

GIROD  
GEOTERMIA

FUNDACIÓN MAPFRE



Jornada sobre  
**LAS ENERGÍAS RENOVABLES:  
ESPAÑA Y EL RETO DE 2020**

22 de septiembre de 2010

# GEOTERMIA

Juan Pablo Mariño Merizalde  
Ingeniero de Minas



# ¿Qué es la energía geotérmica?

**ENERGÍA ALMACENADA EN FORMA DE CALOR  
POR DEBAJO DE LA SUPERFICIE DE LA TIERRA**

*Consejo Europeo de Energía Geotérmica*

**FUENTE DE ENERGÍA RENOVABLE ABUNDANTE, DE  
EXPLORACIÓN VIABLE, TÉCNICA Y ECONÓMICAMENTE,  
QUE EVITA EMISIONES DE GASES DE EFECTO  
INVERNADERO Y CUYA EXISTENCIA EN NUESTRO  
SUBSUELO ESTÁ PROBADA.**

*I.G.M.E.*

# Clasificación de los yacimientos

Tipo Yacimiento		Rango de Temperatura	Uso Principal
<b>MUY BAJA ENTALPÍA</b>	<b>Subsuelo (con o sin agua)</b>	$5\text{ °C} < T < 25\text{ °C}$	<b>Climatización</b>
	<b>Aguas subterráneas</b>	$10\text{ °C} < T < 22\text{ °C}$	
<b>BAJA ENTALPÍA</b>	<b>Aguas termales</b>	$22\text{ °C} < T < 50\text{ °C}$	<b>Balnearios, Acuicultura</b>
	<b>Zonas volcánicas</b>	$T < 100\text{ °C}$	<b>Calor de distrito</b>
	<b>Almacenes sedimentarios profundos</b>		
<b>MEDIA ENTALPÍA</b>		$100\text{ °C} < T < 150\text{ °C}$	<b>Electricidad ciclos binarios</b>
<b>ALTA ENTALPÍA</b>		$T > 150\text{ °C}$	<b>Electricidad</b>



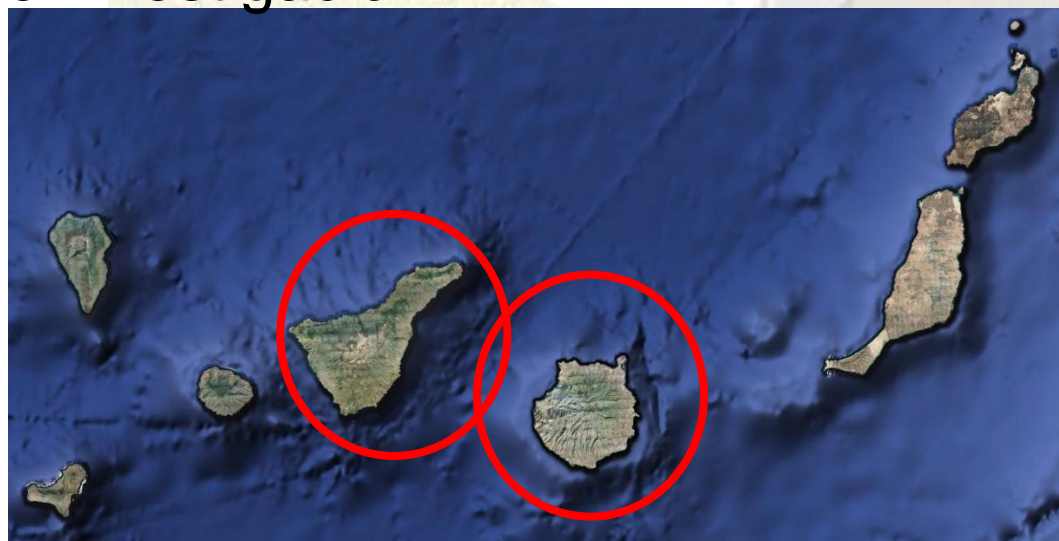
# Geotermia en España:

## Alta y media entalpía

A día de hoy no existen plantas para la producción de electricidad en España pero sí un potencial que está en estudio:

### ISLAS CANARIAS

- Tenerife:  $T > 250\text{ °C}$  a 2.000 m con un gradiente geotérmico de  $10\text{ °C}/100\text{ m}$ . En fase de investigación.
- Gran Canaria: Con un gradiente geotérmico de  $10\text{ °C}/100\text{ m}$



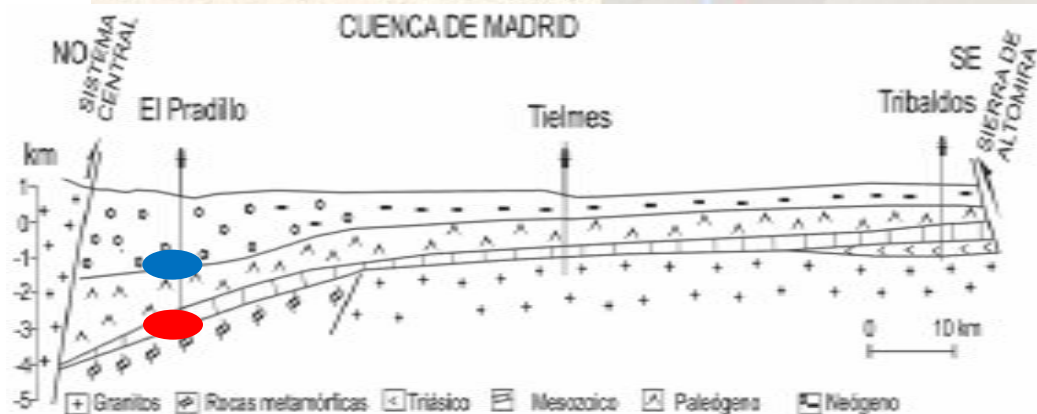
# Geotermia en España:

## Alta y media entalpía

### COMUNIDAD DE MADRID

El sondeo Pradillo (Shell 1980) demostró el potencial geotérmico de la cuenca de Madrid al intersectar dos zonas con potencial geotérmico:

- Uno de baja temperatura 88 °C a 1.750 m de profundidad asociado a sedimentos terciarios.
- Otro de media temperatura 150 °C a 3.400 m asociado a los materiales cretácicos.



