

26 enero 2021



# Tecnología de Sistemas de climatización con Bombas de Calor

Jornada "Aerotermia, una oportunidad para la recuperación verde en Castilla y León"











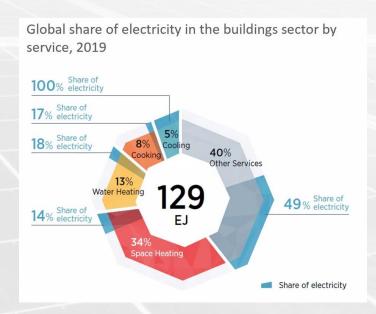
#### Contexto: el reto de la descarbonización

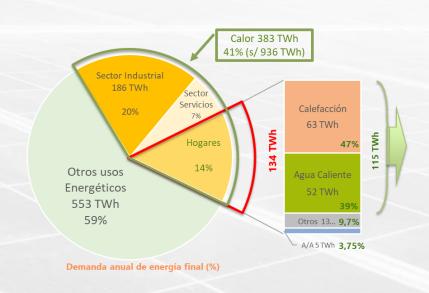


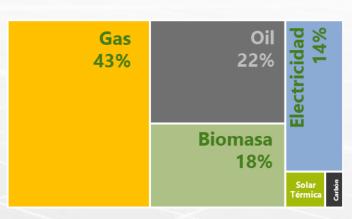


#### Demanda y uso del calor en España (2015)

## El calor en España es el 41% de la demanda final (UE28 ~ 50%).







Fuente energética para Calefacción y Agua Caliente en los Hogares españoles (%)

La calefacción y el agua caliente produjeron 27 MtCO<sub>2</sub> en 2015.

del consumo de energía final en España se usa en climatización de Edificios.





### Principales Sistemas de calefacción y agua caliente

PROCESO FÍSICO		Rendimiento¹ kWh-→kWh <sub>Q</sub>	Coste de instalación+	Coste uso* €/MWh	Ej. Tecnologías	
Combustión	$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$ $2H_2 + O_2 \rightarrow 2H_2O$	Convencional 0,70-0,80 Condensación 0,90-0,98	Alto 1800-5000€	100-88 82-75	<ul><li>Calderas</li><li>Gas, Gasoil, hidrógeno</li><li>Carbón, Biomasa</li></ul>	
Efecto Joule	$W = P \cdot t$ $W = R \cdot I^2 \cdot t$	Resistencias: 1	Bajo 1000-1200€	240	<ul><li>Resistencias</li><li>Radiadores</li><li>Infrarrojos</li></ul>	
Ciclo termo- dinámico	$Q_2 = Q_1 + W$	$\eta = Q_2/W_e$ $3 - 3,65 - (4,5)$	Alto 3700-7000€	80-66	<ul><li>Bomba calor</li><li>B. Calor híbrida</li><li>Bomba absorción</li></ul>	

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> El rendimiento establece una relación entre el calentamiento que proporciona el sistema de calefacción y la electricidad o combustible que consume (EN 14511).

Las bombas de calor son mucho más eficientes 300-450% que las calderas de gas 70-98%

El nuevo Código de Edificación (septiembre 2020) prácticamente descarta el uso de calderas en obra nueva



Para rehabilitación las tecnologías en competición son las calderas de condensación de gas y las bombas de calor

<sup>+</sup>Estimación para una vivienda de 3d en zona de clima medio en España (el rango bajo es solo el equipo)

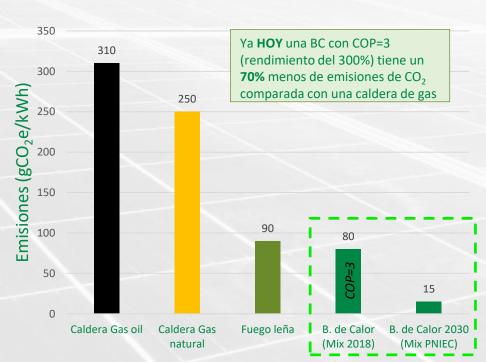
<sup>\*</sup>Coste de la energía: Gas: 0,0736 €/kWh. Electricidad: 0,2383 €/kWh (Eurostat first half 2019 Spain) Como referencia el consumo estimado anual en una vivienda media en España es: 5500-6000kWh

