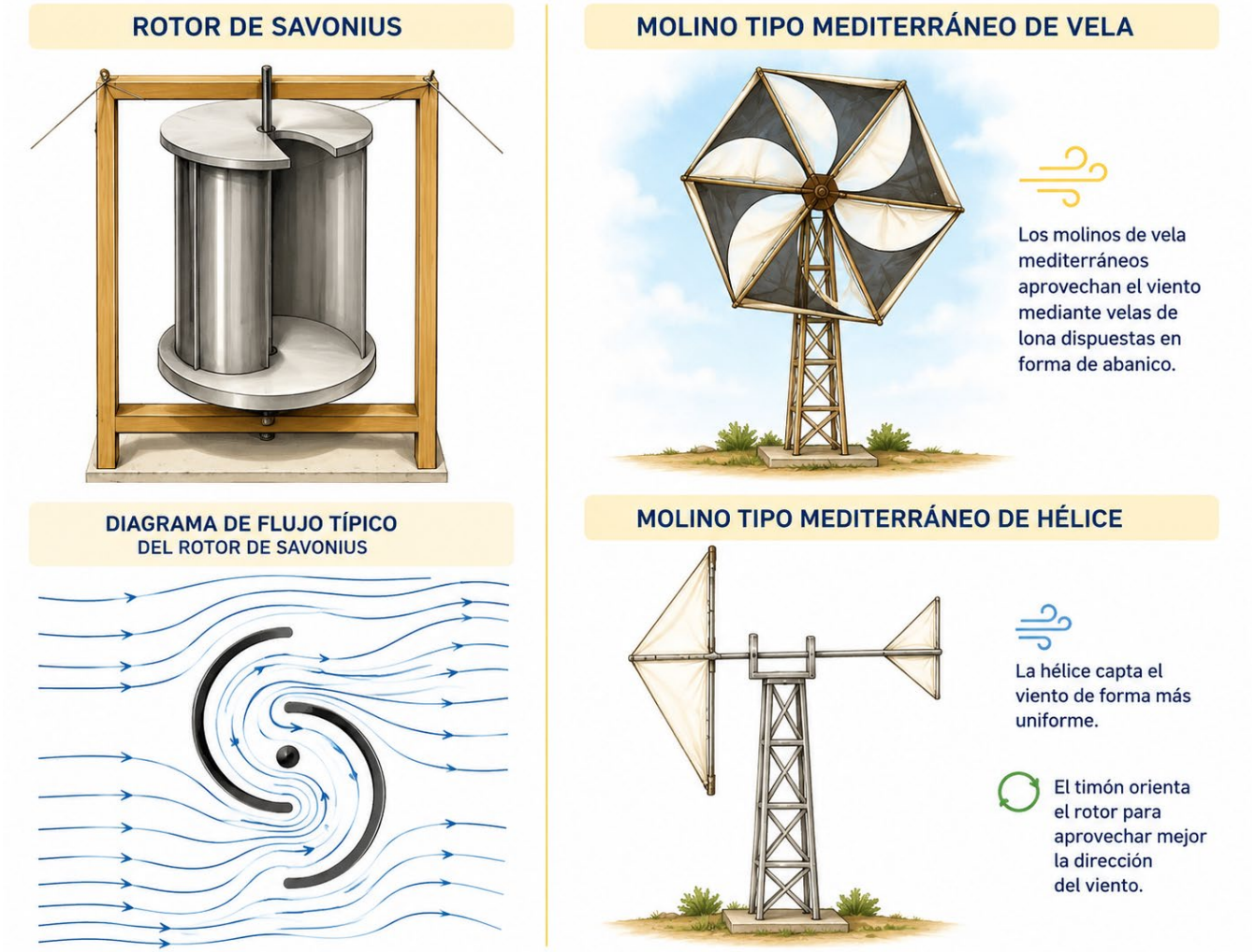
Los hay de dos tipos: molinos de eje vertical, que pueden aceptar vientos de cualquier dirección, no necesitando sistemas de orientación; y molinos de eje horizontal, que requieren sistemas de orientación, pero tienen mejor rendimiento.

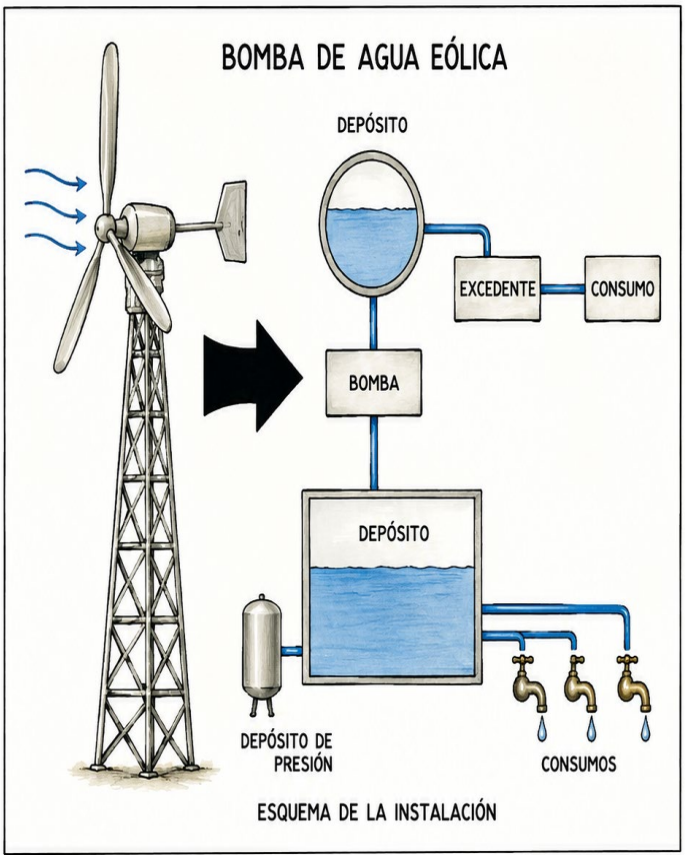
Otro enfoque podría dividirlos en molinos cuya hélice se mueva en la dirección del viento y aquellos cuya hélice se mueve perpendicular a la dirección del viento. Los primeros tienen una relación U/V menor que 1; los segundos la tienen mayor que 1.

- U es la velocidad en la punta de la hélice.
- V es la velocidad del viento.

Un molino de viento tiene aplicaciones muy diversas.