# Geotermia en España:

## Alta y media entalpía

Desarrollo geotérmico: Calefacción, ACS y balneoterapia

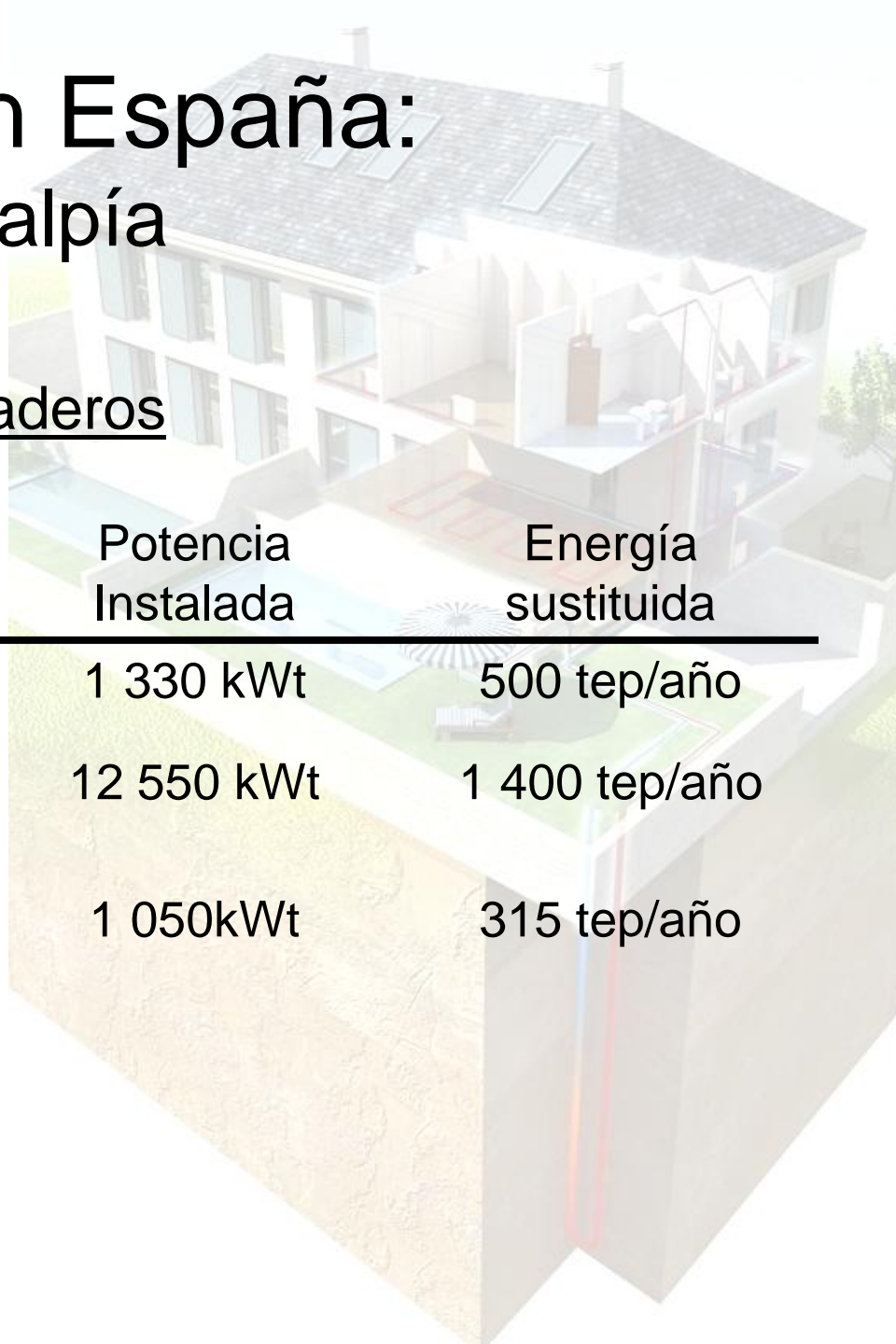
	Caudal medio	Potencia Instalada	Energía sustituida
Lugo	2 l/s	320 kWt	120 tep/año
Arnedillo	8 l/s	920 kWt	500 tep/año
Fitero	5 l/s	730 kWt	350 tep/año
Mombrió del Camp	10 l/s	1 500 kWt	750 tep/año
Archena	6 l/s	960 kWt	435 tep/año
Sierra Alamilla	5 l/s	740 kWt	350 tep/año

# Geotermia en España:

## Alta y media entalpía

Desarrollo geotérmico: Invernaderos

	Caudal medio	Potencia Instalada	Energía sustituida
Mombrió del Camp	3 l/s	1 330 kWt	500 tep/año
Campo de Cartagena	60 l/s	12 550 kWt	1 400 tep/año
Zújar	4 l/s	1 050kWt	315 tep/año





# Geotermia en España: Alta y media entalpía

Perspectivas de futuro para generación de electricidad:

- Proyectos EGS o geotermia estimulada (Canarias)
- Proyectos vinculados a acuíferos en cuencas sedimentarias profundas y áreas de basamento fracturado con gradientes geotérmicos anómalos (posibles plantas de demostración a partir de 2018)





# Geotermia en España:

## Alta y media entalpía

Perspectivas de futuro para usos directos:

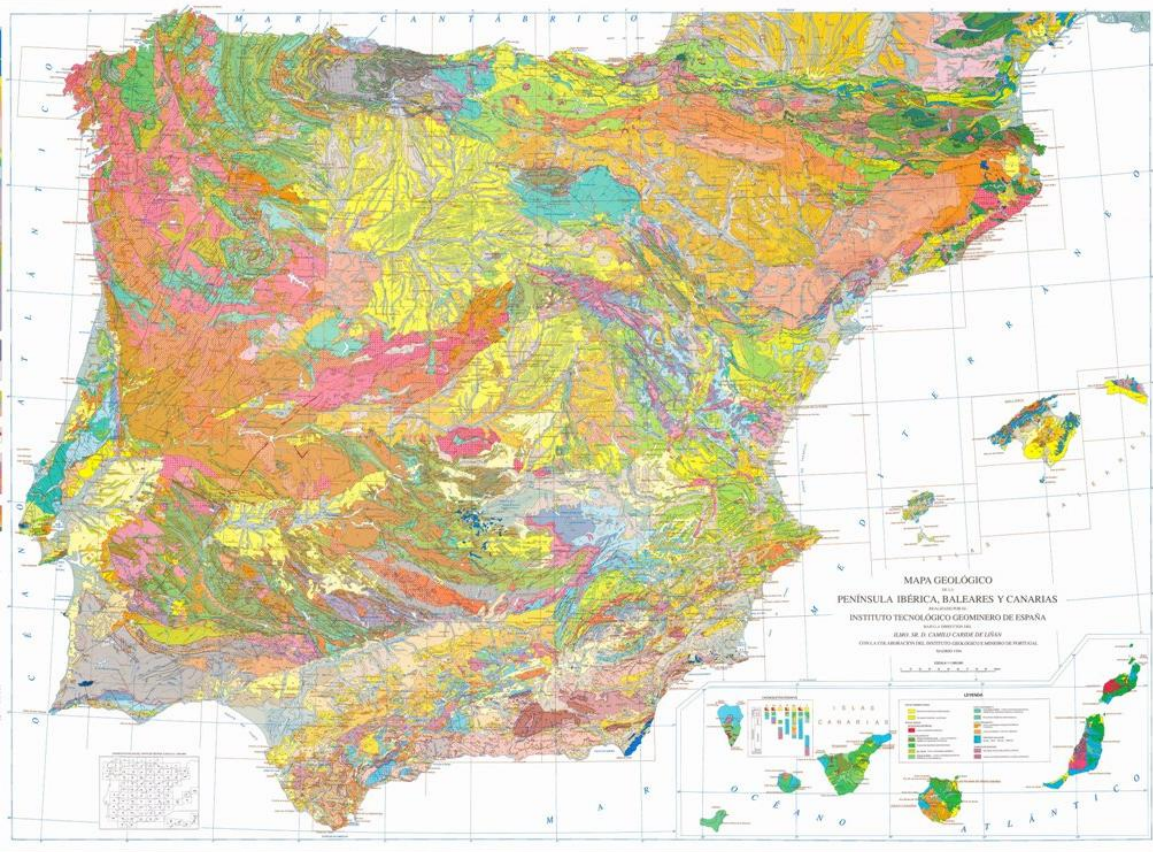
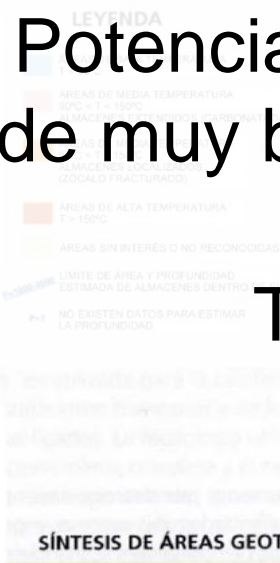
- Entrada en funcionamiento de diversos proyectos de *calefacciones distritales* geotérmicos que actualmente están en fase de exploración e investigación a partir del 2015.