## IBERDROLA Specific of Parameter of Equipment of Confidence of Confidence



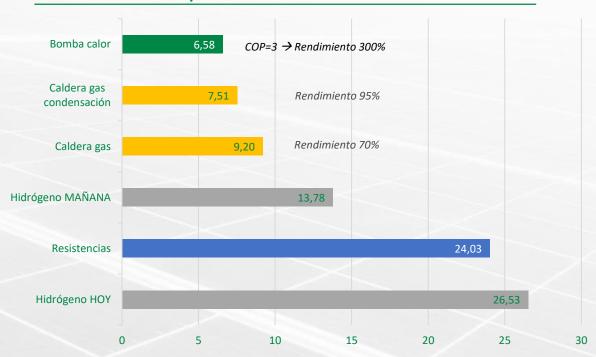
#### Smart Hea

# Las **bombas de calor** tienen emisiones muy **reducidas**\*



Emisiones comparadas (gCO2e/kWh)

# Las **bombas de calor** tienen los costes de operación **menores**<sup>+</sup>



Costes operación+ comparados (c€/kWh)

Entre las tecnologías de futuro sostenible para la calefacción doméstica, el H<sub>2</sub> no sería barato

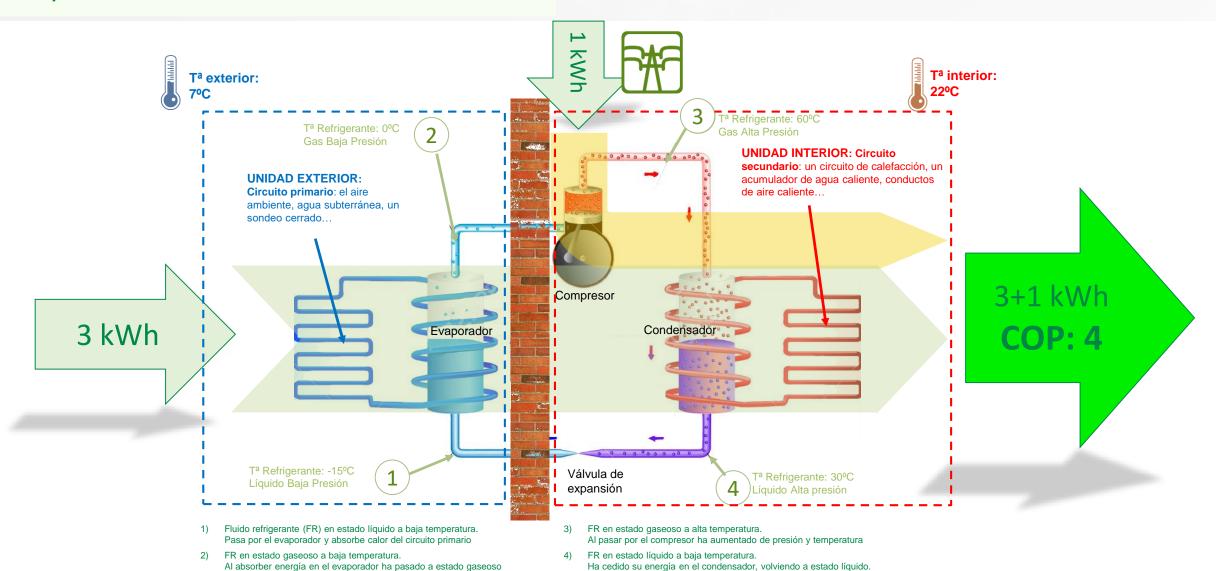
<sup>\*</sup> Asociado al mix eléctrico de 2030 según PNIEC

<sup>+</sup> Coste de la energía: Gas: 7,36 c€/kWh. Electricidad: 24,03 c€/kWh (Eurostat 1S-2019 Spain) Como referencia el consumo estimado anual en una vivienda media en España es: 5500-6000kWh





#### Principio físico de la bomba de calor



Al pasar por la válvula de expansión vuelve a su estado inicial



### Clasificación esquemática de bombas de calor







UNIDAD EXTERIOR: Circuito primario: puede ser el aire ambiente, agua subterránea, un sondeo cerrado...