Para el bombeo cualquier tipo de máquina es aceptable; el tipo escogido depende de las velocidades del viento, así como del material y dinero disponibles. Si el diseño es simple y los vientos constantes pero bajos será interesante utilizar un tipo Savonius o tipo griego de vela. Si hay más dinero disponible y velocidades constantes de viento fuerte, será entonces más interesante diseñar uno de tipo hélice. Para otras aplicaciones metálicas tales como funcionamiento, herramientas mecánicas, moler, aire comprimido, etc., se aplica el mismo criterio que para bombeo.







GENERADORES

La combinación de las necesidades eléctricas con la capacidad del sistema de almacenamiento (basado en la velocidad media disponible) determinará el tamaño del generador necesario.

Dado que la velocidad de la hélice raramente excede las 300-400 rpm., será interesante diseñar el generador para que produzca amperios a estas revoluciones.

Generadores convencionales, sobre todo los alternadores, están diseñados para funcionar a elevadas velocidades de rotación (1800-4000), necesitando un sistema de engranajes que multiplique las revoluciones de la hélice y teniendo unas pérdidas por fricción proporcionales al factor de multiplicación necesario.

Las ventajas del alternador sobre la dinamo están bastante en contradicción, existiendo partidas de una y otra solución. Las tensiones más prácticas para utilizar serán 12, 24 o 36 voltios, que permiten iluminación y pequeños consumos, producción y almacenamiento ya existentes en el mercado o como material de recuperación.

ILUMINACIÓN

Las lámparas de fluorescencia consumen menos energía para dar la misma luz que las de incandescencia; pero su tipo de luz es más desagradable y antiestético, y funcionan en corriente alterna.

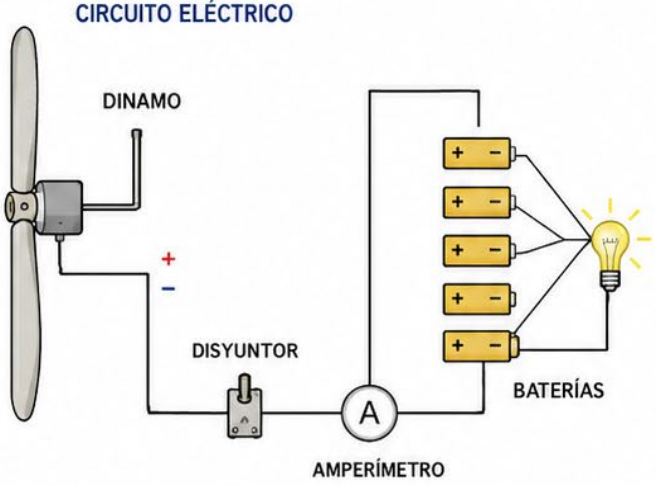
Radio, tele, tocadiscos, magnetófonos y demás instrumentos que lleven un motor funcionan en corriente alterna; y aunque casi todos consuman poca energía, algunos de ellos precisan que la velocidad del motor sea regular, debiendo tener el convertidor estático una buena regulación de corriente. Otros aparatos domésticos pueden adaptarse a corriente continúa cambiando su motor. Es preferible usar resistencias como elemento calefactor y, por ejemplo, en el caso concreto de una lavadora, el agua caliente puede suministrarse vía calentamiento solar.

La conversión de la corriente continua a un nivel de tensión diferente mediante un convertidor que puede ser estático o dinámico. Actualmente es preferible el convertidor estático, debido a la disponibilidad de sus componentes (transformador, transistores...). Lámparas de incandescencia que funcionen en corriente continua se encuentran en el mercado para voltajes de 12, 24 e incluso 36 voltios.

PRODUCCION DE ELECTRICIDAD

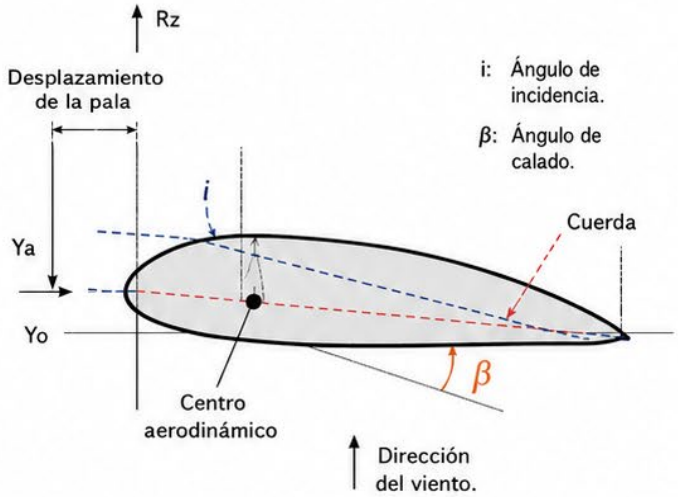
Debido a la elevada velocidad a que giran todos los generadores y para evitar el dáño en los engranajes es interesante utilizar un tipo de hélice, adecuado al número y tamaño de las palas al tipo de viento disponible.

CIRCUITO ELÉCTRICO



Entre otras aplicaciones que se le pueden dar a los molinos tenemos:

- compresión de vapor sobre todo para bombas de calor
- calentamiento de agua por freno hidráulico
- descomposición electrolítica de agua en hidrógeno y oxígeno por medio de la electricidad producida por el generador.



TECNOLOGÍA

AERODINAMISMO

La pala se ve sometida a dos acciones:
- la del viento real (considerado ahora paralelo al eje)
- la del aire en rotación.

La combinación de ambas da el valor y la dirección del viento relativo.

El número de palas no interviene en el cálculo teórico de la potencia. La elección se hace, entre dos, tres o más, raramente cuatro palas. No hay regla. Las palas pesan menos pero tres facilitarán el equilibrio, tendrán menos vibraciones y se conseguirá un rendimiento mayor.

El ancho de la pala se tomará como: $D/25 \leq L \leq D/20$

Para su construcción se tendrán en cuenta las cualidades del material a utilizar, debe ser elástico, ligero, resistente (madera, fibra de vidrio, poliestireno expandido, tela de barco con armazón).

