



# Curso sobre Sistemas de Calefacción-Climatización

1

Parte 1. Introducción  
Calefacción

formatec.formacion.es

Javier Ponce

2

## Objetivo general del curso

- El objetivo general del curso es observar las nuevas tendencias de las instalaciones de calefacción y climatización en los edificios unifamiliares multifamiliares.
- En la elaboración de contenidos se han tenido en cuenta:
  - Condiciones de diseño que deben cumplir las instalación de calefacción y climatización.
  - Pequeña comparación de sistemas para permitir foros abiertos de discusión sobre ventajas y limitaciones o inconvenientes de cada sistema.
  - Descripción de los componentes de los sistemas de calefacción y climatización.

Parte 1. Introducción  
Calefacción

formatec.formacion.es

Parte 2. Componentes  
Calefacción - Esquema

Parte 4. Comparación  
consumos

Parte 3. Ventilación  
doméstica y sistemas de  
ventilación-climatización

## Objetivo sesión 1

- El objetivo del presente video es observar las distintas configuraciones que puede tener el sistema de calefacción a la vez que comentar las ventajas e inconvenientes de cada uno.
- Se deberá tener en cuenta el Plan Nacional de Energía y la progresiva descarbonización y tendencias en las instalaciones de calefacción en los edificios (multifamiliares y unifamiliares).



En Europa casi el 50 % de la energía final se destina a calefacción y refrigeración, y de ella el 45 % se consume en la vivienda

[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

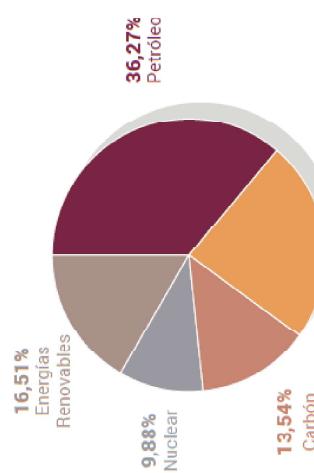
## Futuro inmediato

- Los objetivos europeos, que pueden ser revisados al alta en 2023, de energías renovables e interconexión eléctrica para 2030 son:

- ✓ 40 % de reducción de gases de efecto invernadero.
- ✓ 32 % de renovables sobre el consumo total de energía bruta.
- ✓ 32,5 % de mejora de la eficiencia energética.
- ✓ 15 % de interconexión eléctrica de los estados miembros

El objetivo es alcanzar una neutralidad climática en 2050

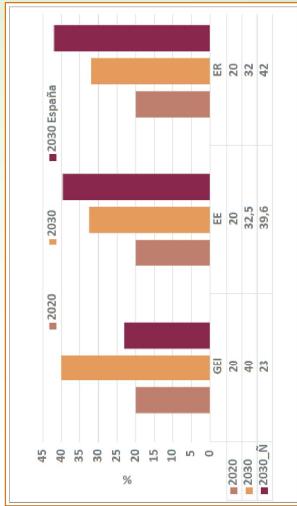
[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)



Consumo energía primaria en Europa en 2019

## Plan Energético Nacional

- Los objetivos del Plan Nacional para 2030 son:
  - 23 % de reducción de GEI.
  - 39,5 % de mejora de la EE.
  - 42 % de Energías Renovables respecto del total, combinando la presencia de renovables eléctricas y las renovables térmicas como sustitución de los combustibles fósiles.



Objetivo la  
descarbonización

[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

## Eficiencia Energética

- Podemos definir la eficiencia energética como el ratio entre la energía requerida y la energía consumida para proporcionar un servicio.

$$\text{Eficiencia Energética} = \frac{\text{Energía requerida}}{\text{Energía consumida}}$$

La energía consumida a su vez dependerá de 2 factores: la demanda y el rendimiento del sistema:

$$\text{Energía consumida} = \frac{\text{Demanda energética}}{\text{Rendimiento del sistema}}$$

[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

## 7 Aumento de la eficiencia energética

- Para aumentar la eficiencia energética se debe actuar sobre la demanda para su reducción, y además emplear sistemas con un mayor rendimiento energético.



[formatec.ifformacion.es](http://formatec.ifformacion.es)

8

## Proyección de los vectores energéticos

Eficiencia ktep/año	VIVIENDA			TERCIARIO			2030
	2015	2020	2025	2030	2015	2020	
Carbón	89	49	0	0	29	30	15
PP	3.001	2.236	1.240	285	1.111	1.096	807
GN	3.022	3.929	4.005	3.750	2.819	3.485	3.132
ee-	6.025	5.884	5.762	5.482	6.406	6.481	6.328
Total Fósil	12.137	12.098	11.007	9.517	10.365	11.092	10.282
ER	2.745	2.640	2.598	2.876	158	248	343
<b>TOTAL</b>	<b>14.882</b>	<b>14.738</b>	<b>13.605</b>	<b>12.393</b>	<b>10.523</b>	<b>11.340</b>	<b>10.625</b>
PIP: Productos petrolíferos; GN: Gas Natural; ee-: Energía eléctrica; ER: Energías renovables							

[formatec.ifformacion.es](http://formatec.ifformacion.es)

## Tendencia del mercado

9



\* Datos estimados en unidades

FUENTE: FEGECA, elaboración propia.

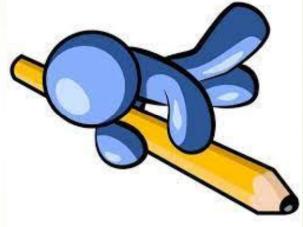
[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

10

## Primeras conclusiones

- Para lograr los objetivos de Eficiencia Energética hay que unir varios efectos:

- Se reducen los consumos de combustibles fósiles y se elimina el carbón.
- Se incrementa la contribución de las energías renovables.
- El consumo de gas no se aumentará.
- En general se reducen los consumos de productos petrolíferos.



[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

## Vectores energéticos

- Vamos a estudiar brevemente las fuentes energéticas empleadas en España y su proyección para estos próximos años.
- Electricidad:
  - Se prevé un aumento de la demanda eléctrica.
  - El 50 % aproximadamente es generada mediante energías renovables. Se llegará a un mix de renovables del 73 % para el año 2030.



Actualmente hay un exceso de capacidad de generación

[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

## Gas natural

- La red de gas natural permitirá introducir nuevos combustibles como el hidrógeno, contribuyendo a la descarbonización paulatina.
- El metano (CH<sub>4</sub>) es el principal componente del gas natural.

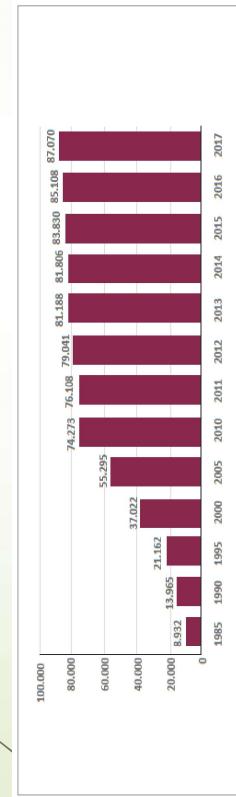
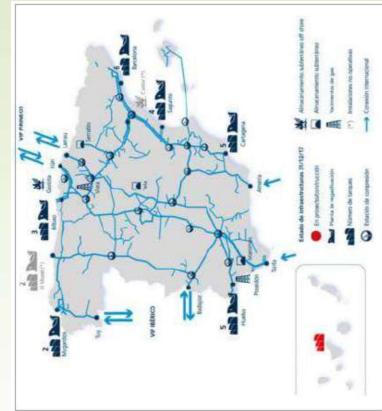


Figura 12. Evolución de la longitud de las redes de transporte y distribución de gas natural (km). Fuente: ENAGAS

[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

## Gases Renovables

- Podemos entender como gas renovable a cuatro combustibles gaseosos:
  - Biogás, obtenido de una digestión anaeróbica.
  - Biometano, obtenido a partir del biogás.
  - Gas natural sintético.
  - Hidrógeno

Biogás:



De la depuración del biogás,  
podemos obtener biometano.