#### **Aerotérmicas**

Extraen el calor del aire exterior. Pueden ser adosados a las superficies exteriores (muy adecuados si no hay terreno exterior disponible).

Rango habitual de T<sup>a</sup> exterior (-15°C +20°C)



#### **Geotérmicas**

Usan el calor almacenado naturalmente en el suelo para la calefacción y ACS. Disponibles horizontal y verticalmente. Requieren realizar zanjas o perforaciones. Pueden entregar calor eficiente independientemente del clima, la meteorología o la temperatura



#### Clasificación según medio interior para cesión del calor

UNIDAD INTERIOR: Circuito secundario: puede ser un circuito de calefacción, un acumulador de agua caliente, conductos de aire caliente...



Confort una caldera de gas

→ En climas templados y cálidos como el del sur de Europa el empleo reversible como Aire Acondicionado aumenta su versatilidad y las horas de operación.









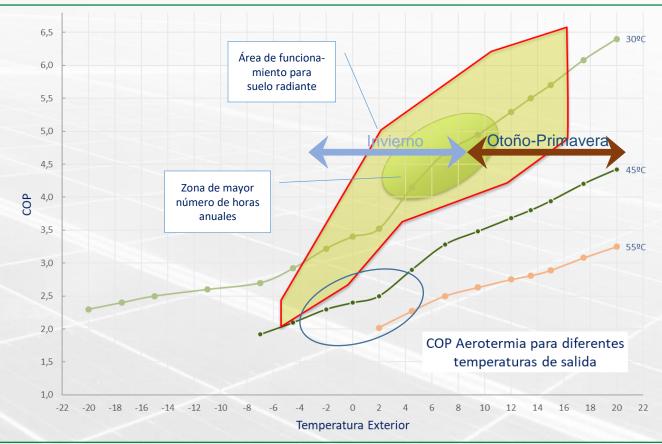
El rendimiento de una BC depende tanto de la T<sup>a</sup> de entrada (exterior) como de la de salida (interior). **A menor diferencia, mejor rendimiento**.

La efectividad puntual se mide a través del **COP** (Coefficient of Performance)

$$COP = rac{Energía térmica cedida}{Energía eléctrica consumida}$$

La efectividad estacional se mide a través del **SCOP** (Seasonal COP)

La mayoría del uso se hace en condiciones de alto COP, solo en los extremos de Tª anuales se opera con menor rendimiento.



Los **difusores más adecuados** son los de baja temperatura, como el **suelo radiante**. El uso para ACS o radiadores de alta T<sup>a</sup> es posible con menor COP

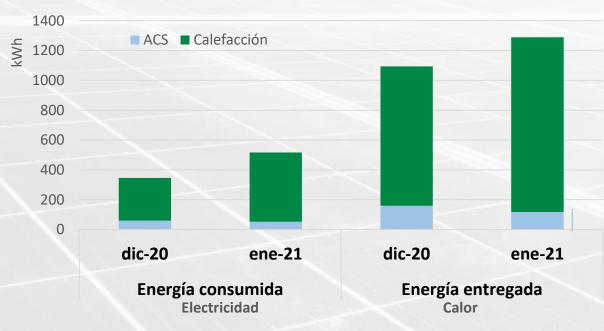




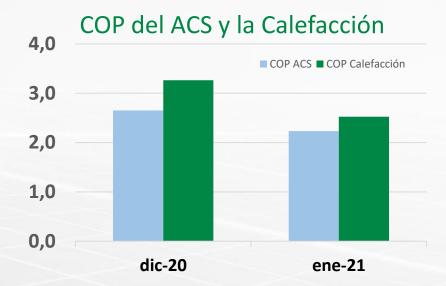


Vivienda en bloque de Madrid, datos de enero hasta el día 17

#### Consumo eléctrico y energía entregada



	kWh (e-)		kWh (Q)		СОР	
	ACS	Calefacción	ACS	Calefacción	ACS	Calefacción
dic-20	60,2	286,1	159,6	933,5	2,6	3,3
ene-21	52,7	464,0	117,7	1170,9	2,2	2,5