# Geotermia en España: Muy baja entalpía

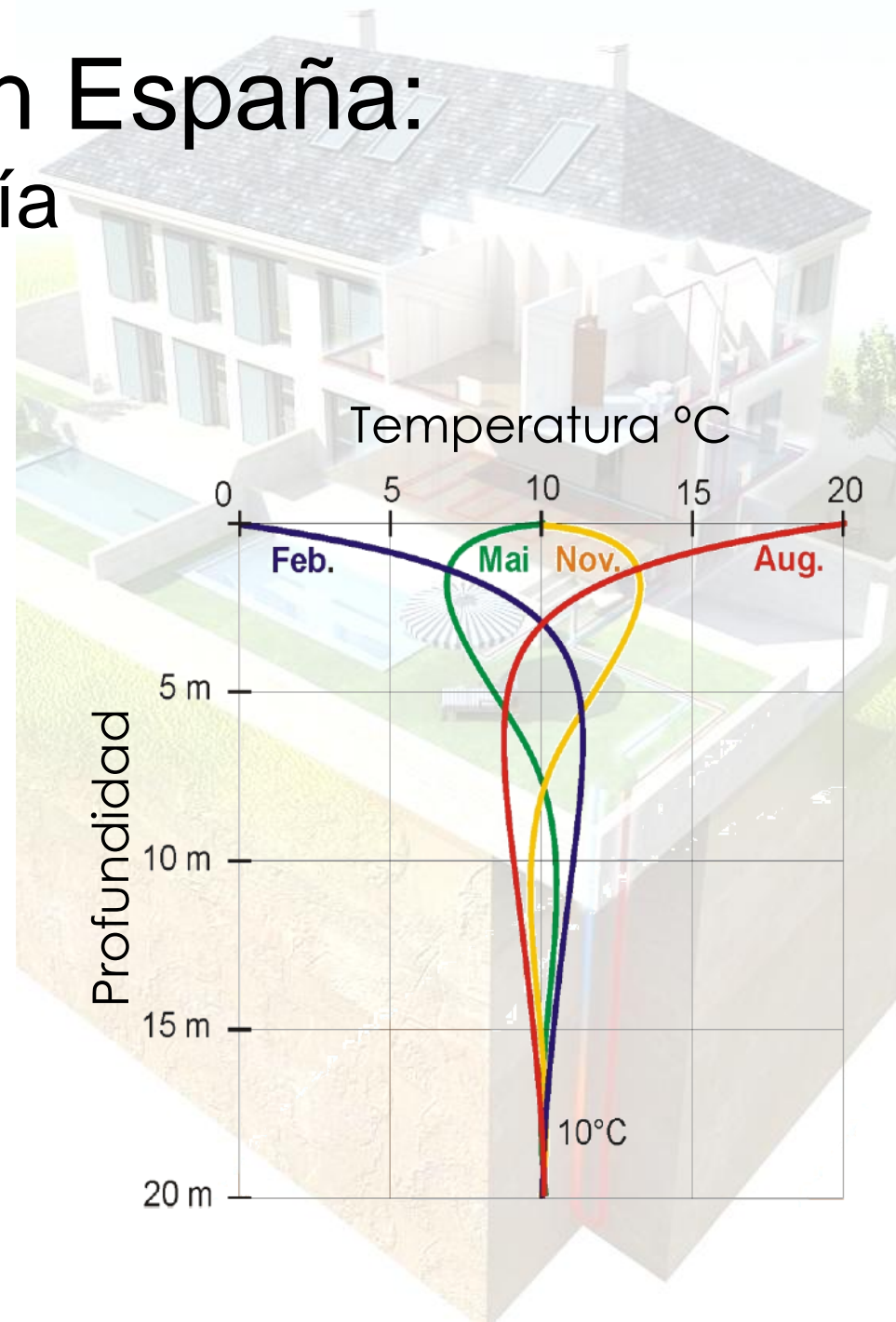


Potencial geotérmico  
de muy baja entalpía:  
**TODO EL  
TERRITORIO**





# Geotermia en España: Muy baja entalpía

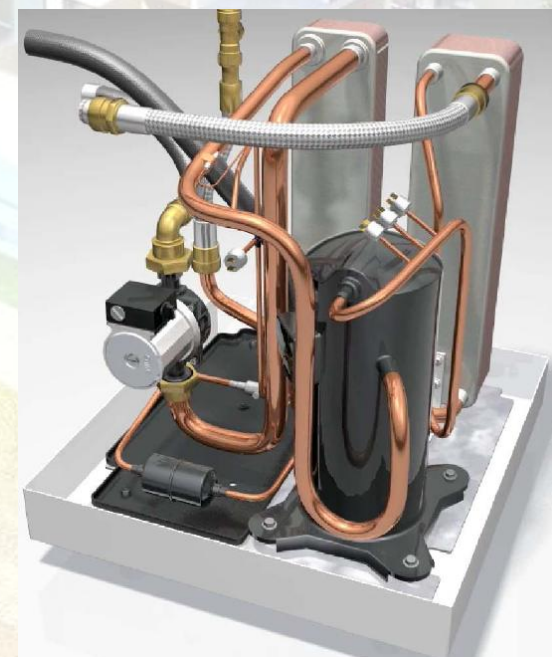




# Geotermia en España: Muy baja entalpía

La tecnología que se emplea es la bomba de calor, y proporciona:

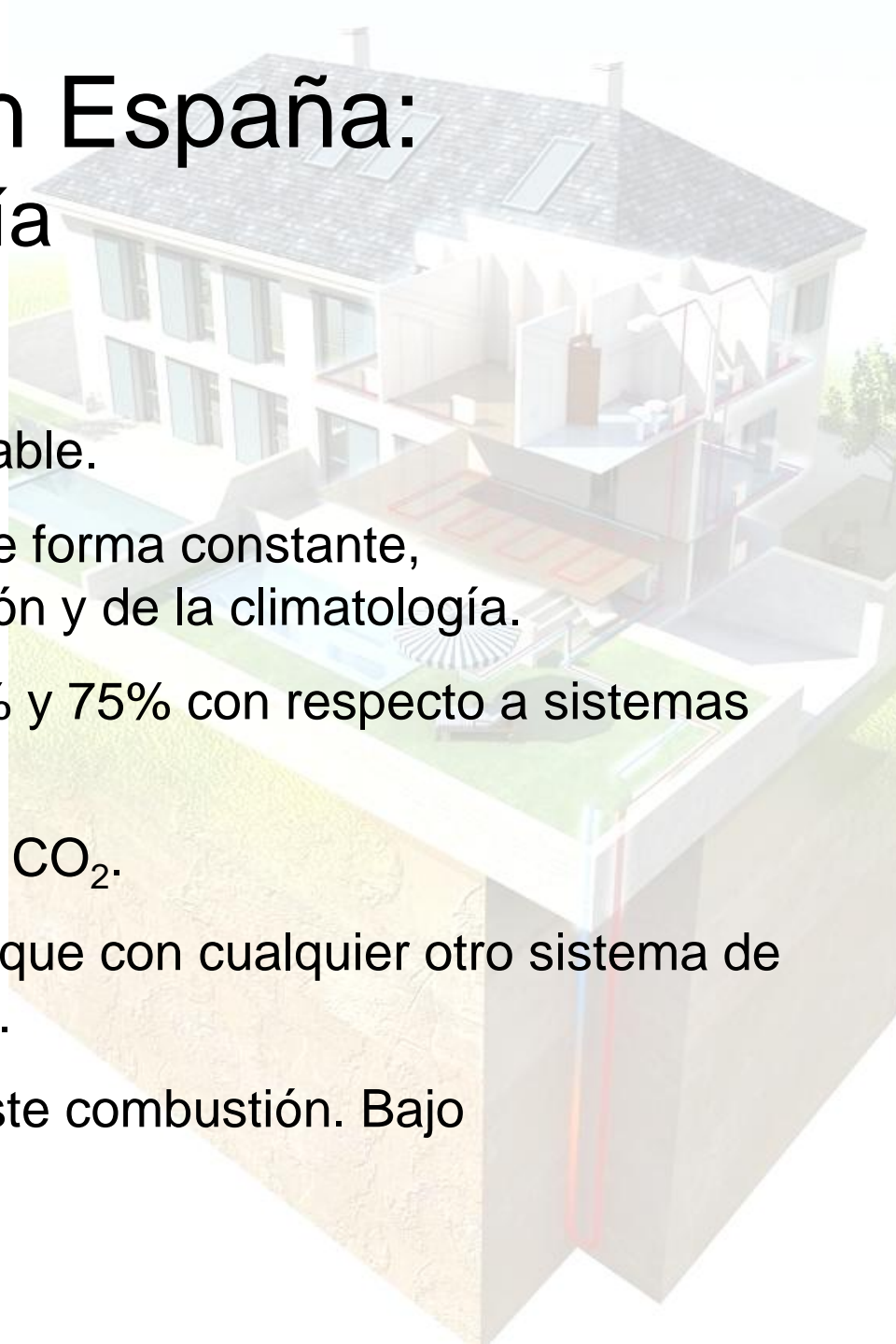
- Calefacción
- Agua caliente sanitaria (ACS)
- Refrigeración pasiva y/o activa



# Geotermia en España: Muy baja entalpía

Algunas ventajas:

1. Disponibilidad universal e inagotable.
2. Disponible durante todo el año de forma constante, independientemente de la estación y de la climatología.
3. Ahorros energéticos entre el 60% y 75% con respecto a sistemas convencionales.
4. Disminución en las emisiones de CO<sub>2</sub>.
5. Saltos térmicos mucho menores que con cualquier otro sistema de climatización. Mayor rendimiento.
6. No emite gases ni olores; no existe combustión. Bajo mantenimiento.
7. Permite obtener *free cooling*



# Geotermia en España: Muy baja entalpía

Situación en España (Plan de Acción Nacional de Energías Renovables 2010-2020)

- Crecimiento superior al 30% en los últimos años
- Previsión de crecimiento del sector del 15% en los próximos 5 años
- Crecimiento del 10-12% a partir del 2015





## Vivienda en Pozuelo de Alarcón (Madrid)

- 350 m<sup>2</sup> a climatizar
- Calefacción, Frío Pasivo y Activo
- 5 Cuartos de Baño
- Alargar temporada de piscina
- Suelo radiante de piedra y madera
- Buen aislamiento