**Electricidad renovable**

## Hidrógeno

- Quizás es el combustible del futuro.

**HidroCarburo**  
 $\text{H, C}$



**Comburente**  
 $\text{O}$



$\text{CO}_2$   
 $\text{H}_2\text{O}$

**Hidrógeno**  
 $\text{H}$



**Comburente**  
 $\text{O}$



$\text{H}_2\text{O}$

## Origen del hidrógeno

15

- El hidrógeno no es un componente que se encuentre aislado en la naturaleza. Por tanto, se requiere el consumo de energía para su producción.
- El hidrógeno es un gas más ligero que el metano y con un poder calorífico tres veces menor (en volumen).
- Hidrógeno gris: se puede producir a partir del metano:
  - $\text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O} = 4\text{H}_2 + \text{CO}_2$
- Hidrógeno azul: Si se consigue aprovechar el  $\text{CO}_2$  producido.
- Hidrógeno verde: A partir de la电解磁化 del agua
  - $\text{H}_2\text{O} = \text{H}_2 + 1/2\text{O}_2$

$$\text{PC hidrógeno} = 2,99 \text{ kWh/m}^3(n)$$

Para producir 1 m<sup>3</sup> de hidrógeno se han de consumir 2,83 kW eléctricos



## Gas natural sintético

16

- A partir del Hidrógeno se puede obtener gas natural sintético a partir del  $\text{CO}_2$ :
  - $\text{CO}_2 + 4\text{H}_2 = \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$
- También se puede obtener gas natural sintético a partir de la gasificación de la biomasa. Está en fase de desarrollo.
  - Se producen:  $\text{CH}_4 + \text{H}_2 + \text{CO}$ , además de  $\text{CO}_2$



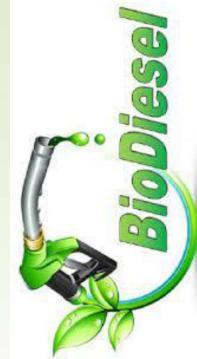
formatec.formacion.es

## Gasóleo

- 1 de cada 10 hogares en España tiene calefacción con gasóleo.
- Nota: el petróleo y sus derivados sigue siendo la principal fuente energética a nivel europeo.
- Es una fuente energética fácil de almacenar.

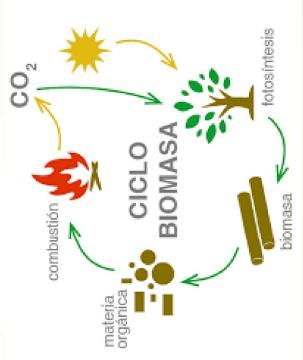


[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)



## Biomasa

- Es una energía renovable.
- Los biocombustibles sólidos que se comercialicen cumplirán con las Normas UNE-EN-ISO 17.225.
- Se pueden aprovechar huesos de aceituna y cáscaras de frutos. En este caso cumplirán las Normas UNE 164.003 y 164.004, respectivamente.

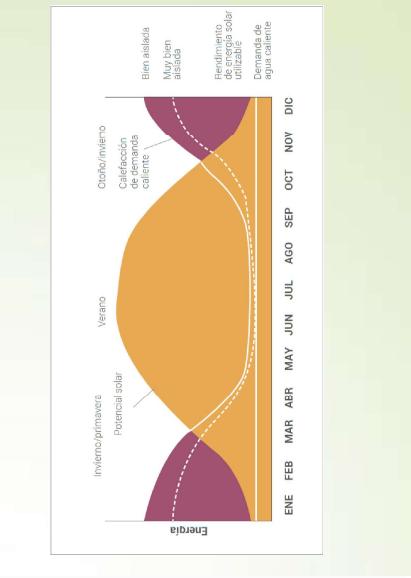
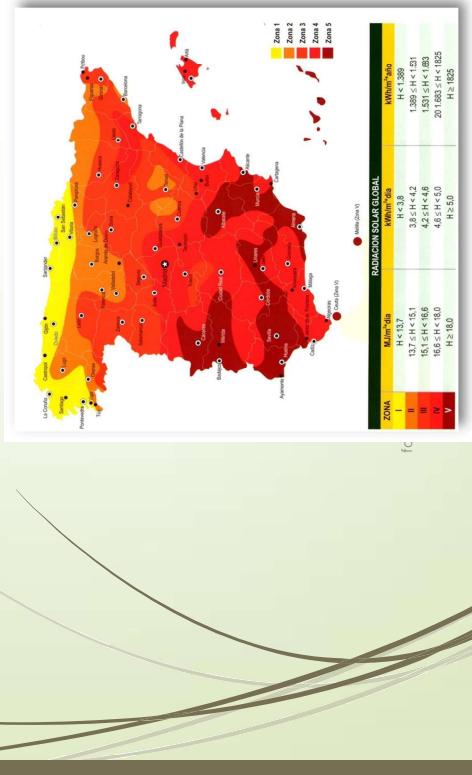


[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)



## Energía solar térmica

- ▶ Quizás es la principal y más sencilla fuente energética renovable.
- ▶ Tiene notables diferencias con la energía solar fotovoltaica.



## Energía solar fotovoltaica

- ▶ Los paneles fotovoltaicos transforman la energía solar recibida en energía eléctrica a través de la generación de una corriente continua. A través de un inversor se podrá transformar en corriente alterna.
- ▶ Se precisan unos 7 m<sup>2</sup> para producir 1 kWp (kilovatio-pico).



## Aerotermia

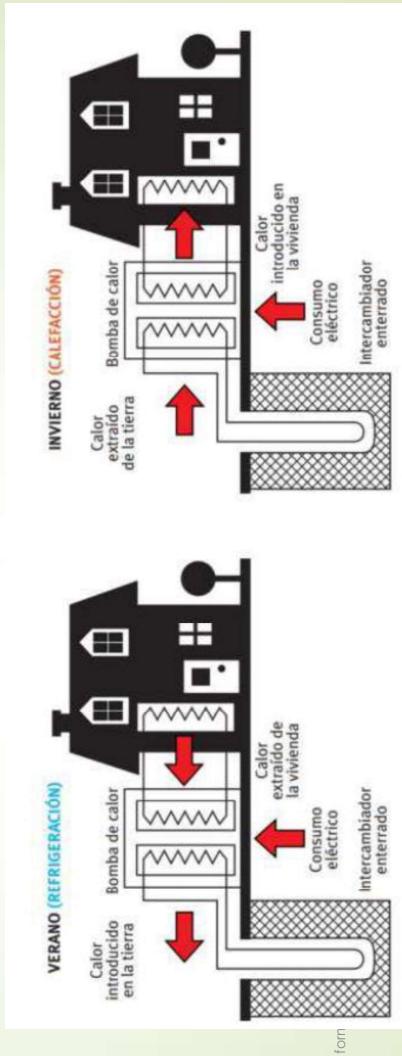
- La energía está en el aire. Puede bombearse a un ambiente interior a mayor temperatura a través del ciclo frigorífico de una bomba de calor.
- Permite la inversión de ciclo en invierno y verano. Por tanto, ofrecen refrigeración y calefacción renovable.
- Su rendimiento en las condiciones de trabajo debe ser superior a 2,5.