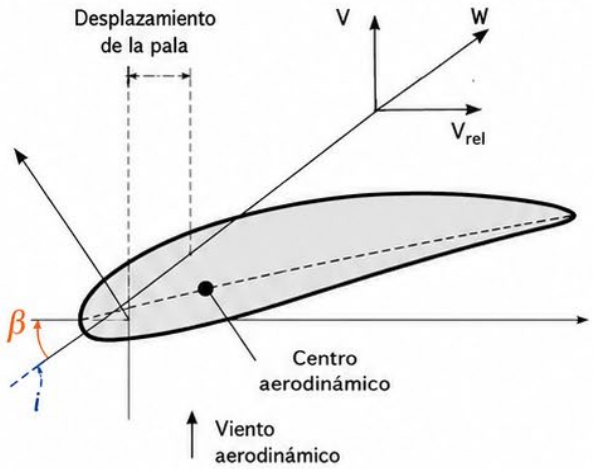


TABLA DE MEDIDAS PARA LA CONSTRUCCIÓN DE LAS PALAS DE LOS MOLINOS DE VIENTO

(X , YA , YB ver dibujo superior)

X mm	YA mm	YB mm
0	0	0
1'25	3'07	– 1'79
2'5	4'17	– 2'48
5	5'74	– 3'27
7'5	6'91	– 3'71
10	7'84	– 3'98
15	9'27	– 3'71
10	7'84	– 3'98
15	9'27	– 4'18
20	10'25	– 4'15
25	10'92	– 3'98
30	11'25	– 3'75
40	11'25	– 2'25
50	10'53	– 2'74
60	9'30	– 2'14
70	7'63	– 1'55
80	5'55	– 1'03
90	3'03	– 0'57
95	1'67	– 0'36
100	(0'16)	– (0'18)

BIOFUELES ENERGÍA SOLAR INDIRECTA:

ENERGÍA SOLAR ATRAPADA EN COMBUSTIBLES BIOLÓGICOS (BIOFUELES)

La actividad humana que más se beneficia del sol es la agricultura. Esta se debe a la capacidad única que tienen las plantas de convertir el 0'02% de la radiación solar incidente en energía acumulada químicamente mediante el proceso de la fotosíntesis. Las plantas absorben agua y anhídrido carbónico del aire y del suelo y hacen uso de la energía solar para convertir estos compuestos en hidratos de carbono, tales como los azúcares, féculas y almidón. La energía lumínica se convierte en energía química enlazando las moléculas más sencillas para dar hidratos de carbono. En la fotosíntesis tan sólo intervienen la fracción de energía luminosa de longitudes de onda comprendidas entre 0'3 y 0'7 micras, mientras que una célula fotoeléctrica de silicio emplea longitudes de onda comprendidas entre 0'3 y 1'1 micras.

Cuando un animal come una planta, los enlaces moleculares de ésta se rompen por oxidación (las moléculas complejas de la planta se parten al reaccionar con el oxígeno durante la respiración del animal) y se libera energía metabólica, es decir la que necesita el animal para regenerar sus fuerzas, para alimentar los órganos de su cuerpo y para crecer. La oxidación de la materia vegetal en un animal es un proceso análogo al de quemar combustible, que es el sistema más sencillo de emplear la energía de las plantas para producir calor, accionar una máquina, etc. Si una planta se descompone, en vez de ser comida por un animal, su energía acumulada se libera en gran proporción, en forma de calor.



MADERA (LEÑA)

En 1950 la madera todavía contribuía en un 4% a la demanda energética mundial.

De los 4'8 billones de hectáreas de bosque primigenio, 1'2 billones se explotan actualmente de un modo regular para la producción de leña y otros 2 billones son todavía selvas vírgenes; el resto ha sido completamente talado para dar paso a la agricultura, a las ciudades, a las vías de comunicación, etc.

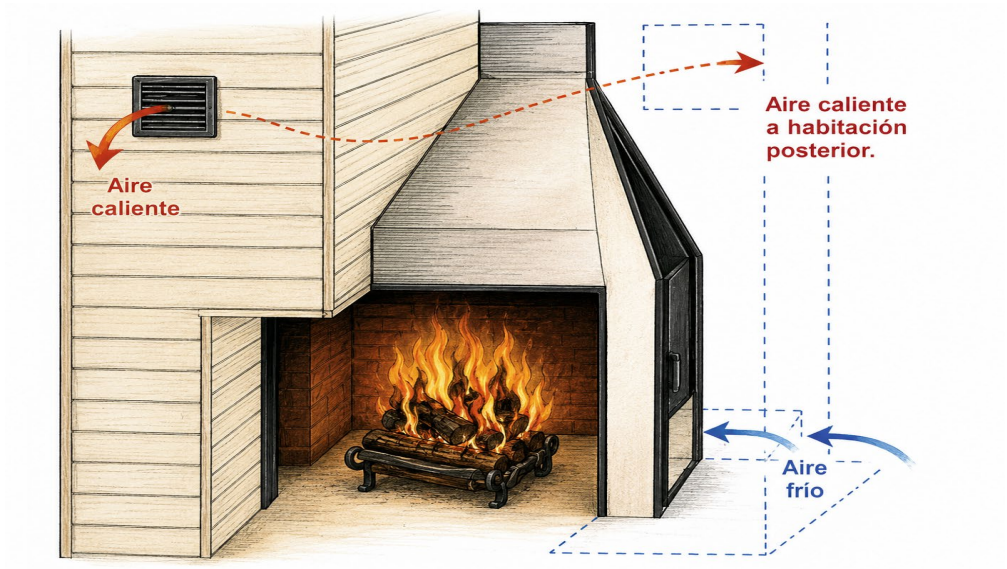


Una hectárea de bosque mixto, con árboles de edades y especies diferentes, suministra unas 7'4 toneladas de leña útil al año; un bosque de pinos unas 10 toneladas por hectárea (lo cual no es óbice para plantar pinos por todas partes, pues acidifican y empobrecen extraordinariamente el suelo, produciendo desequilibrios biológicos) y una pluviselva tropical, unas 59 toneladas por hectárea al año.

Si todo el carbono contenido en las 175 x 10^9 toneladas de materia orgánica seca producida anualmente por la biosfera se quemasen con un 75% de eficiencia, liberarían una energía equivalente a unos 500 x 10^{12} kWh., es decir unas 10 veces la energía que se consumió en el mundo en 1.970. Usada como combustible, la madera tiene un poder calorífico de 4'2kWh/Kg.