# Geotermia en España: Muy baja entalpía

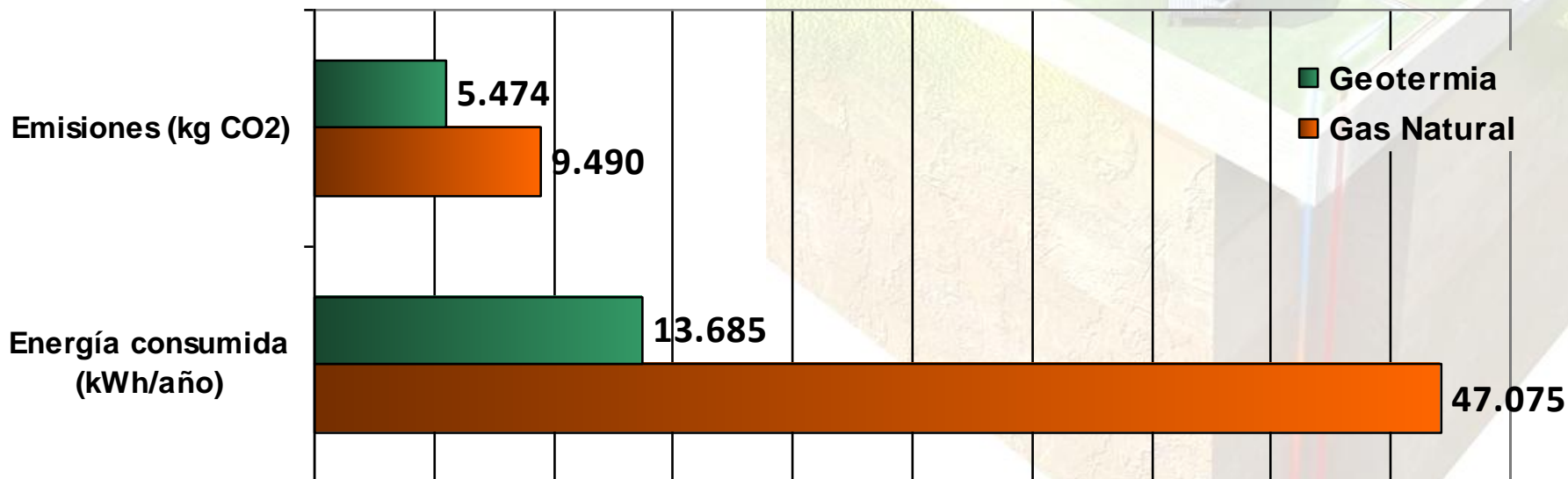


- Equipos instalados
- Duo Optimum 16 kW
- MBH 300 L para ACS
- Coolpack
- Intercambiador titanio para piscina
- Calor y frío por suelo radiante y fan-coils
- Thermia online



# Geotermia en España: Muy baja entalpía

	Geotermia	Gas Natural +Panel Solar
<b>Ahorro conseguido</b>	<b>35.790 kWh/año</b>	<b>2.400 kWh/año<sup>(1)</sup></b>
<b>Consumo Real Final</b>	<b>13.685 kWh/año<sup>(2)</sup></b>	<b>47.075 kWh/año</b>
<b>Emisiones de CO<sub>2</sub></b>	<b>4.694 kg CO<sub>2eq</sub><sup>(3)</sup></b>	<b>9.490 kg CO<sub>2</sub><sup>(4)</sup></b>



<sup>(1)</sup> Según el CTE, la energía solar aporta el 60% del ACS. El resto ha de suministrarse con la fuente de energía primaria que posea la vivienda.

<sup>(2)</sup> Corresponde al consumo eléctrico de la bomba de calor y resistencia.

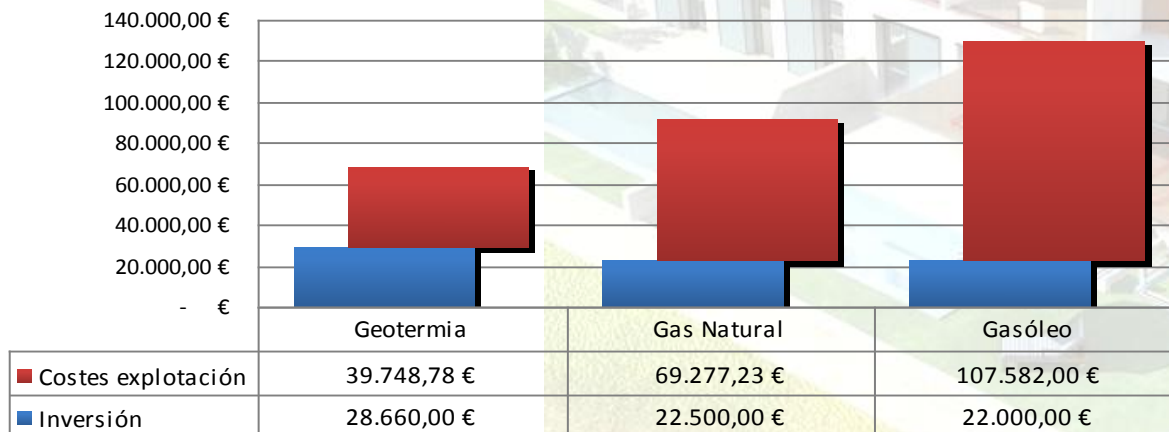
<sup>(3)</sup> Factor de emisión: 0,400 kg CO<sub>2eq</sub>/kWh año 2007. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente.

<sup>(4)</sup> Factor de emisión: 56 tCO<sub>2</sub>/TJ. Fuente: Ministerio de Medio Ambiente.

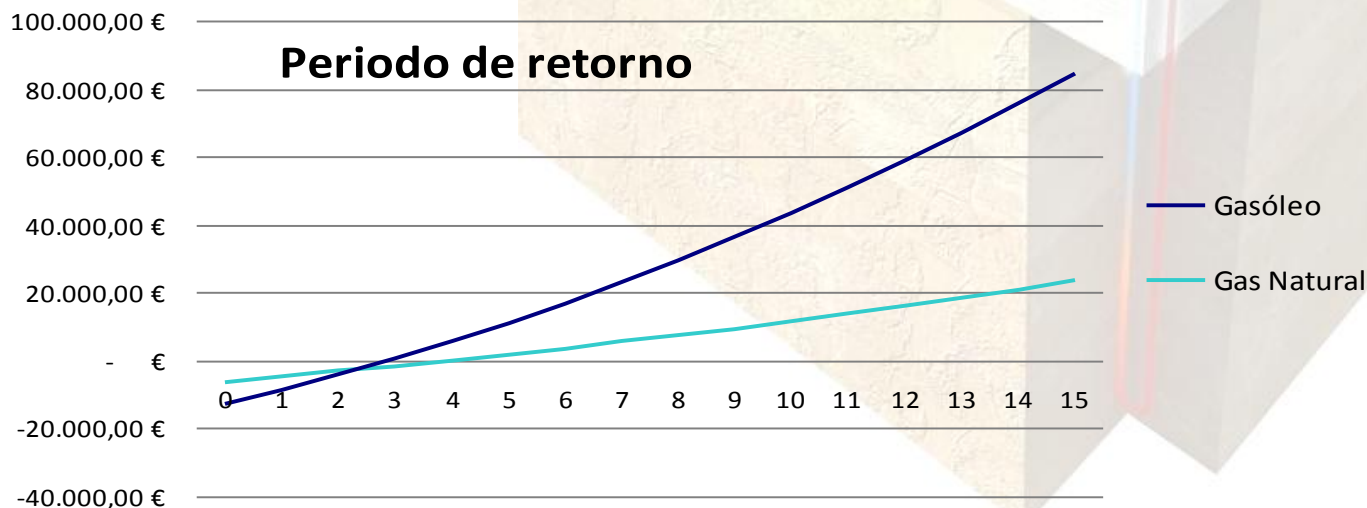


# Geotermia en España: Muy baja entalpía

**Coste total del sistema de climatización**



**Periodo de retorno**



# Geotermia en España: Muy baja entalpía

## CONSUMO

- Horas de funcionamiento compresor

Octubre 2007 – Octubre 2008:

**2.355 h**

- Potencia de compresor:  
**5,5 kW**

- Energía consumida:  
**12.952 kWh**

- Potencia contratada:  
**15 kW**



# Geotermia en España: Muy baja entalpía

---

Término de Potencia:  $15 \text{ kW} \times 1,752513 \text{ €/kW mes} \times 12 \text{ meses} = 315,45 \text{ €}$