[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

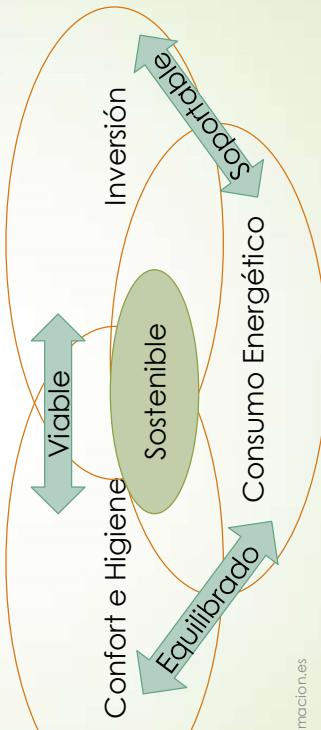
## Geotermia

- Por debajo de los 10 m la temperatura del terreno es estable a lo largo del año.
- Una bomba de calor que trabaje a esta temperatura exterior constante a lo largo del año aumentará espectacularmente su rendimiento.



## ¿Cuál es el sistema de calefacción ideal?

- ¿Espacio para sala de calderas?. ¿Inversión?.
- ¿Energías renovables?. ¿Elementos de ahorro?.
- ¿Disponibilidad de la fuente energética?.
- ¿Tipo edificio: unifamiliar, o multifamiliar?.



formatec.ifformacion.es

## Gracias por su atención

FORMATEC está a su disposición en Calle Guadalajara nº 6, bajo – Albacete.

Teléfono: 967-673580

Mail: [informatec@gmail.com](mailto:informatec@gmail.com)

Web: [formatec.ifformacion.es](http://formatec.ifformacion.es)



¿Qué sigue?:  
Estudiar los sistemas de calefacción actuales y sus características

Síguenos en:

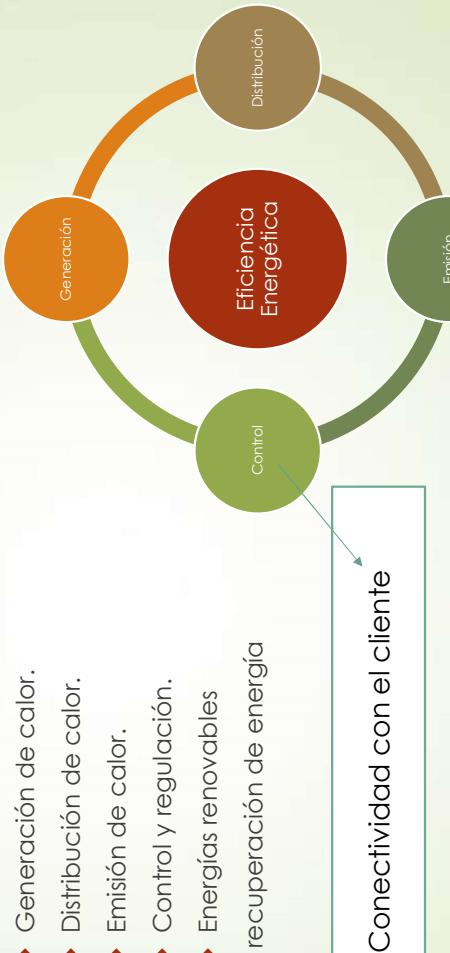


formatec.ifformacion.es



## Sistemas de calefacción

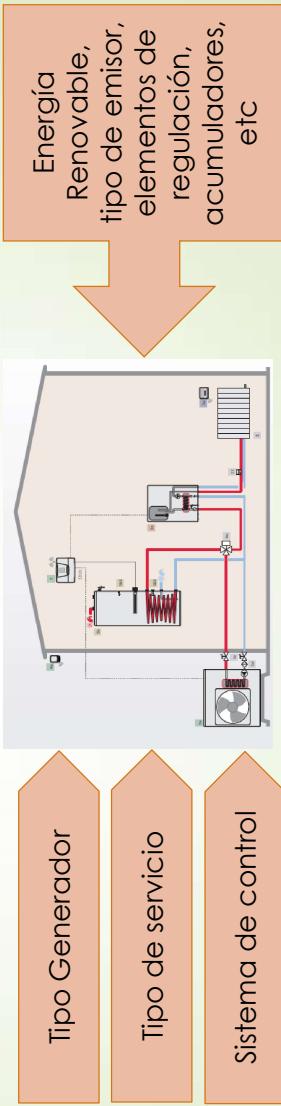
- Un sistema de calefacción está formado por varios subsistemas:



[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

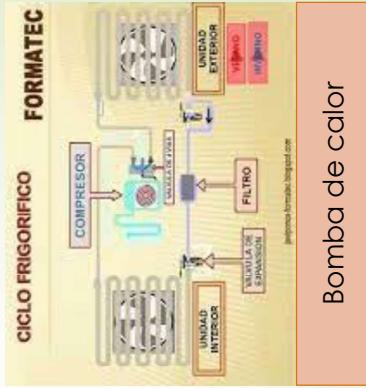
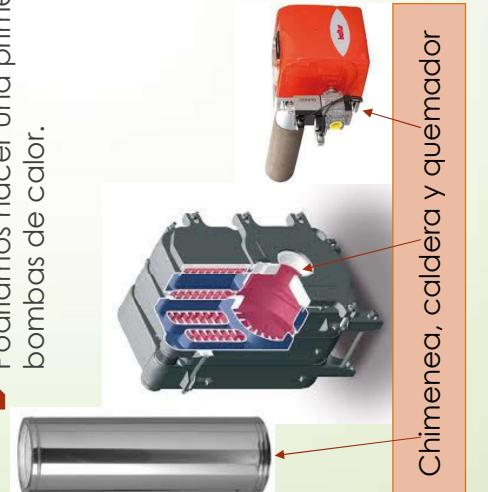
## Esquema de la instalación

- El esquema de la instalación vendrá condicionado por las características de los distintos subsistemas y los criterios de eficiencia de cada uno de ellos, así como en global.
- Algunos aspectos como temperaturas de trabajo y caudales distintos en los circuitos de generación y de emisión deberán tenerse en cuenta.
- ¿Sólo calefacción o, calefacción y ACS?



## Generador de calor

- Es el inicio de la instalación de calefacción.
- Podríamos hacer una primera clasificación entre calderas de combustión y bombas de calor.