El modo más efectivo de usar las plantas como fuente de energía es quemarlas. Una buena combustión puede liberar una mayor proporción de su poder calorífico que cualquier otro tipo de conversión secundaria de su energía. Se pueden adquirir aparatos para quemar madera, como estufas o cocinas de leña con eficiencia del **75%** como mínimo, aunque son probablemente difíciles de encontrar en el mercado español. Los más eficientes de estos aparatos tienen cámaras de combustión secundarias donde se queman el hidrógeno y el monóxido de carbono liberados por la combustión de la madera, con el fin de aumentar el valor total de la energía obtenida. También se pueden citar aquí las chimeneas "integradas", provistas de una cámara metálica plana en contacto con el fuego que aspira y calienta el aire frío que, por su mayor densidad, quemaba nivel del suelo de la habitación, para repartirlo hacia las otras habitaciones mediante conductos debidamente aislados. Estas chimeneas también pueden estar provista de dos ganchos colgados de la cámara vertical, gracias a los cuales la leña se dispone de modo tal, que su radiación hacia el ambiente, cuando se quema, sea máxima.

También son notables los tubos metálicos de largo recorrido que transportan los humos calientes de una estufa a través de toda una habitación, o incluso varias, aumentando así su eficiencia real, pues calientan extraordinariamente bien el ambiente por radiación, a través del metal y por convección del aire que entra en contacto con éste. La leña se puede emplear también para accionar máquinas a vapor de uso industrial como la de la fábrica de muebles de **High Wycombe**, en el **Buckinghamshire (Gran Bretaña)**, cuya caldera se alimenta con virutas de madera y el vapor que allí se forma, acciona un generador que suministra energía eléctrica a toda la maquinaria de la fábrica.



La madera y otros materiales vegetales pueden ser convertidos en otros tipos de combustibles sólidos o líquidos, tales como el alcohol etílico (el mismo que el de las bebidas alcohólicas), y el carbón en madera. Estos combustibles se emplearon en grandes cantidades durante la guerra en países productores de madera. Durante la segunda guerra mundial, en Suecia, el ingeniero forestal **Edward Lundh**, multiplicó la cosecha anual efectiva de madera para combustible, mejorando las prácticas forestales. Los autobuses, tractores y barcos bien equipados con generadores de gas de madera que producían una mezcla que consistía básicamente en monóxido de carbono, dióxido de carbono, metano e hidrógeno que alimentaban directamente el motor como un sustituto del petróleo.

En España durante los años cuarenta e incluso a principios de los cincuenta muchos vehículos iban equipados con unidades productoras del gas de madera (**motores de gasógeno**). También se destilaba madera para fabricar lubricantes para motores, se convertía en piensos para el ganado vacuno a base de celulosa y, fortificándola con harina de soja y levadura, se vendía como sustituto de la carne. Estos usos de la madera dejaron prácticamente de existir después de la guerra porque resultaba caros en comparación con las materias primas convencionales; no obstante, mostraban cuantos requisitos de un sistema convencional de uso de energía, podían cumplirse con un combustible renovable.

METANO

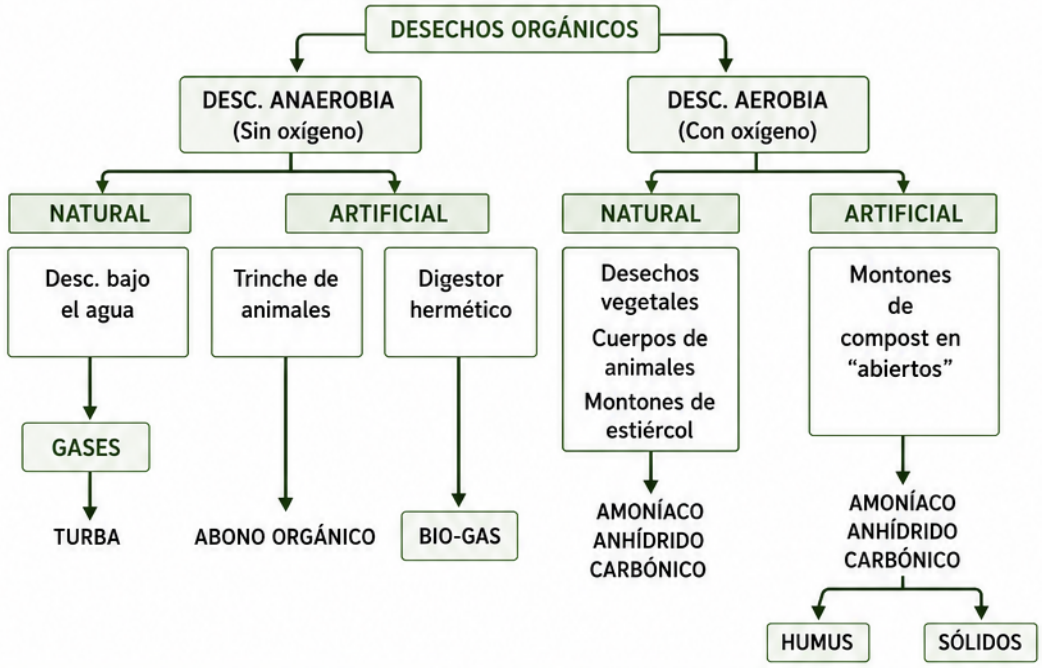
GENERACIÓN DE METANO

Cuando la materia orgánica se descompone, se forman productos de utilidades diversas. El tipo de productos que se forman depende de las condiciones bajo las cuales tiene lugar la descomposición.

Cualquier clase de material orgánico puede descomponerse de una manera u otra, más o menos lentamente, pero los productos finales, serán bastante distintos según se dé una u otra forma de descomposición.