Término de Energía:  $12.952 \text{ kWh} \times 0,107338 \text{ €/kWh} = 1.390,24 \text{ €}$

---

**TOTAL:** **1.705,69 €**

*Según tarifa Orden ITC/1857/2008 de 28 de julio de 2.008*

---

**Periodo 10/2008 al 10/2009: 2.083 horas de funcionamiento**

Término de Potencia:  $15 \text{ kW} \times 2,5 \text{ €/kW mes} \times 12 \text{ meses} = 450 \text{ €}$

Término de Energía:  $11.456 \text{ kWh} \times 0,14 \text{ €/kWh} = 1.603 \text{ €}$

---

**TOTAL:** **2.053 €**

---



# Geotermia en España: Muy baja entalpía

Periodo 10/2009 al 17/09/2010: **2.177 horas de funcionamiento**

Término de Potencia:

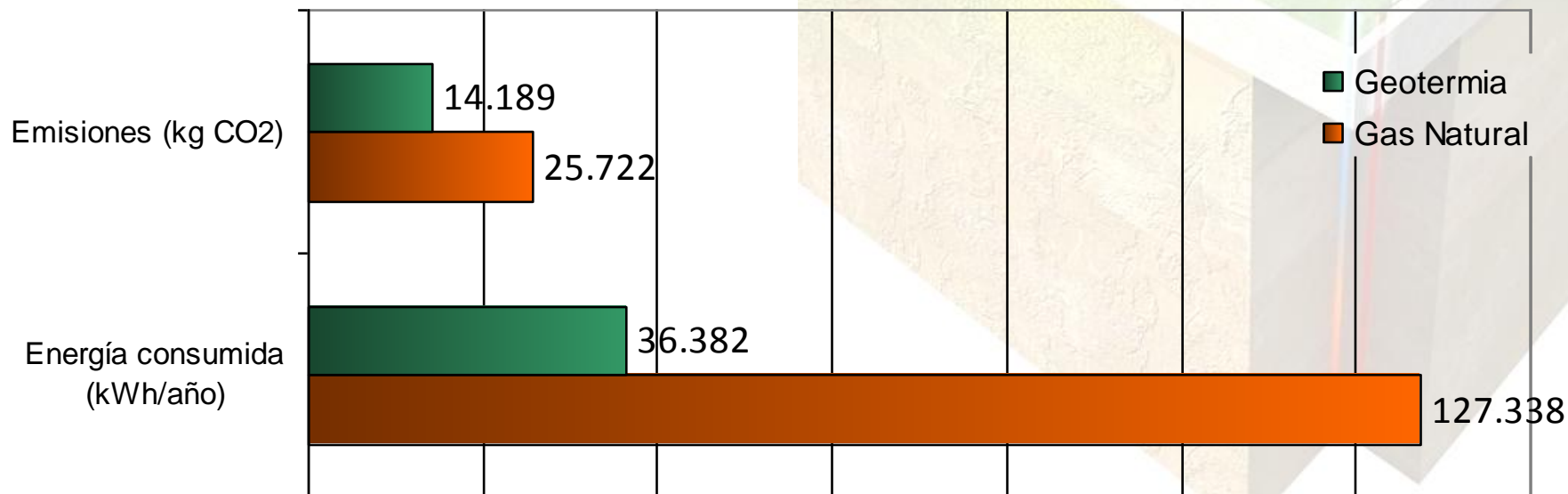
**15 kW x 2,5 €/kW mes x 12 meses = 450 €**

Término de Energía:

**11.973 kWh x 0,1494 €/kWh = 1.789 €**

**TOTAL:**

**2.239 €**



- **Vivienda en Colmenarejo (Madrid)**

- 215 m<sup>2</sup> a climatizar
- Calefacción, Frío Pasivo
- 4 Cuartos de Baño
- Suelo radiante de piedra





# GIROD GEOTERMIA







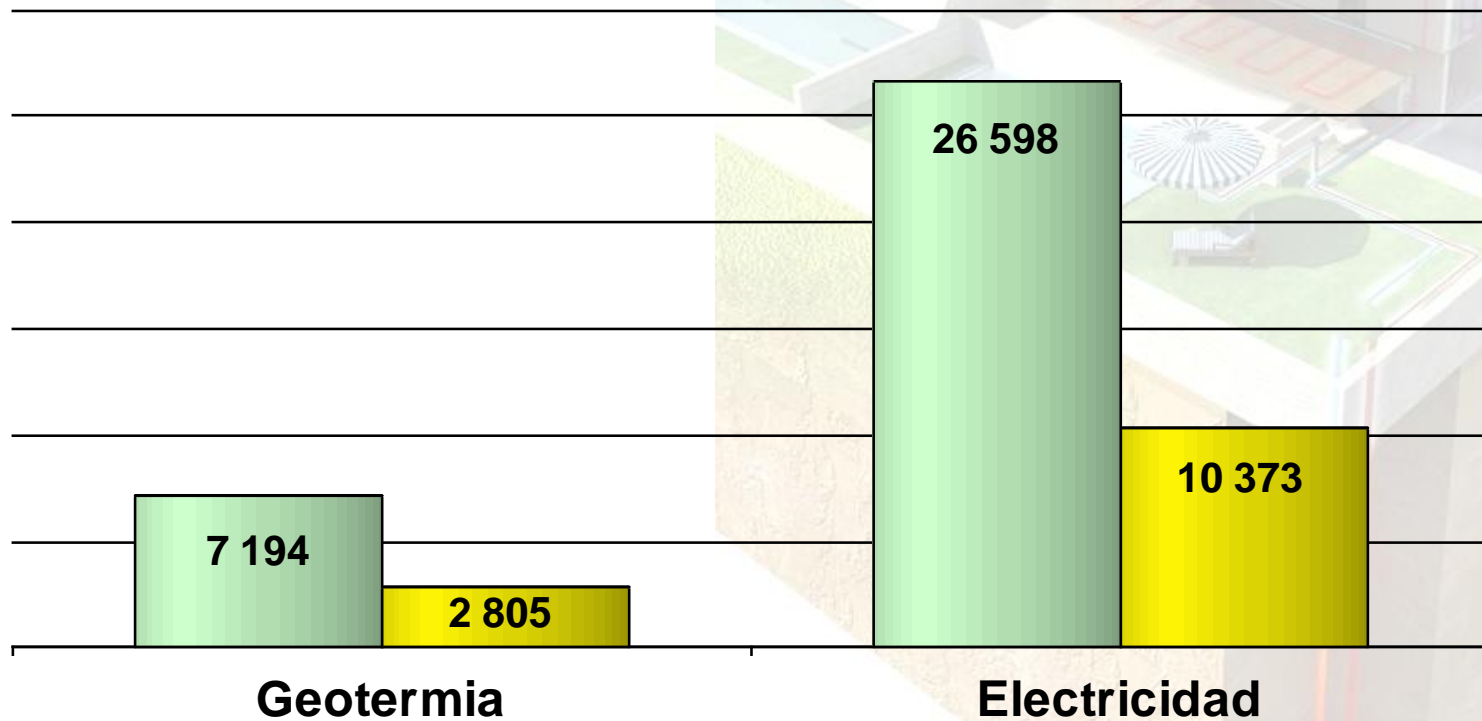
## Consumos reales entre el 11 de febrero y el 20 de mayo