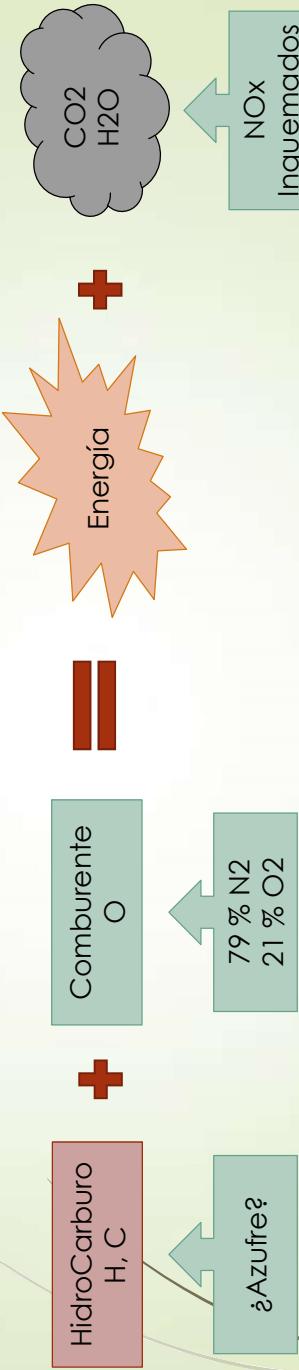
## Condiciones del diseño de la instalación

- En primer lugar se deben valorar las condiciones de la instalación de calefacción en base a la fuente energética utilizada.
- Reglamentación a aplicar (Reglamento Técnico de Gas, Instalaciones Petrolíferas, Reglamento de Instalaciones Térmicas, Reglamento de Seguridad de Instalaciones Frigoríficas, etc).
- Condiciones de suministro del combustible (espacio, ubicación, etc)



## Condensación

- La tecnología de la condensación consiste en aprovechar el calor del vapor de los humos producidos en la reacción de combustión.

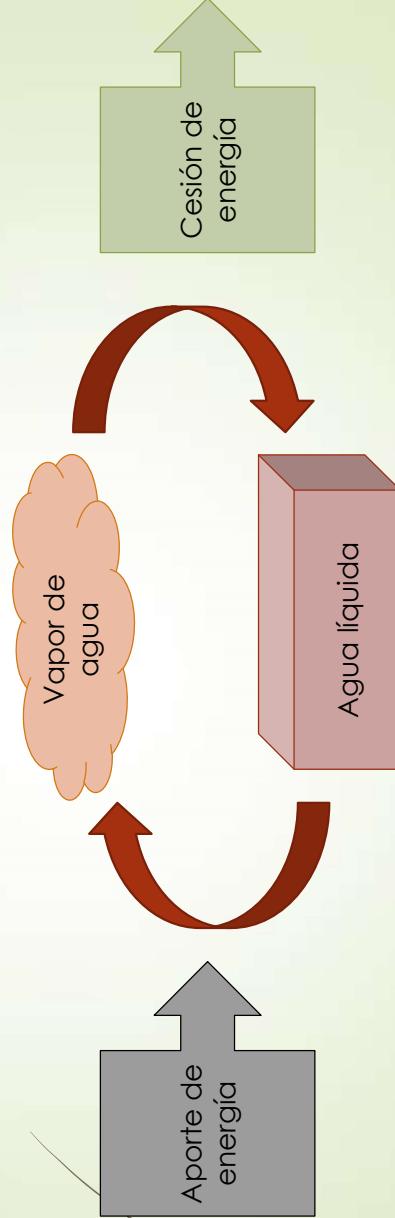


[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

- La reacción de combustión debe ser completa para evitar in quemados como el monóxido de carbono, CO, o el holllín, C.

## Calor de la condensación

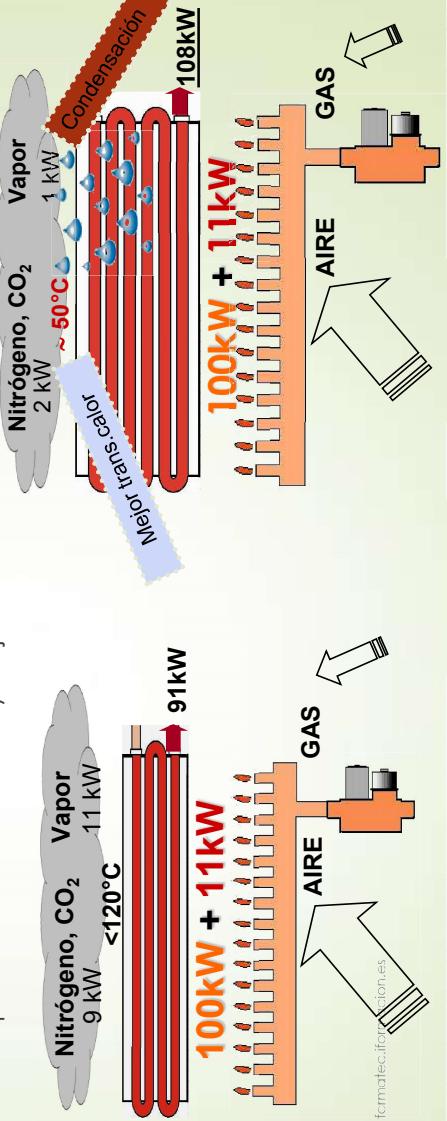
- El paso de estado líquido a gas, requiere la aportación de energía, y viceversa: el paso de estado gaseoso a líquido cede energía.



[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

## Intercambio de calor más eficiente

- En las calderas de condensación el intercambio de calor es más eficiente, a través de mayores superficies de intercambio lo que provoca además de la condensación del vapor de agua contenido en los humos, una temperatura de humos muy baja.

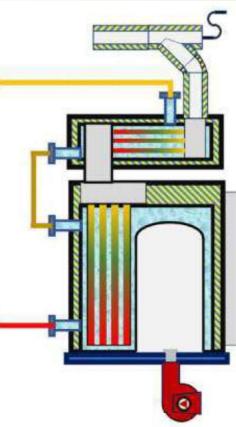
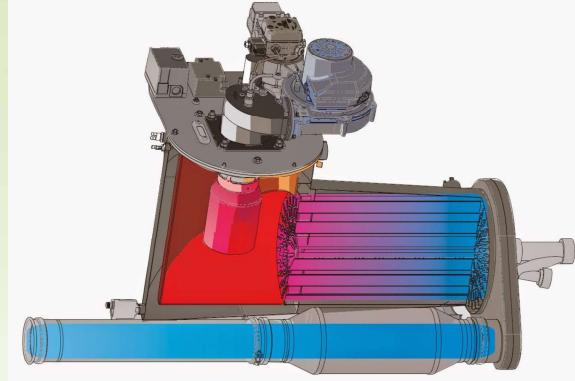


31

32

## Condensación en gasóleo

- También ha llegado la tecnología de la condensación a las calderas de gasóleo.
- Suelen emplear quemadores de llama azul, incluso modulares.
- Emplean intercambiadores de humos-agua de acero inoxidable de alta calidad.
- Algunos modelos incluyen un recuperador de calor incorporado en la chimenea.

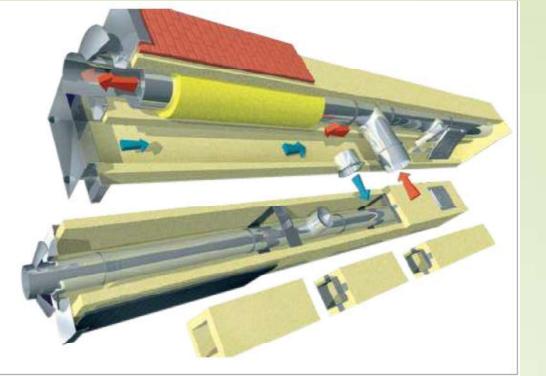


formatec.formaciones.es

- Debe diseñarse en base al generador seleccionado:
  - Temperatura de los humos.
  - Presencia o no de condensados.
  - Depresión o sobrepresión.
  - Montaje interior o exterior.