DESECHOS ORGÁNICOS

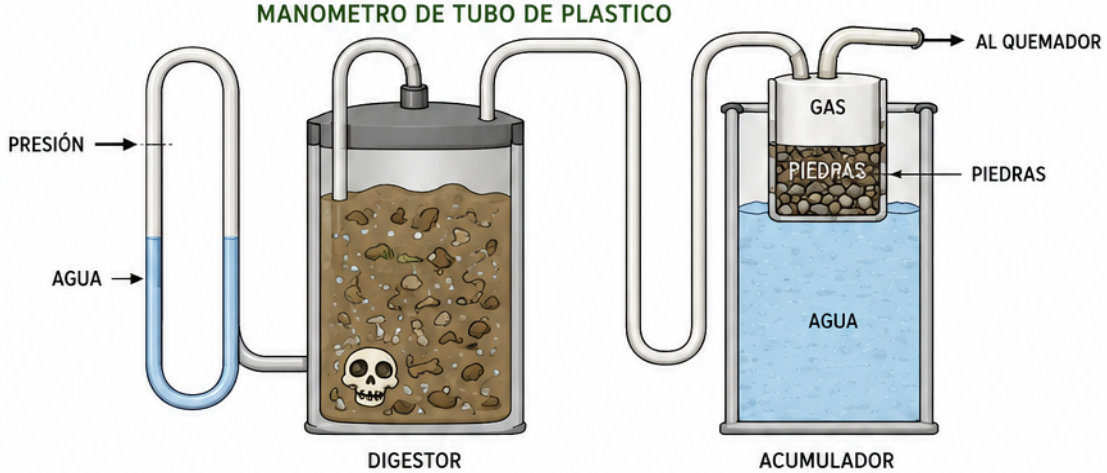
PRODUCTOS FINALES DE LA DESCOMPOSICIÓN



Se puede reproducir o incluso acelerar el proceso anaeróbico natural poniendo los desechos vegetales (estiércol y materia vegetal) en un recipiente aislado y hermético, sin aire, llamado DIGESTOR. Este dos clases de digestores: los digestores que se llenan en una horada, es decir que se llenan de una vez y se precintan a continuación y no se vacían hasta que la materia en descomposición deja de producir gas.

Los digestores en continuo, a los cuales se alimenta por pequeñas fracciones a intervalos regulares, de tal modo que la producción de gas y de abono puede ser continua. Este último tipo de digestores suele alimentar continuamente con una carga de desechos orgánicos frescos, molidos y mezclados con agua, que desplazan a la carga del anterior y ya ha empezado a ser digerida por las bacterias y otros microbios. Cada carga introducida en el digestor se va desplazando.

MANOMETRO DE TUBO DE PLASTICO



hasta un punto en el cual son activas las bacterias productoras de metano. En este punto se forman grandes burbujas que salen a la superficie, donde se acumula el gas. Este es muy similar al gas natural y se puede usar directamente, para producir calor o luz (quemándolo), o almacenarlo para algún uso futuro, o comprimirlo en botellas para hacer funcionar motores accionados por el calor. La digestión es cada vez más débil a medida que los materiales se acercan al orificio de salida del digestor y el residuo empieza a estratificarse en capas bien definidas, según se indica en el siguiente diagrama:

FASES	UTILIDADES
GAS	Bio-gas → **Gas combustible**
LÍQUIDO	Espumas → **Abono, aislante**
	Sobrenadante → **Biológicamente activo**
SÓLIDO	Barros digeridos → **Abono**
	Sólidos inorgánicos

Barros, los sólidos que resultan de la digestión del abono orgánico fresco, que han sido reducidos a un **40%** de su volumen original. Los barros semilíquidos o secos constituyen un abono excelente para los campos y los estanques de cría de peces.

Sobrenadante, los líquidos que resultan de la digestión de la parte líquida de la mezcla original. Su valor fertilizante no es tan grande como el de los barros pues contienen los sólidos disueltos.

Espumas, una mezcla de material fibroso burdo liberado por el material fresco, tanto sólido como líquido y por el gas. La acumulación y extracción de las espumas es uno de los problemas más serios que aparecen al hacer funcionar el digestor. Cuando se producen en cantidades moderadas, pueden actuar como aislante, pero si se forman grandes cantidades, puede llegarse a detener la digestión.

Bio-gas, el gas que se forma en la digestión, muy similar al gas de los pantanos, contiene un 70% de metano (CH_4), un 29% de anhídrido carbónico (CO2) y (CH4) trazas insignificantes de oxígeno y ácido sulfhídrico (SH_2), que le da al gas su olor característico a huevos podridos, muy útil para localizar una fuga o cualquier otro fallo del sistema.



BIOLOGIA DE LA DIGESTIÓN

Lo que se debe tener más en cuenta es el hecho de que se trata de un proceso biológico en el que intervienen toda una serie de reacciones causadas por dos clases de bacterias anaeróbicas que se alimentan de materia orgánica fresca. Las bacterias ácido-productoras fragmentan la materia orgánica en compuestos sencillos, principalmente ácidos acéticos y las bacterias metano-productoras convierten estos compuestos orgánicos sencillos en gas metano.

El éxito de la operación depende de que se mantenga un equilibrio entre estas dos clases de bacterias, lo cual se consigue mediante una alimentación a intervalos regulares, un PH (grado de acidez) de la mezcla en digestión adecuado, una temperatura óptima de unos 32-35º y unos materiales orgánicos frescos de buena calidad. De hecho, en la digestión de la mezcla de material fresco, tan sólo una parte de ésta es convertida en metano y barros. El resto es indigerible en mayor o menor grado y se acumula en el digestor o se extrae en le fracción de espumas a los barros.

Por ejemplo, si el material fresco se compone de 100 kilos de estiércol fresco de pollo, 72 a 80 kilos no son otra cosa que agua y de la fracción restante (el 20 a 28% de la masa total), tan sólo el 75-80%, es decir 15 a 24 kilos, es digerible.

Producción de estiércol. Cuando veas una tabla en la que se indica la cantidad de excrementos producidos por diferentes tipos de ganado o animales de corral, ten en cuenta que lo más probable es que no corresponda a la cantidad real que producen tus animales y ello por tres razones principales:

1. La producción de estiércol varía según el tamaño del animal.
2. No todo el estiércol que se produce es fácil de recoger y ello depende del tiempo en que están los animales encerrados en sus corrales o establos y del perfeccionamiento de la recolección de excrementos.
3. El tipo de estiércol que se recoge puede ser excremento fresco (heces y orina), mezclado con paja, sólo heces húmedas, etc.