- Energía eléctrica consumida (compresor de la BCG + bomba de circulación capt. geot. + resistencias eléc.): **2.002 kWhe.**
- Energía térmica producida (calefacción + ACS): **10.509 kWht.**
- Luego, el COP estacional correspondiente al período de estudio, resulta:  **$(10.509 / 2.002) = 5,25$**

Factura: 240 € en tres meses



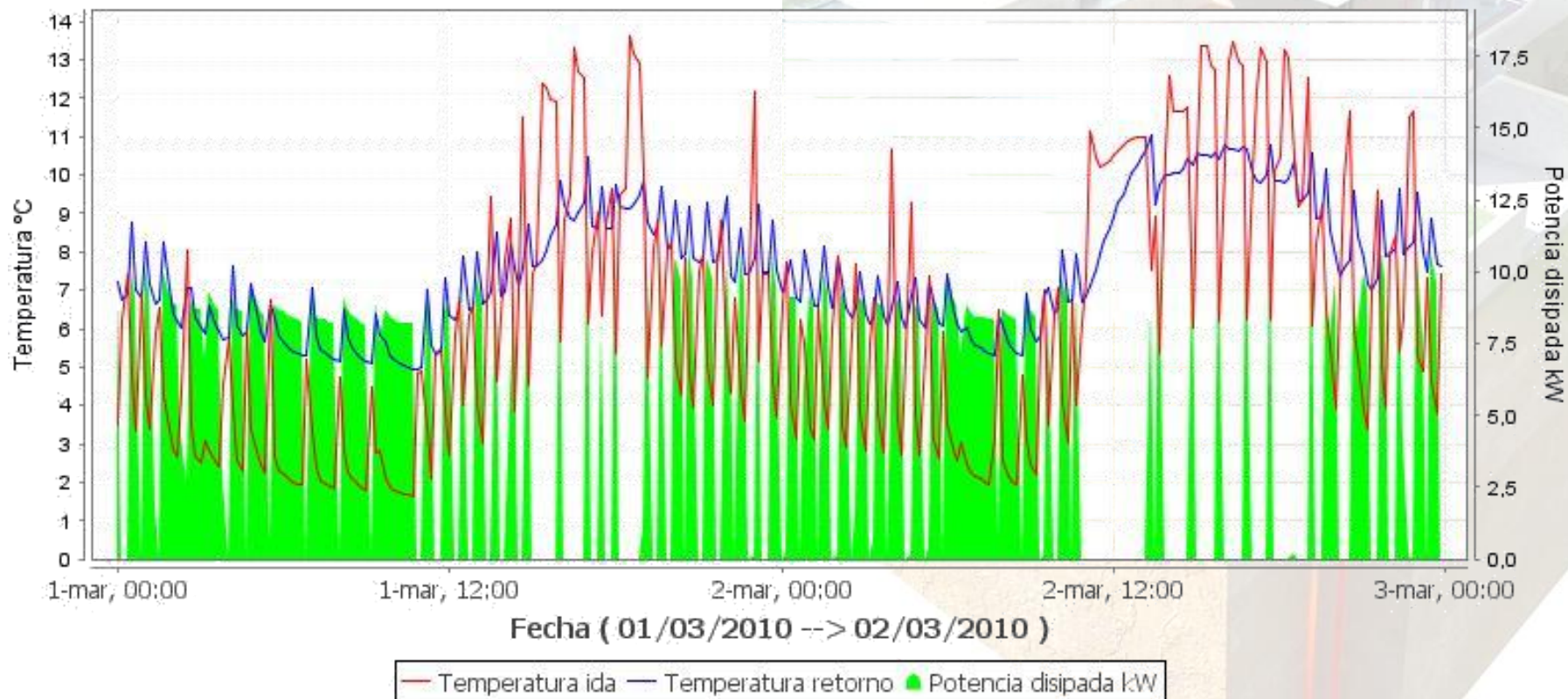
## Estimación y comparativa de consumos



■ Energía Primaria Consumida (kWh/año)

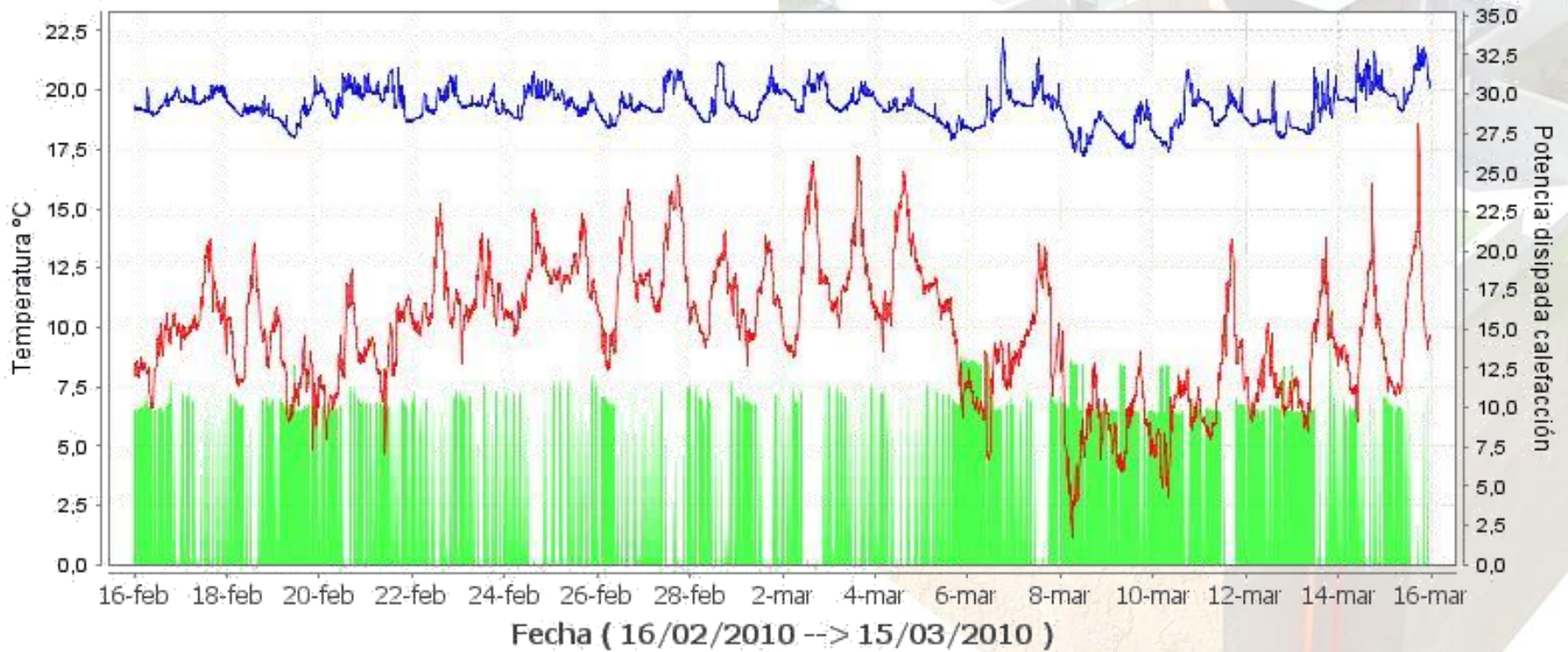
■ Emisiones CO2 emitidos (kg/año)