La salida de humos saldrá por la cubierta del edificio en todos los casos, excepto para calderas de condensación en viviendas unifamiliares

[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)



## Favorecer las condiciones de rendimiento del generador

- El generador deberá trabajar el máximo tiempo posible en condiciones de encendimiento máximo.
- Trabajar a baja temperatura favorece la condensación del vapor de agua producido en los humos de la combustión.
- Trabajará con sonda exterior de temperatura o termostato ambiente modulante.



[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

T<sub>rocío</sub>:

Gasóleo » 48 °C  
Propano » 54 °C  
Gas Natural » 58 °C

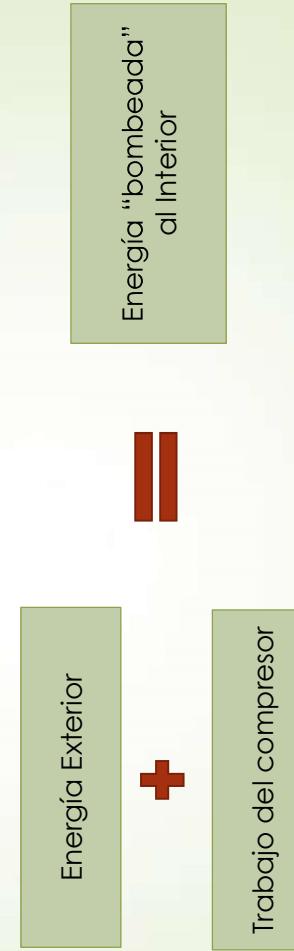
## Aumento del rendimiento del generador

- El aprovechar la condensación de los vapores de agua de los productos de la combustión conlleva el reducir la temperatura de los humos hasta valores muy cercanos a la temperatura de retorno del agua de calefacción.
- Se consigue pasar de rendimientos del 90 al 99 %.
- Si un generador trabaja en temperaturas que propicie la condensación, unido a los quemadores modulantes, provocan unos rendimientos medios superiores en 25 puntos respecto a los generadores tradicionales.



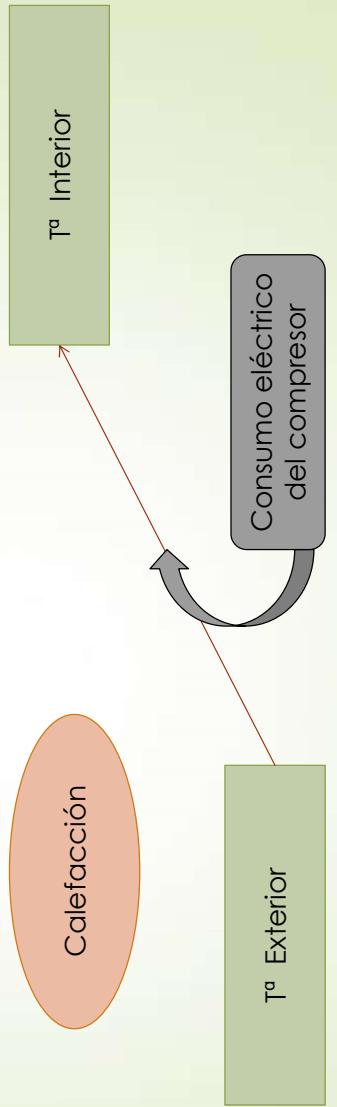
## Bomba de calor

- Una bomba de calor aprovecha el calor del medio exterior. Por ejemplo, un aire a -10 °C contiene energía que se puede aprovechar para vaporizar un fluido con baja temperatura de evaporación (cambio de estado).



## Aprovechamiento del calor

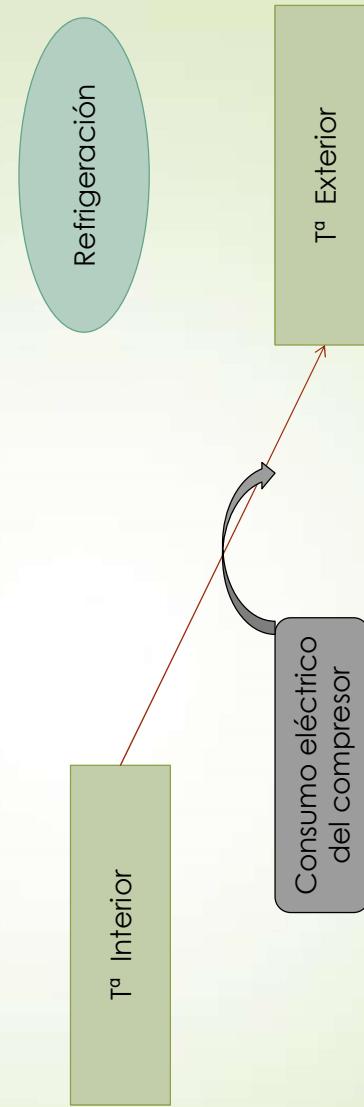
- A mayor diferencia de temperatura entre la temperatura exterior y la temperatura interior, mayor trabajo del compresor (aumenta la relación de compresión)



[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

## Inversión de ciclo

- Con una inversión del ciclo de trabajo se puede bombear calor del interior al exterior.



[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

## Refrigerante

- ▶ ¿Cómo se consigue extraer calor de un foco frío?: Empleando un refrigerante con baja temperatura de vaporización.
- ▶ La temperatura de vaporización depende del fluido y su presión.

Temperatura de vaporización del agua:

$$+5 \text{ bar} \rightarrow 160^\circ\text{C}$$

$$0 \text{ bar} \rightarrow 100^\circ\text{C}$$

$$-0.2 \text{ bar} \rightarrow 93^\circ\text{C}$$

$$-0.5 \text{ bar} \rightarrow 82^\circ\text{C}$$

[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

Veamos algunos refrigerantes:

R-290 (propano): -42 °C

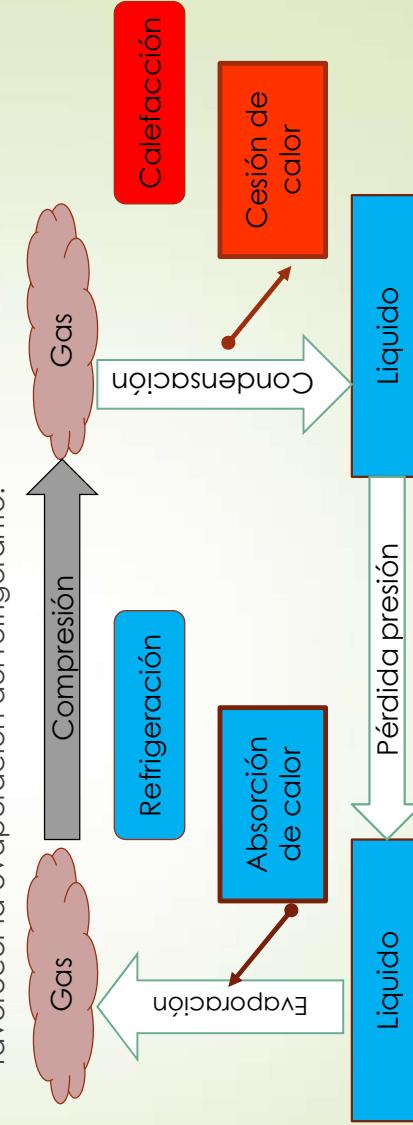
R-22: -40 °C

R-32: -52 °C

Efecto frigorífico de la evaporación

- ▶ Una bomba se compone por tanto de 2 baterías de intercambio (interior y exterior), un elemento de bombeo (compresor) que aumentará la presión para facilitar la condensación, y un elemento para perder la presión y favorecer la evaporación del refrigerante.