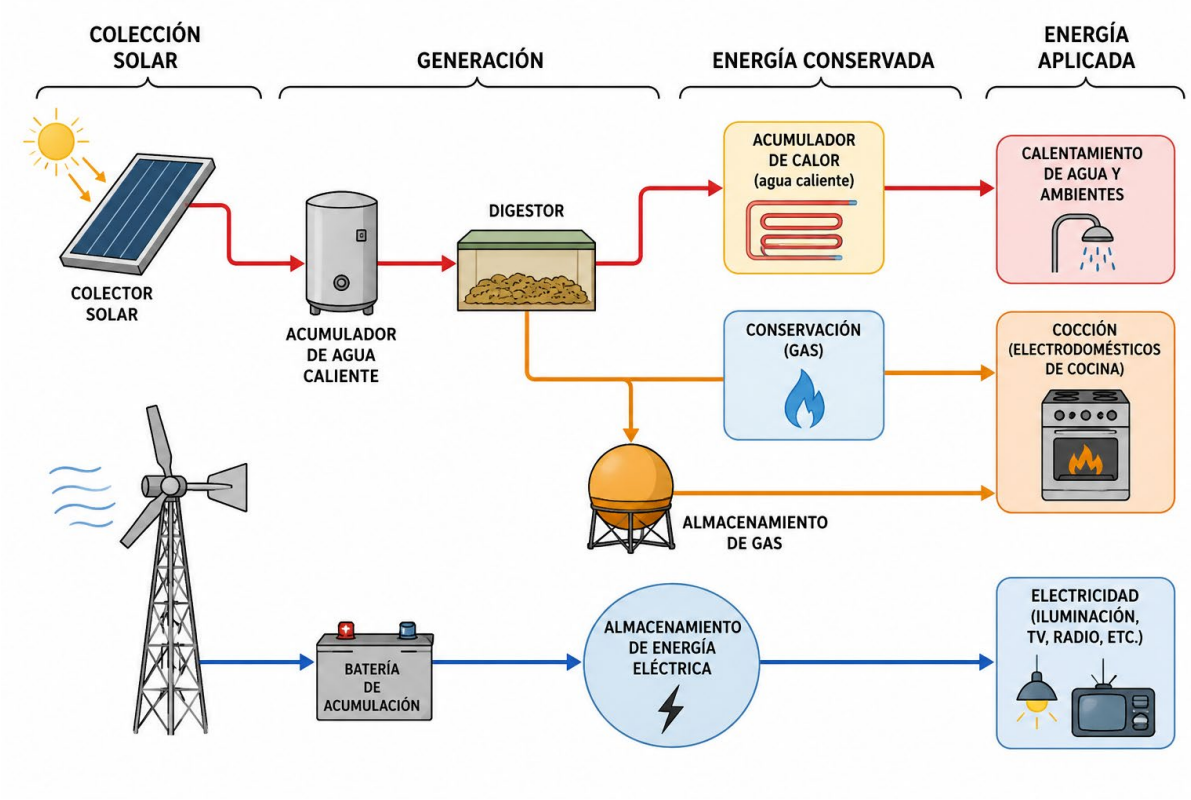
Algunas cuestiones básicas. Con estos conocimientos muy generales ya nos podemos formular una serie de cuestiones sobre el uso de los digestores:

- ¿Los digestores productores de metano son prácticos?
- ¿Tenemos los recursos suficientes (desechos orgánicos a mano, tiempo y dinero) para construir uno?
- ¿El digestor nos podrá proveer una cantidad suficiente de gas o de líquido fertilizante para que queden compensados los gastos de construcción y mantenimiento?

Las respuestas a estas cuestiones tienen que ver con la escala de producción y con las necesidades. A gran escala, es decir cuando se trata de plantas centralizadas de tratamiento de desechos orgánicos, especialmente aguas de alcantarilla de un municipio, comunidad o pueblo, la operación es evidentemente rentable. En muchos países existen plantas de tratamiento de aguas residuales a gran escala; el complejo industrial de mayores desproporciones regido por una sola compañía es quizás el Greater London Council, compuesto principalmente por tres grandes plantas de tratamiento de las aguas residuales de una población combinada de seis millones de personas, en las cuales se produce bio-gas en cantidades suficientes para cubrir las necesidades energéticas de la instalación (luz, calefacción, motores).

Otras operaciones a gran escala en las que es del todo rentable la producción de bio-gas son el porcentaje de alimentos y las granjas "industriales". A una escala intermedia (ranchos, grandes establos, granjas, etc.) el gran obstáculo es el coste de la operación. A escala más pequeña, parece que los digestores sólo son realmente prácticos en casas muy bien aisladas o como instrumentos educacionales.

En otros casos lo más probable es que en la operación se consuma más energía en el calentamiento del digestor que la que se pueda extraer del bio-gas producido, lo cual no siempre es un impedimento, si se considera que los barros tienen un valor fertilizante superior al del estiércol. De hecho, el digestor no es más que el nódulo de un sistema que produce gas y abono. Estos productos pueden emplearse de muy diversas maneras, como se indica en el diagrama siguiente:



Lo interesante de los digestores es que puede ser uno de los componentes principales de un sistema integrado (véase el diagrama correspondiente a sistemas integrados).

Otra de las aplicaciones de los digestores es que pueden proporcionar suficiente metano como para hacer funcionar un automóvil. Algunos inventores lo han conseguido, como Harold Bate, inglés, que ha estado utilizando como combustible para su coche y durante 20 años, excrementos de gallina.

El costo por litro es aproximadamente de 2 céntimos y hace una media de 2 Km. más por litro que si utilizara gasolina. Consigue también del 97 al 98% de combustión, en comparación con los 27% de la gasolina (en ésta el resto sale a través del tubo de escape en forma de carbón y polución). Como el metano es más limpio puede hacer más Km. sin necesidad de cambiar el aceite. ¡NO HA CAMBIADO LOS PLATINOS DE SU COCHE, UN HILLMAN 1953, EN 5 AÑOS!



SISTEMAS INTEGRADOS

Hasta ahora hemos estado hablando de sistemas de energía separados: sol, viento, biofuels y también de forma parecida, el agua. Desafortunadamente no hay ninguna fuente de energía que por sí sola pueda suministrar todas las necesidades energéticas de una casa, pueblo o comunidad. El suministro de estas fuentes es intermitente y además cada uno se presenta bajo formas diferentes, apropiadas para usos distintos.