Temperatura y potencia en el circuito de captación geotérmica





## Potencia cedida

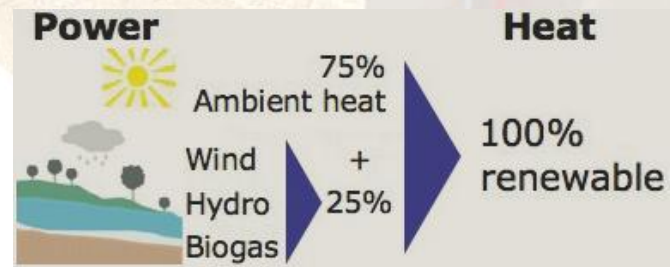


— Temperatura externa — Temperatura ambiente ■ Potencia disipada calefacción ▲ Potencia disipada refrigeración

# Geotermia en España

## Resumen

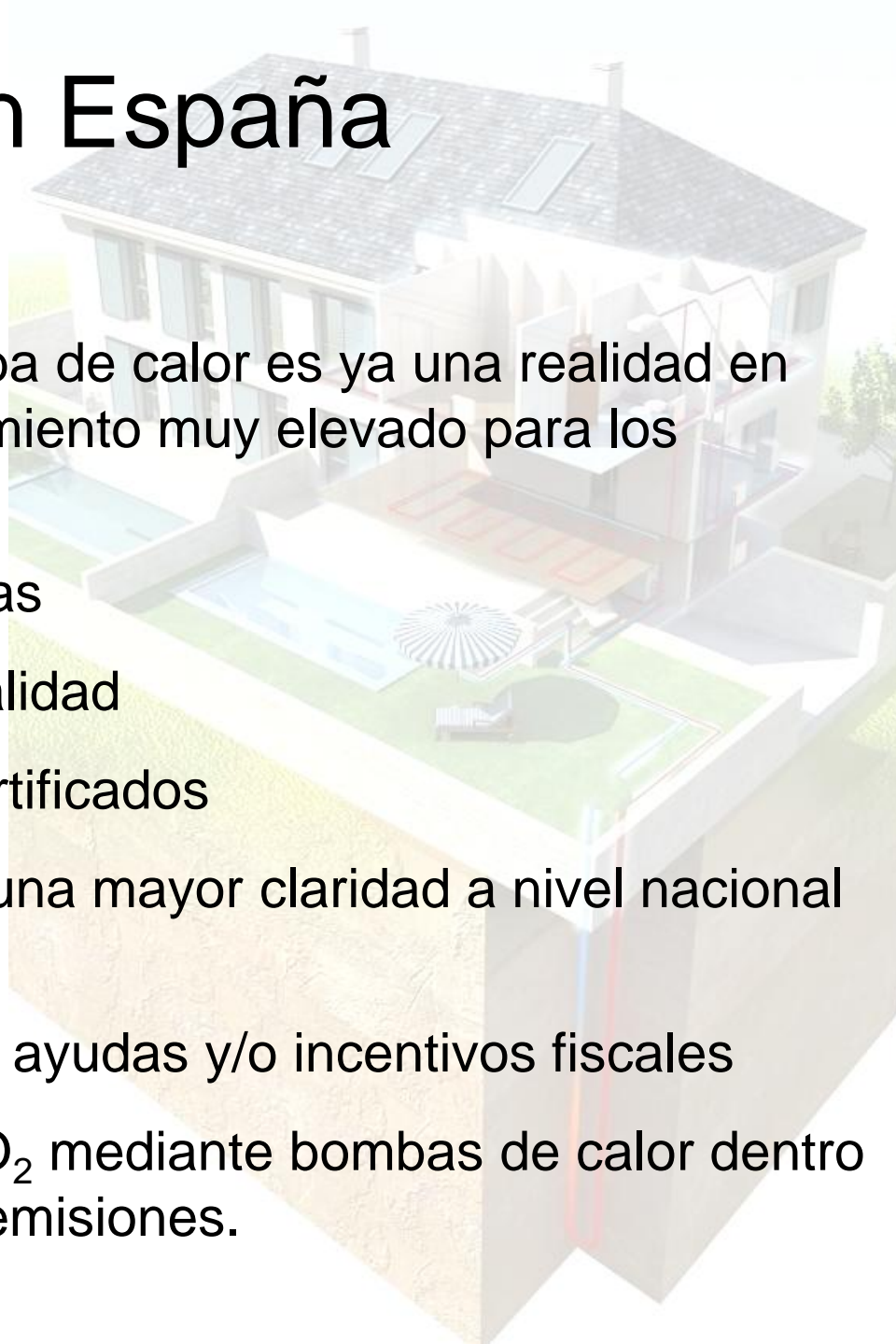
- La energía geotérmica está funcionando mejor en España que en el norte y centro de Europa.
- Mediante el empleo de tecnología de bombas de calor geotérmicas para calefacción y refrigeración se contribuirá a lograr las metas puestas por la UE en 2020.
- Mejor control en origen de las emisiones de CO<sub>2</sub> y de los consumos energéticos finales. Mayor estabilidad en el sistema eléctrico.
- Reducción de la dependencia energética exterior por la creciente producción de energía eléctrica mediante energías renovables (emisión de CO<sub>2</sub> cada vez menores)



# Geotermia en España

## Resumen

- La energía geotérmica con bomba de calor es ya una realidad en España con un potencial de crecimiento muy elevado para los próximos 10 años.
- Es la hora de hacer bien las cosas
  - Materiales y equipos de alta calidad
  - Instaladores y perforadores certificados
- Desarrollo de la normativa para una mayor claridad a nivel nacional y autonómico.
- Fomentar la geotermia mediante ayudas y/o incentivos fiscales
  - Incorporar la reducción de CO<sub>2</sub> mediante bombas de calor dentro del mercado internacional de emisiones.





MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCIÓN