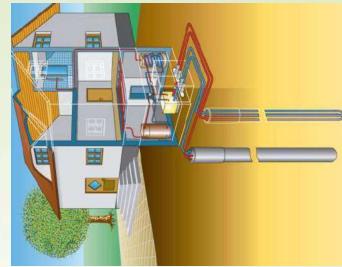
## Ciclo de trabajo



## Tipos de bomba de calor

41

- Dependiendo de los intercambiadores que tenga la bomba de calor podemos diferenciar 3 grandes tipos de bombas de calor:
  - Aire-Aire: Aire acondicionado.
  - Aire-Agua: Consiguen calentar o enfriar agua que será usada para calefacción, ACS y refrigeración.
  - Tierra-Agua: Bomba de calor geotérmica.



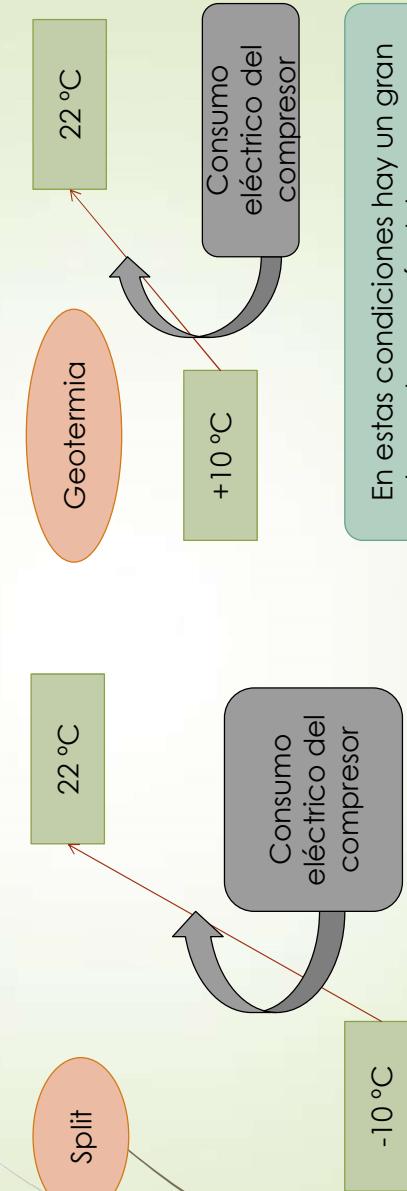
Una bomba de calor geotérmica consigue intercambiar a través de un circuito de "agua" calor con el terreno.

[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

## Ventajas de la geotermia

42

- El terreno tiene una temperatura estable de unos 10 °C todo el año



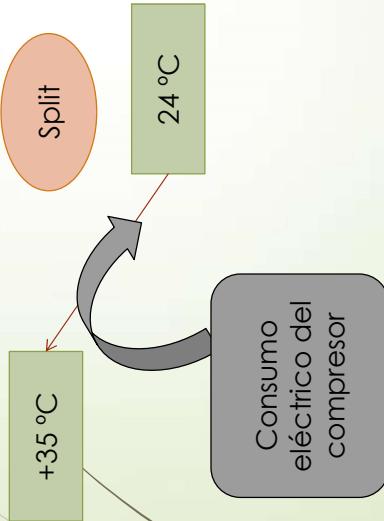
[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

En estas condiciones hay un gran ahorro de energía del compresor

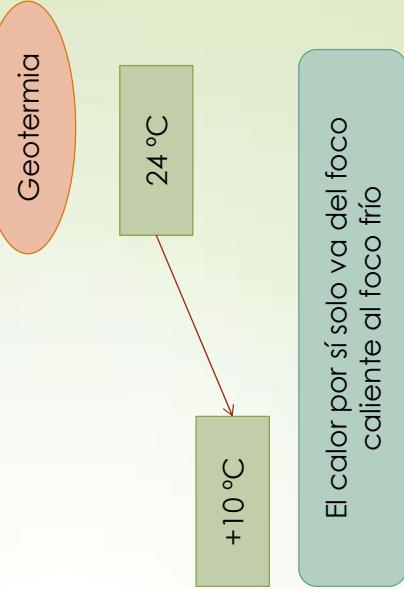
## Geocooling

43

► ¿Y en verano?

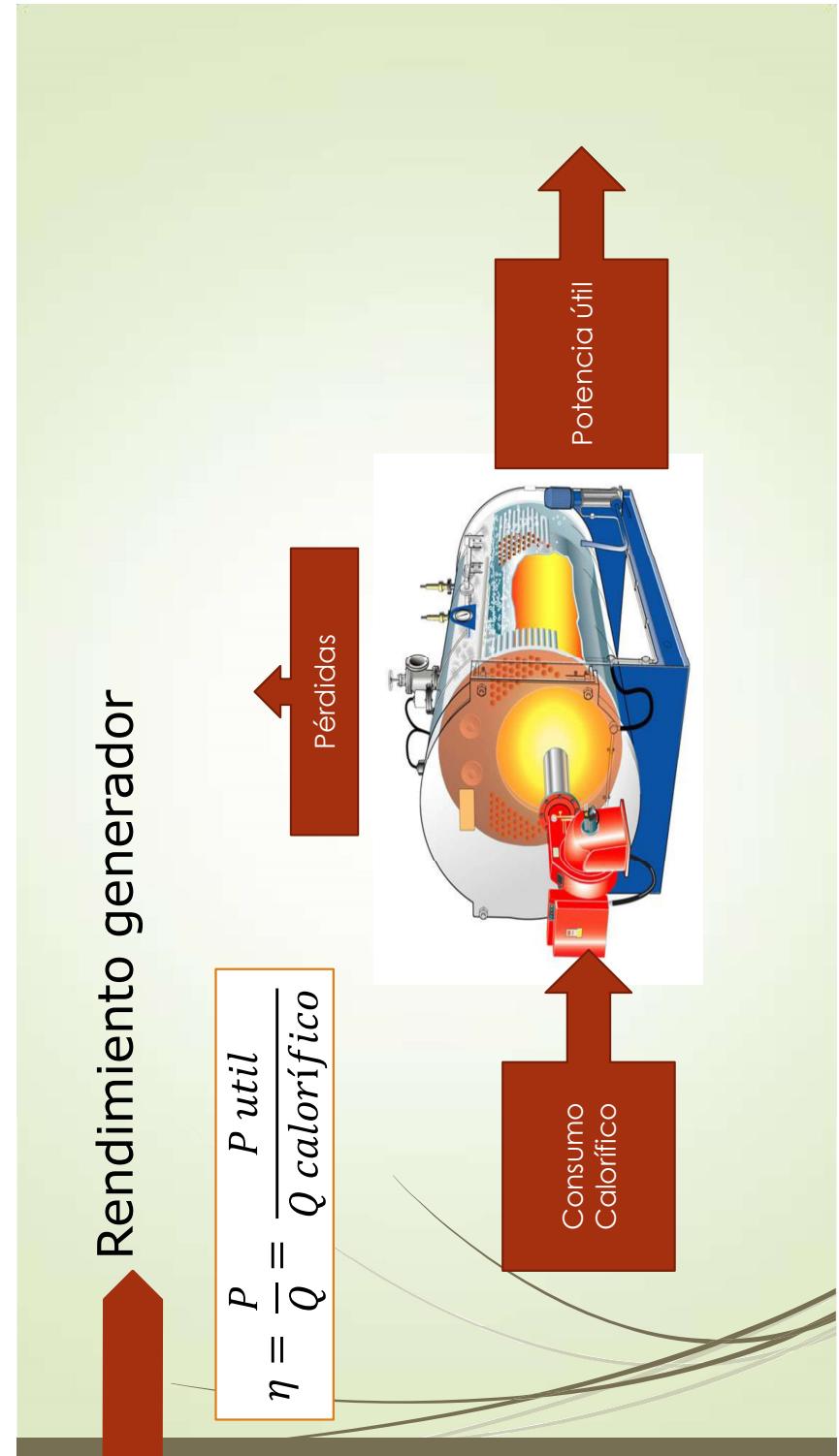


[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)