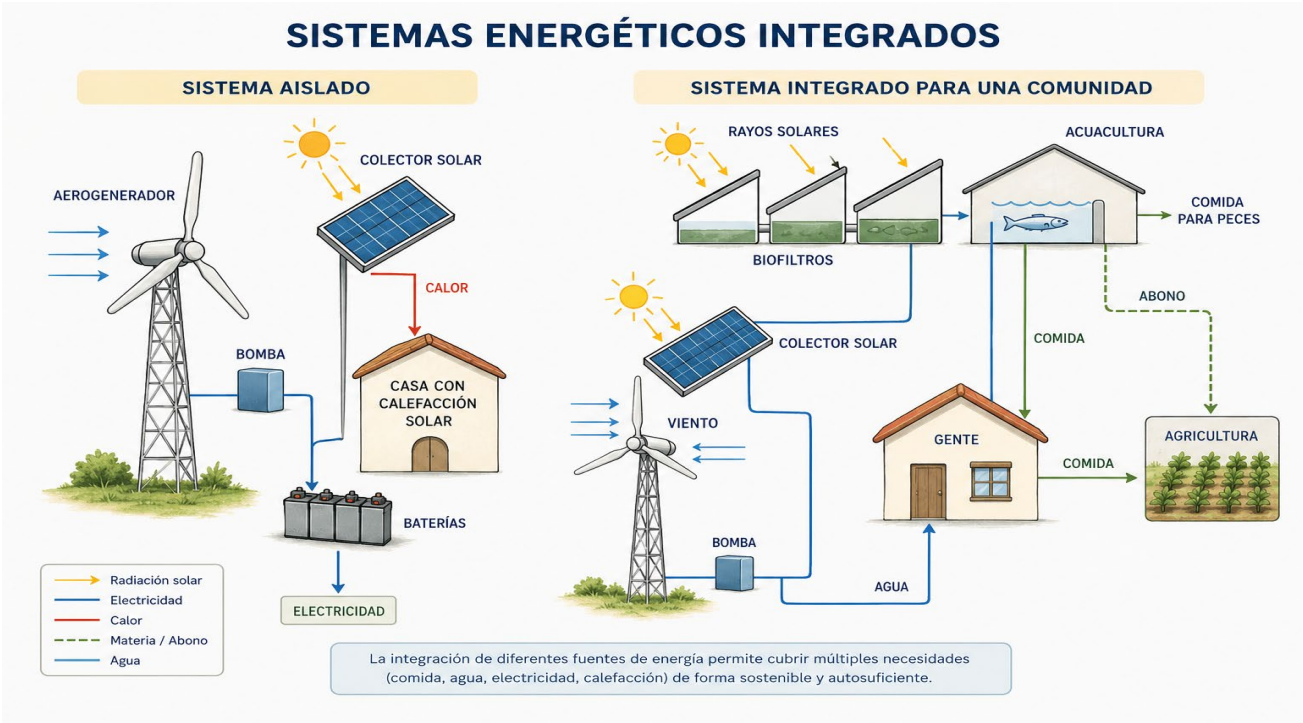
Así, la energía solar directa viene en forma de calor, el viento y el agua en forma de energía mecánica. Los biofuels son formas de energía química más versátiles, al ser transportables. Pero la integración de estas fuentes combinando y compartiendo sus capacidades energéticas y productos de desecho, crea la posibilidad de un suministro energético variado, estable y económico bajo condiciones variables. De momento se ha experimentado relativamente poco con sistemas integrados, o sea que adelante y a darle marcha. Aunque daremos una lista de los que consideramos factibles y económicos.

La primera cosa que considerar (en nuestro juego integrador) será ver cómo se relacionan entre sí las cinco básicas formas de energía.

Un punto importante será que, a mayor número de conversiones, menos eficiente y más costoso será el proceso. Aunque hay excepción a la regla, puesto que en la mayoría de los casos es más eficiente bombear agua con un aerogenerador que con un molino para bombeo. En el primer caso pasamos por dos conversiones, mecánica a eléctrica y eléctrica a mecánica (bomba) y el proceso será 0'4 x 0'9 = 0'36 o 36% de eficiencia. Mientras que el bombeo directo representa un 30% de eficiencia.

Hay que tener en cuenta las condiciones locales donde actuar, pues a veces puede ser más práctico usar sistemas menos eficientes sobre el papel, pero no en la práctica, en su aspecto global e integrado. Así, en lugares con mucho viento y poco sol puede ser incluso más efectivo calentar agua a través de un aerogenerador (40% de eficiencia) que de un captor solar más eficiente. Si vamos a integrar sistemas de energía debemos establecer cuáles son nuestras necesidades energéticas y el primer paso a tener en cuenta es la conservación de la energía. Hacer una distinción entre necesidades y lujos, no pidiendo austeridad, sino conservando lo que tenemos y adaptando nuestras necesidades a nuestros recursos y no al revés.

Todos los sistemas de energía intermitentes necesitan almacenar la energía para que pueda usarse cuando la precisemos.



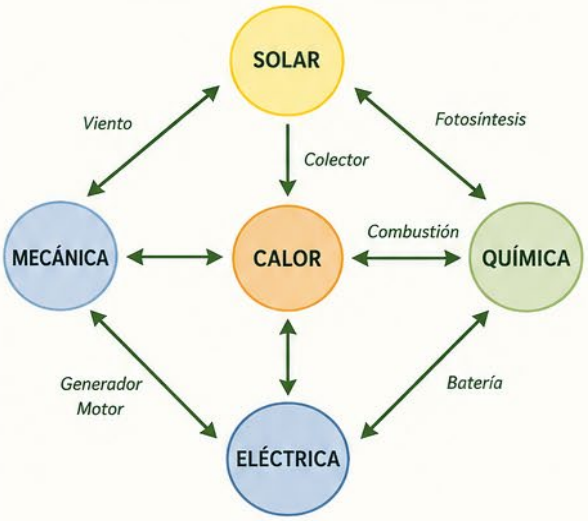
FUENTES DE ENERGÍA Y SUS USOS

FUENTE DE ENERGÍA	DISPOSITIVO	UTILIDAD PRÁCTICA	UTILIDAD NO PRÁCTICA
SOLAR	• Colector • Invernadero • Secador • Concentrador • Célula fotovoltaica • Hervidor	• Calor ambiente • Calentamiento agua • Producción alimentos • Secado alimentos • Cocina	• Bomba de calor • Electricidad • Electricidad
AGUA (cuando sea disponible)	• Turbina agua • Rueda agua	• Electricidad • Potencia mecánica • Aire comprimido • Electricidad (C.C.) • Bomba calor	• Compresión aire • Electrólisis (H_2) • Rueda volante • Electricidad (C.A.)
	• Bomba hidráulica • Generador	• Bombeo agua • Electricidad	
VIENTO	• Molino viento	• Bombeo agua • Potencia mecánica • Compresión aire • Bomba calor	• Aire comprimido • Electrólisis (H_2) • Rueda volante
BIOPUELES	• Fotosíntesis • Alimentos y alimentación • Desechos orgánicos (metano) • Madera	• Alimentos • Subsistencia • Fuel combustible • Calor	• Máquina móvil • Gas de madera • Metanol • Etanol • Electricidad
	• Biomasa • Compuesto	• Calor • Fertilizante	

CONVERSIONES ENERGÉTICAS EN SISTEMAS PRÁCTICOS

CONVERSIÓN	SISTEMA EJEMPLO	RENDIMIENTO APROX.	ENERGÍA OBTENIDA
	Generador viento	40%	ELÉCTRICA
	Turbina agua	68–93%	ELÉCTRICA
	Máquina vapor	40%	ELÉCTRICA
	Motor eléctrico	90%	ELÉCTRICA
MECÁNICA	Molino de viento	20–30%	MECÁNICA
MECÁNICA	Rueda agua	70–85%	MECÁNICA
SOLAR	Colector plano	40–60%	TÉRMICA
SOLAR	Concentrador	80–90%	TÉRMICA
SOLAR	Fotosíntesis	1–2%	QUÍMICA
QUÍMICA	Combustión madera	–	TÉRMICA
QUÍMICA	Quemador 85% máximo	–	TÉRMICA
QUÍMICA	Batería (Almacenamiento)	80%	ELÉCTRICA
CALOR	Máquina	25–35%	MECÁNICA
CALOR	Turbina	35–45%	MECÁNICA
QUÍMICA	Digestor metano	40–60%	QUÍMICA
ELÉCTRICA	Resistencia	99%	TÉRMICA

CONVERSIONES DIRECTAS DE ENERGÍA



Este diagrama muestra las principales formas en que la energía puede convertirse directamente de una forma a otra en sistemas prácticos.

La energía solar y sus transformaciones en la Tierra: datos actualizados

El Sol es la fuente directa o indirecta de la mayor parte de la energía que utilizamos en la Tierra. La radiación solar impulsa el ciclo del agua, los vientos, las olas, las corrientes oceánicas y la producción de biomasa. Incluso el carbón, el petróleo y el gas natural contienen energía solar almacenada por organismos vivos hace millones de años. No obstante, existen algunas fuentes que no proceden principalmente del Sol, como la energía nuclear, la geotérmica y la energía de las mareas, originada sobre todo por la atracción gravitatoria de la Luna.

La irradiancia solar total que llega a la parte exterior de la atmósfera terrestre es de aproximadamente 1.361,6 vatios por metro cuadrado. Teniendo en cuenta el tamaño de la Tierra, nuestro planeta intercepta una potencia solar de aproximadamente: 174×10^{12} kilovatios, es decir, unos 174 petavatios. A lo largo de un año, esta potencia equivale aproximadamente a: $1{,}52 \times 10^{18}$ kilovatios-hora de energía solar.

En comparación con este enorme flujo de energía solar, el consumo energético de la humanidad continúa siendo pequeño. En 2025, el suministro energético total mundial superó los 600 exajulios, equivalentes a más de: 167×10^{12} kilovatios-hora al año. Los combustibles fósiles —carbón, petróleo y gas natural— todavía representaron aproximadamente el 86 % de este suministro energético. La cifra actual es unas 2,8 veces mayor que los 60×10^{12} kWh mencionados en el texto original.

El suministro energético mundial representa aproximadamente el 0,011 % de la energía solar que intercepta anualmente la Tierra. Dicho de otro modo, utilizamos una cantidad equivalente a alrededor de una nueve milésima parte de la energía solar incidente, no una veinticinco milésima parte como afirmaba el texto anterior. De los aproximadamente 340 W/m² de radiación solar que llegan, en promedio, al conjunto del planeta: alrededor del 29 % es reflejado hacia el espacio por las nubes, la atmósfera y la superficie terrestre; aproximadamente el 23 % es absorbido directamente por la atmósfera y las nubes; cerca del 48 % es absorbido por la superficie terrestre y los océanos.

La energía absorbida calienta la superficie, los mares y la atmósfera y acaba siendo emitida hacia el espacio principalmente en forma de radiación infrarroja. Estas proporciones sustituyen a la antigua división simplificada del 30 % reflejado y el 47 % destinado conjuntamente a calentar la Tierra. Una parte importante de la energía absorbida por la superficie se emplea en la evaporación del agua y en la transpiración de las plantas. Este proceso, denominado evapotranspiración, transporta hacia la atmósfera aproximadamente 88 W/m², una cantidad equivalente a cerca del 26 % de la radiación solar media que llega al planeta. No debe sumarse este porcentaje a los anteriores, porque no constituye un destino independiente de la radiación solar: es una transferencia de energía desde la superficie, después de que esta haya absorbido la radiación.

El agua evaporada se condensa, vuelve a la superficie en forma de lluvia o nieve y circula por ríos y acuíferos hasta regresar a los océanos. Este ciclo hace posible el aprovechamiento hidroeléctrico. Actualmente se estima que el potencial técnico hidroeléctrico mundial es de alrededor de: 15.000 TWh al año, equivalentes a 15×10^{12} kWh al año. Esta cifra expresa la energía que podría aprovecharse técnicamente y no toda la energía física contenida en el ciclo del agua. En comparación, la producción hidroeléctrica mundial real fue de aproximadamente 4.495 TWh en 2025, es decir, unos $4{,}5 \times 10^{12}$ kWh.

El calentamiento desigual de la superficie terrestre y de los océanos provoca diferencias de temperatura y presión. Como consecuencia, el aire se desplaza desde unas zonas hacia otras y se originan los vientos. Una parte mucho menor de la energía solar absorbida —menos del 1 %, según las estimaciones físicas modernas— se transforma en energía cinética de la circulación atmosférica. Los vientos transfieren parte de su energía a la superficie del mar y generan las olas. Las corrientes oceánicas, por su parte, son impulsadas tanto por los vientos como por diferencias de temperatura y salinidad. Las corrientes de marea deben considerarse aparte, ya que se deben principalmente a las fuerzas gravitatorias de la Luna y, en menor medida, del Sol.

La producción eléctrica eólica mundial alcanzó aproximadamente 2.714 TWh en 2025, equivalentes a unos $2{,}7 \times 10^{12}$ kWh, y proporcionó alrededor del 8,4 % de la electricidad mundial. Por tanto, la antigua estimación de que todos los vientos del mundo podrían suministrar en la práctica solamente $0{,}80 \times 10^{12}$ kWh al año ha quedado claramente superada: la generación real actual ya es más de tres veces mayor.

En cuanto a la energía de los océanos —incluidas las olas, las mareas, las diferencias térmicas y los gradientes de salinidad—, las estimaciones teóricas mundiales se sitúan aproximadamente entre 45.000 y 130.000 TWh al año. Sin embargo, solo una pequeña parte puede aprovecharse con la tecnología y los costes actuales. A finales de 2025, la capacidad mundial instalada de energía marina era de apenas 0,5 GW, muy inferior a la capacidad de la energía solar, eólica o hidroeléctrica.