	Refrigerante habitual hasta 2018	Refrigerante de transición	Refrigerante de evolución
Denominación	R-410A	R-32	R-290
Potencial de calentamiento global (CO <sub>2</sub> =1)	2090	675	3
Rendimiento (COP 7º-35º)	4,2	4,6	5,0
Clasificación energética del equipo	A++	A++	A+++
Temperatura de salida	50	60	75
Toxicidad/ Inflamabilidad	Baja / Baja	Baja / Media	Baja / Alta

- El uso del refrigerante R-290 (Propano) permitirá reducir los costes operativos de los equipos que lo usen en un 10%.
- La mayor temperatura de salida permitirá el uso de los radiadores de alta temperatura habituales (con menor rendimiento), lo que reducirá mucho la inversión inicial en aplicaciones de vivienda ya existente.
- Tiene un efecto en el calentamiento global mucho más reducido a cambio de una mayor inflamabilidad







# ¿Qué oportunidad tenemos?





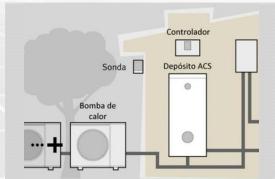






#### Además, de cara a plantear casos de reforma, hay que tener en cuenta las barreras principales:





Es necesario disponer de un espacio exterior suficiente para los grandes generadores de aerotermia integrada, así como un espacio interior suficiente para el intercambiador y el acumulador.

Además, dichos generadores desprenden calor en verano por lo que necesitan un espacio circundante de 3m aprox.

Coste inicial



El elevado coste de las máquinas así como las reformas necesarias para instalar el nuevo equipo, hacen que el coste de sustitución se multiplique x3 frente a calderas

Además, normalmente, es necesario realizar modificaciones en los emisores de calefacción (radiadores) o refrigeración (splits) existentes por lo que el coste total, es aún mayor

Percepción



Tradicionalmente al aerotermia se asocia a:

- Disconfort térmico: En Splits puede haber exceso de velocidad en el flujo de aire y ambiente reseco
- Baja inercia: sistemas que "al apagarse" dejan de calentar
- Molestias sonoras









### La Bomba de calor es competitiva (payback ≤ 5 años) en los siguientes casos

Demanda 3M viviendas Calderas de gasoil eléctrico cubierta con potencial: fósil: Gas natural con suelo radiante 1M viviendas **20 TWh** 7,8 TWh Obra nueva y reformas integrales ~120.000 viviendas nuevas y ~200.000 rehabilitaciones /año\* Consumo Demanda eléctrico cubierta con 2.5 M viviendas Calefacción eléctrica por resistencia potencial: electricidad: **4,7 TWh** 11,5 TWh

La bomba de calor puede llegar a ser competitiva (payback 5-8 años) en los siguientes casos:

Gas Natural con radiadores

10 M viviendas

Demanda cubierta con fósil:

46,5 TWh



Consumo eléctrico potencial:

16,8 TWh

### Conclusiones & Take Aways

Hay un **gran potencial de electrificación** del calor y ACS residencial, y terciario en España. **Las redes de distribución facilitarán** la electrificación del calor

Las bombas de calor se presentan como la solución preferente para cumplir los requisitos del nuevo CTE

El PNIEC considera actuaciones de eficiencia en 1,2 millones de viviendas/año, para las que la BdC sería una solución idónea. Se deben instalar 4 millones de equipos.

La bomba de calor hoy en día es la solución más eficiente (COP>350%) y permite mejorar la calidad del aire y reducir emisiones

Se requieren planes y medidas específicas para dar a conocer e incentivar la instalación de bombas de calor











https://youtu.be/YHtyY9mt5sk