## Rendimiento generador

$$\eta = \frac{P}{Q} = \frac{P_{util}}{Q_{calorífico}}$$



# Eficiencia Frigorífica



$$COP = \frac{Potencia Calorífica}{Potencia Eléctrica Consumida}$$
$$EER = \frac{Potencia Frigorífica}{Potencia Eléctrica Consumida}$$

35

46

## Bombas de calor renovables

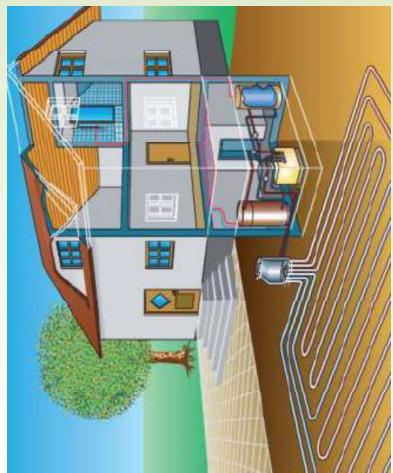
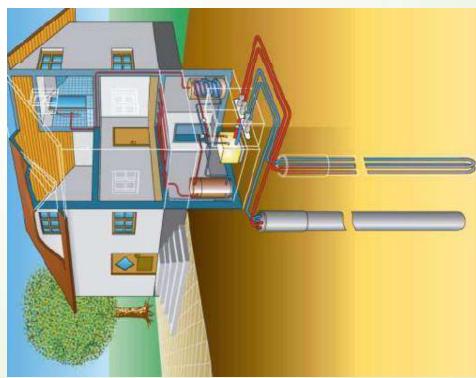
- El rendimiento de una bomba de calor depende de las condiciones de trabajo (temperaturas interior y exterior).
- Para conseguir energía eléctrica hay una pérdida, por tanto una bomba de calor debe tener un rendimiento alto ("COP") para compensar las pérdidas del sistema eléctrica.

Eficiencia mínima para la consideración de energía renovable será:

> 2,5

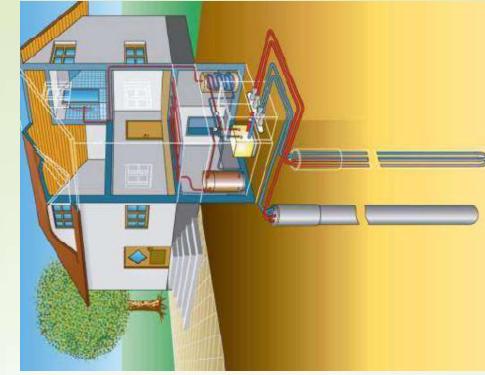
## Geotermia

- Dos grandes tipos de sondas de captación: verticales u horizontales



## Captador vertical

- Se realiza con sondas verticales de unos 100 m de profundidad.
- Deben estar separadas al menos 10 m.
- Se consigue una potencia de unos 4-6 kW por sonda vertical.
- El coste de cada perforación puede costar unos 2500 €.
- En grandes instalaciones debe estudiarse el terreno.
- Requiere permiso de perforación.



## Captador horizontal

49

- Un captador horizontal requiere un enterramiento de la tubería de 1 a 2 m de profundidad.
- Puede requerir una superficie exterior unas 4 veces la superficie interior a calefactar. Aproximadamente 100 m<sup>2</sup> pueden suministrar unos 4 kW de potencia térmica.
- Su inconveniente es la inversión necesaria, así como la superficie exterior necesaria.



[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

50

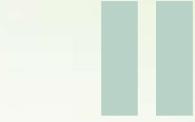
## Energía Solar

- Con la luz solar podemos conseguir transformar esta radiación en:
  - Energía solar térmica para producción de ACS, y/o Calefacción.
  - Energía fotovoltaica, es decir electricidad para autoconsumo de la instalación térmica.

Aerotermia



Energía Fotovoltaica

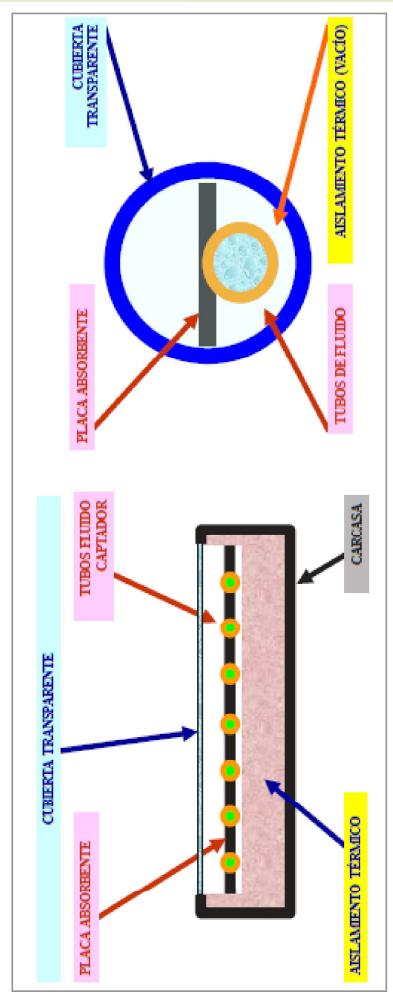


Máxima Eficacia

[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)

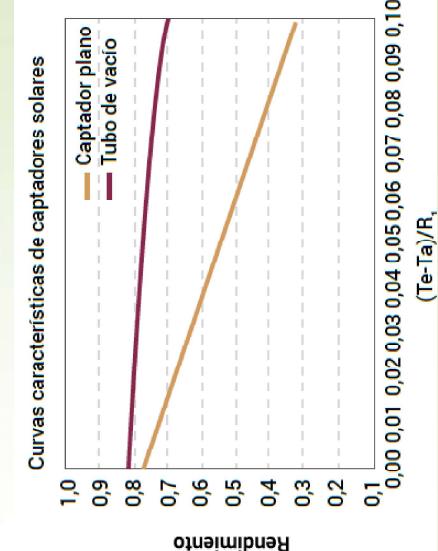
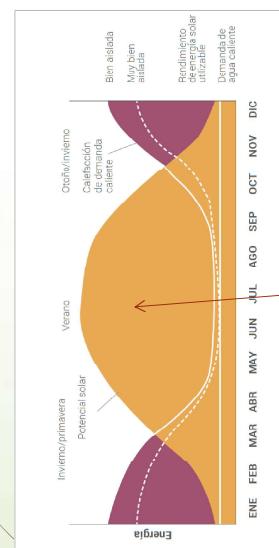
## Colectores solares térmicos

- Se suelen usar captadores planos y tubos de vacío.
- El más usado son los captadores planos. Siendo idóneos los tubos de vacío para aplicaciones de mayor temperatura.



## Sobrecalentamiento

- El rendimiento de un captador no es constante.
- En el diseño debe preverse el eventual calentamiento durante el verano.



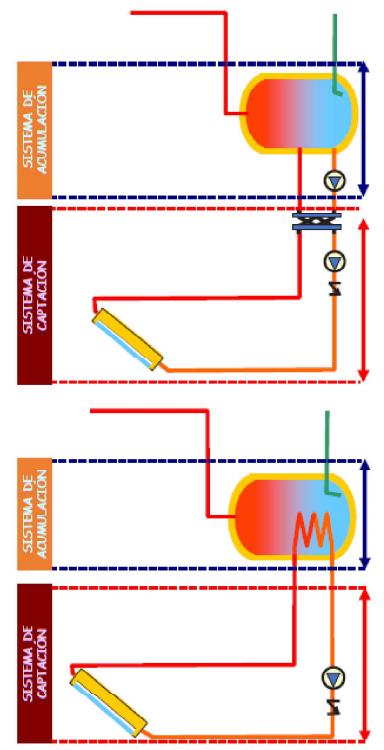
Su gran inconveniente son los sobrecalentamiento del verano

## Elementos del sistema

- Dado que la energía recibida del Sol no se suele consumir en el momento se requieren importantes volúmenes de acumulación, y un sistema de bombeo e intercambio.

Requiere siempre  
de un sistema  
auxiliar de apoyo

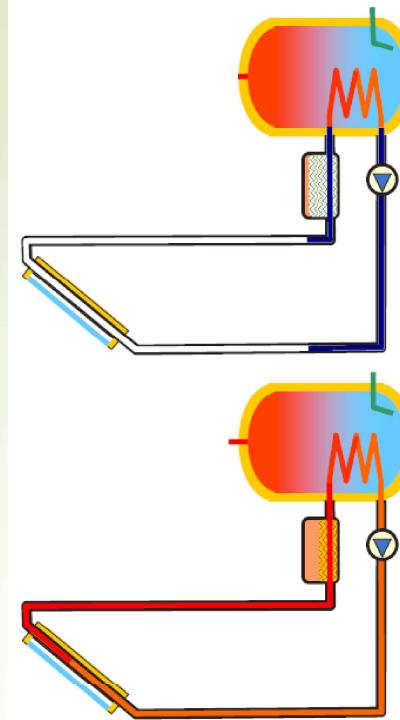
[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)



## Autovaciado

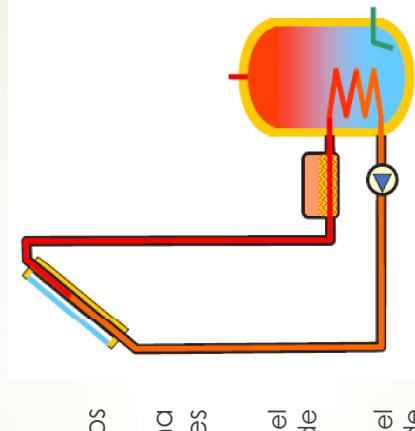
- Para evitar los sobrecalentamientos se debe requerir a una de las siguientes técnicas:
  - Tapado parcial del campo captadores.
  - Vaciado parcial del campo captadores.
  - Disipación, etc.

[formatec.formacion.es](http://formatec.formacion.es)



### INSTALACIÓN PARADA

El fluido se almacena en el depósito, las tuberías en el campo de captación están vacías; esta situación se mantiene cuando no hay aportación solar, en situaciones con riesgo de helada y con riesgo de estancamiento

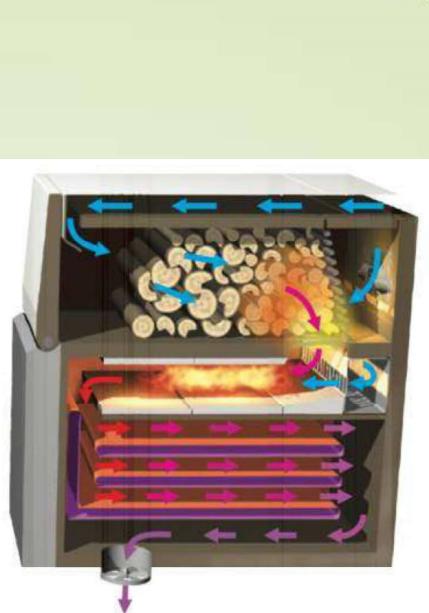


### INSTALACIÓN EN FUNCIONAMIENTO

Las tuberías por el campo de captación están llenas, transfiriendo el calor al depósito de acumulación

## Biomasa

- Es una energía renovable disponible las 24 horas del día.
- Son muy utilizados aparatos de calefacción local como las estufas de aire.
- Las calderas de biomasa pueden suministrar calefacción y ACS.



## Combustible

- Las calderas de biomasa según su diseño pueden trabajar con:
  - Pellets.
  - Astillas.
  - Briquetas o leños.
  - Hueso de aceituna.
  - Cáscara de frutos.
  - Etc.



## Necesidad de espacio

- Debe preverse el espacio de almacenamiento de la biomasa dentro o fuera del edificio, así como sistema de alimentación a la caldera.



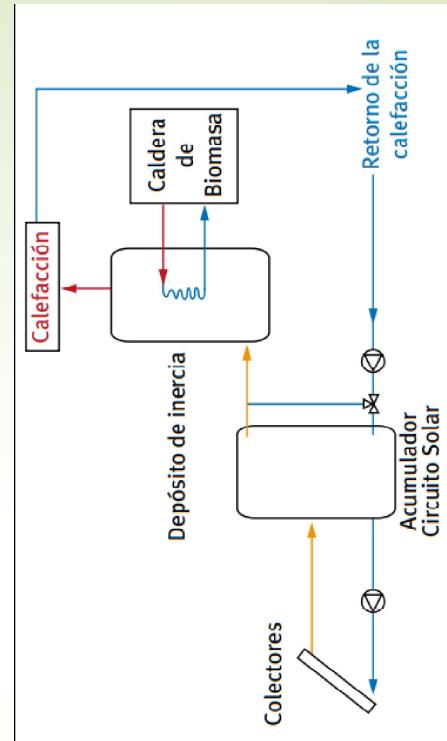
## Necesidad de espacio

- Hay que garantizar el mantenimiento de la instalación, el llenado y vaciado del silo, limpieza de sifones, y cumplir la normativa contra incendios.



## Depósitos

- No son equipos que suelan traer insertados sistemas de producción de ACS, y también requieren, normalmente, depósitos de inercia.



El depósito de inercia deberá tener una capacidad entre 20 y 30 l por kW. Evitará maniobras de arranque-paro.

## Ventajas e inconvenientes

- No hay un sistema ideal para todas los edificios, ni todos los clientes, pues influyen muchos factores:
  - tipo de vivienda unifamiliar o multifamiliar, ¿inversión?, ¿rendimiento energético?, ¿emisiones de contaminantes?, ¿espacio disponible para llenado del depósito?, ¿espacio disponible para caldera, chimenea, depósito de alimentación?, ¿limitaciones normativas RITE, y reglamentos de combustibles?, ¿mantenimiento?, etc



## Gracias por su atención

FORMATEC está a su disposición en Calle Guadalajara nº 6, bajo – Albacete.

Teléfono: 967-673580

Mail: [ipformatec@gmail.com](mailto:ipformatec@gmail.com)

Web: [formatec.iformacion.es](http://formatec.iformacion.es)



¿Qué sigue?:  
Estudiar los sistemas de calefacción  
actuales y sus características

Síguenos en:

