

Cálculo del Ahorro de Energía

Usamos la siguiente fórmula para calcular el ahorro de energía:

$$AE_c = P_c \cdot \left(\frac{1}{\eta_i} - \frac{1}{SCOP_{BdC}} \right) \cdot h$$

donde:

- AE_c = Ahorro de energía (kWh)
- P_c = Potencia de calefacción (kW)
- η_i = Eficiencia de la caldera (
- $SCOP_{BdC}$ = Coeficiente de rendimiento estacional de la bomba de calor
- h = Horas de operación (h)

Supongamos los siguientes valores:

$$P_c = 10 \text{ kW}$$

$$\eta_i = 0,85$$

$$SCOP_{BdC} = 3,5$$

$$h = 2000 \text{ h}$$

Primero, convertimos la eficiencia de la caldera a decimal:

$$\eta_i = 0,85$$

Luego, calculamos la parte de la fórmula dentro del paréntesis:

$$\left(\frac{1}{\eta_i} - \frac{1}{SCOP_{BdC}} \right) = \left(\frac{1}{0,85} - \frac{1}{3,5} \right)$$

$$\frac{1}{0,85} \approx 1,176$$

$$\frac{1}{3,5} \approx 0,286$$

$$1,176 - 0,286 = 0,89$$

Finalmente, calculamos el ahorro de energía:

$$AE_c = 10 \text{ kW} \cdot 0,89 \cdot 2000 \text{ h}$$

$$AE_c = 10 \cdot 0,89 \cdot 2000$$

$$AE_c = 17800 \text{ kWh}$$

Por lo tanto, el ahorro de energía estimado al sustituir la caldera de combustión por una bomba de calor es de aproximadamente 17,800 kWh al año.

Ficha	IND040: Sustitución de caldera de combustión existente por bomba de calor
Código	IND040
Versión	V1.1
Sector	Industrial

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Sustitución total de caldera de combustión de una instalación térmica (calefacción y/o agua caliente sanitaria, y/o proceso térmico para producción) de un establecimiento industrial por una bomba de calor alimentada eléctricamente. La actuación no afecta a los elementos que configuran la instalación térmica.

2. REQUISITOS

Esta ficha no establece requisitos específicos, lo que en ningún caso exonera del cumplimiento de los requisitos de obligado cumplimiento establecidos en la normativa vigente: Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), Reglamento europeo sobre los gases fluorados¹ u otras disposiciones en este ámbito de aplicación.

3. CÁLCULO DEL AHORRO DE ENERGÍA

3.1 En calefacción y/o proceso térmico de producción

El ahorro de energía se medirá en términos de energía final, expresada en kWh/año, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$AE_c = P_c \cdot \left(\frac{1}{\eta_i} - \frac{1}{SCOP_{BdC}} \right) \cdot h$$

¹ Reglamento (UE) No 517/2014 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de abril de 2014 sobre los gases fluorados de efecto invernadero y por el que se deroga el Reglamento (CE) no 842/2006.

Donde:

P_c	Potencia térmica nominal de la caldera sustituida según ficha técnica o valor medio de la última inspección periódica	kW
η_i	Rendimiento del equipo sustituido según ficha técnica referido a PCI, o valor de la última inspección, o el valor de referencia de la tabla del anexo IV	(tanto por uno)
$SCOP_{BdC}$	Rendimiento estacional de la bomba de calor según ficha técnica	W/W
h	Horas equivalentes en modo activo de funcionamiento activo ²	1.920 h/año
AE_c	Ahorro anual de energía final	kWh/año

P_c	η_i	$SCOP_{BdC}$	h	AE_c

3.2 En agua caliente sanitaria (ACS)

El ahorro de energía en ACS se medirá en términos de energía final, expresada en kWh/año, de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$AE_{ACS} = \left(\frac{1}{\eta_i} - \frac{1}{SCOP_{ACS}} \right) \cdot D_{ACS} \cdot F_p$$

Donde:

F_p	Factor de ponderación ³	1
η_i	Rendimiento del equipo sustituido según ficha técnica referido a PCI, o valor de la última inspección, o el valor de referencia de la tabla del anexo IV	(tanto por uno)
$SCOP_{ACS}$	Rendimiento estacional de la bomba de calor según ficha técnica ⁴	W/W
D_{ACS}	Demanda anual de energía en ACS ⁵	kWh/año
AE_{ACS}	Ahorro anual de energía final	kWh/año

² Valor de referencia. Dicho valor podrá ser sustituido previa justificación por cualquier medio o prueba que ofrezcan al verificador evidencias sobre el valor aportado.

³ Factor de ponderación para ajustar el valor de la demanda de energía estimado por métodos reconocidos al valor del consumo real de energía final.

⁴ Ver Anexo II.

⁵ Ver Anexo III. Demanda anual de ACS.

F_P	$1 / \eta_i$	$1 / SCOP_{ACS}$	D_{ACS}	AE_{ACS}

4. RESULTADO DEL CÁLCULO

El ahorro anual de energía total será la suma de los ahorros de energía en calefacción y agua caliente sanitaria.

AE_C	Total de energía final al año en calefacción	kWh/año
AE_{ACS}	Total de energía final al año en agua caliente sanitaria	kWh/año
AE_{TOTAL}	Ahorro anual de energía final total	kWh/año

AE_C	AE_{ACS}	AE_{TOTAL}	D_i

D_i	<i>Duración indicativa de la actuación⁶</i>	<i>años</i>
-------	--	-------------

Fecha inicio actuación	
Fecha fin actuación	

Representante del solicitante	
NIF/NIE	
Firma electrónica	

⁶ Según Recomendación (UE) 2019/1658, de la Comisión, de 25 de septiembre, relativa a la transposición de la obligación de ahorro de energía en virtud de la Directiva de eficiencia energética, o en su defecto a criterio del técnico responsable.

5. DOCUMENTACIÓN PARA JUSTIFICAR LOS AHORROS DE LA ACTUACIÓN Y SU REALIZACIÓN

1. Ficha cumplimentada y firmada por el representante legal del solicitante de la emisión de CAE.

2. Declaración responsable formalizada por el propietario inicial del ahorro de energía final referida a la solicitud y/u obtención de ayudas públicas para la misma actuación según el modelo del Anexo I de esta ficha.

3. Facturas justificativas⁷ de la inversión realizada que incluyan una descripción detallada de los elementos principales (por ejemplo, aquellos de cuya ficha técnica se toman datos para calcular el ahorro).

4. Informe fotográfico de la instalación térmica antes y después de la instalación de la bomba de calor.

5. Cuando sea preceptivo deberá aportarse copia de la comunicación de la puesta en servicio presentada en el registro habilitado por el órgano competente de la comunidad autónoma.

⁷ Todas las facturas deben contener, como mínimo, los datos y requisitos exigidos por la Agencia Tributaria.

ANEXO I

Declaración responsable formalizada por el propietario inicial del ahorro referida a la solicitud y/u obtención de ayudas o subvenciones públicas para la misma actuación de ahorro de energía

1. Identificación de la actuación de ahorro de energía

Nombre de la actuación	
Código y nombre de la ficha	
Comunidad autónoma en la que se ejecutó la actuación ¹	
Dirección postal de la instalación en que se ejecutó la actuación	
Referencia catastral de la localización de la actuación	
En su caso, número de serie de los equipos	

2. Identificación del propietario inicial del ahorro y del beneficiario

Propietario inicial del ahorro ² (Nombre y apellidos / Razón social)		NIF/NIE	
Domicilio			
Teléfono			
Correo electrónico			

En el caso de que el propietario inicial del ahorro no coincida con el beneficiario del ahorro, completar también la siguiente tabla:

Beneficiario del ahorro ³ (Nombre y apellidos / Razón social)		NIF/NIE	
---	--	---------	--

¹ En el caso de que la actuación exceda el ámbito territorial de una comunidad autónoma, indicar en este apartado: "Excede el ámbito territorial de una comunidad autónoma".

² Persona física o jurídica que lleva a cabo la inversión de la actuación en eficiencia energética.

³ Aquella persona física o jurídica que, siendo titular, arrendatario u ocupante de las instalaciones sobre las que se ha ejecutado la actuación de eficiencia energética, obtiene un impacto positivo de los ahorros de energía final generados.

Domicilio	
Teléfono	
Correo electrónico	

3. Identificación del representante del propietario inicial del ahorro (a indicar únicamente en caso de representación)

Representante (Nombre y apellidos / Razón social)		NIF/NIE	
Domicilio			
Teléfono			
Correo electrónico			

Ostentando poderes suficientes según:

☐ Poder Notarial de fecha _____ y número de protocolo _____.

Se adjunta copia a la presente.

☐ Otro documento (identificar título y fecha de formalización): _____ . Se adjunta copia a la presente.

Manifestando que dichos poderes no se encuentran revocados, modificados ni limitados.

4. Indicación de si el propietario inicial del ahorro o el beneficiario son perceptores del bono social, en sus modalidades eléctrico o térmico

Perceptor de bono social (Seleccionar las opciones que correspondan)	<input type="checkbox"/> Bono social eléctrico para consumidores vulnerables <input type="checkbox"/> Bono social eléctrico para consumidores vulnerables severos <input type="checkbox"/> Bono social eléctrico en riesgo de exclusión social <input type="checkbox"/> Bono social de justicia energética <input type="checkbox"/> Bono social térmico <input type="checkbox"/> Ninguno de los anteriores
---	---

En relación con la actuación arriba indicada, el abajo firmante:

DECLARA RESPONSABLEMENTE

☐ NO SE HA SOLICITADO a otros organismos o administraciones internacionales, nacionales, autonómicas o locales, una ayuda o subvención para la misma actuación.

☐ SE HA SOLICITADO a otros organismos o administraciones internacionales, nacionales, autonómicas o locales, una ayuda o subvención para la misma actuación, y en ese caso:

☐ Se ha obtenido dicha ayuda o subvención para la misma actuación.

☐ No se ha obtenido dicha ayuda o subvención para la misma actuación.

☐ Está pendiente de resolución dicha ayuda o subvención solicitada para la misma actuación.

En todo caso, se deberán indicar los siguientes datos para cada ayuda o subvención:

Denominación del programa de ayuda	
Entidad u órgano gestor	
Año	
Disposición reguladora	
Número de expediente	
Estado de la concesión	
Fecha de solicitud	
Fecha de la resolución de concesión	
Cuantía de la ayuda obtenida o esperada	

Denominación del programa de ayuda	
Entidad u órgano gestor	
Año	
Disposición reguladora	
Número de expediente	
Estado de la concesión	
Fecha de solicitud	
Fecha de la resolución de concesión	
Cuantía de la ayuda obtenida o esperada	

Asimismo, se COMPROMETE a comunicar cualquier modificación o variación de las circunstancias anteriores en un plazo máximo de cinco días al sujeto obligado o sujeto delegado con el que haya formalizado el convenio CAE.

Y para que así conste, firma la presente en _____, a ____ de _____ de 20____.

Fdo.: _____

(Firma del propietario inicial del ahorro o representante del mismo).

ANEXO II

Declaración fórmulas para realizar la conversión entre rendimiento estacional en calefacción (SCOP) o en ACS (SCOP_{ACS})

Fórmulas para obtener los coeficientes de rendimiento estacional sobre energía final en calefacción o ACS (SCOP) o ACS (SCOP_{dhw}), para bombas de calor de accionamiento eléctrico.

Los coeficientes de rendimiento estacional de la bomba de calor sobre energía final, en calefacción o ACS, se calcularán a partir de los rendimientos estacionales¹ sobre energía primaria según las expresiones simplificadas siguientes²:

Calefacción	ACS ³
$SCOP = CC \cdot (\eta_{s,h}^4 + F(1) + F(2))$	$SCOP_{dhw} = CC \cdot \eta_{hw}^5$

Tabla de fórmulas para hallar el rendimiento estacional sobre energía final en calefacción o ACS, para bombas de calor de accionamiento eléctrico, a partir del dato de rendimiento estacional sobre energía primaria.

¹ Hasta la actualización de los reglamentos de ecodiseño, se tomará el valor de 2,5 para el coeficiente de energía primaria de la electricidad "CC".

² El factor F(1) = 3% para bombas de calor aerotérmicas, geotérmicas e hidrotérmicas. El factor F(2) = 5% cuando las bombas de calor son hidrotérmicas y usan sistemas de captación de agua subterránea de circuito abierto. En todos los demás casos F(2)=0%. Punto 3.3 Cálculo de F(i) para enfriadoras de confort, acondicionadores de aire y bombas de calor de la Comunicación de la Unión Europea 2017/C 229/01.

³ Fórmula solo aplicable a depósitos suministrados como conjunto de la bomba de calor, para otros casos ver Anexo V.

⁴ El término $\eta_{s,h}$ se refiere a la eficacia de calentamiento de espacios o space heater (calefacción).

⁵ El término η_{hw} se refiere a la eficacia de caldeo de agua (agua caliente sanitaria o wáter heater).

ANEXO III

Demanda anual de energía para ACS

Según el Anejo F del documento de Ahorro de Energía HE4, del Código Técnico de la Edificación (2022):

$$D_{ACS} = D_{L/D} \cdot N_P \cdot C_e \cdot 365 \cdot \Delta T$$

Donde:

D_{ACS}	Demanda de energía anual para ACS (kWh/año)
$D_{L/D}$	Demanda de 21 litros/día por persona (para fábricas y talleres)
N_P	Número de personas consideradas
C_e	Calor específico (agua) = 0,001162 kWh / kg °C
ΔT	Salto térmico instalaciones con 60°C de acumulación (°C) = = 60 °C – 14 °C ¹ = 46 °C

CASO 1: BOMBAS DE CALOR AEROTÉRMICAS Y DEPÓSITO DE ACS, SUMINISTRADOS COMO CONJUNTO

En el caso que el depósito de ACS y la bomba de calor se suministren como conjunto por parte del mismo fabricante, será el fabricante de la bomba de calor el que aporte el dato del SCOP_{dhw} antes indicado, calculado según los reglamentos y normativas indicados en el Anexo IV del presente documento y al menos en las condiciones de clima medio establecidas en los reglamentos de ecodiseño, o en las condiciones climáticas equivalentes a la zona climática del DB-HE del CTE indicadas en la siguiente tabla:

Tabla de equivalencia entre zonas climáticas CTE y reglamentos de ecodiseño:

<i>Zona climática DB-HE CTE</i>	<i>Condiciones climáticas equivalentes en ACS</i>
<i>A3</i>	<i>Cálidas</i>
<i>A4</i>	<i>Cálidas</i>
<i>B3</i>	<i>Cálidas</i>
<i>B4</i>	<i>Cálidas</i>
<i>C1</i>	<i>Cálidas</i>
<i>C2</i>	<i>Cálidas</i>

¹ Se unifica la temperatura de agua fría a 14 °C, el técnico responsable puede proponer cálculos alternativos.

<i>C3</i>	<i>Cálidas</i>
<i>C4</i>	<i>Cálidas</i>
<i>D1</i>	<i>Cálidas</i>
<i>D2</i>	<i>Cálidas</i>
<i>D3</i>	<i>Cálidas</i>
<i>E1</i>	<i>medio</i>

En caso de que el depósito de precalentamiento de ACS, y la bomba de calor aerotérmica, se suministren como conjunto por parte del mismo fabricante, y cuando la temperatura de acumulación sea igual a 50 °C, será el fabricante de la bomba de calor el que aporte el dato del $SCOP_{dhw}$ en las condiciones indicadas para bombas de calor recogidas en el reglamento de ecodiseño o reglamento delegado que corresponda, o en la tabla 4 del apartado 6.5 (condiciones de ensayo) de la Norma UNE-EN 16147. Si la temperatura de acumulación es inferior a 50 °C se utilizará la metodología del caso 3.

En el caso de acumuladores finales, la temperatura de acumulación mínima en las aplicaciones objeto de esta ficha será de 60 °C, por lo que se aplicará la metodología del caso 3.

CASO 2: BOMBAS DE CALOR GEOTÉRMICAS O HIDROTÉRMICAS Y DEPÓSITO DE ACS SUMINISTRADOS COMO CONJUNTO

En caso de que el depósito de precalentamiento de ACS, y la bomba de calor geotérmica o hidrotérmica, se suministren como conjunto por parte del mismo fabricante, y cuando la temperatura de acumulación sea igual a 50 °C, será el fabricante de la bomba de calor el que aporte el dato del $SCOP_{dhw}$ en las condiciones indicadas para bombas de calor recogidas en el reglamento de ecodiseño o reglamento delegado que corresponda, o en la tabla 4 del apartado 6.5 (condiciones de ensayo) de la Norma UNE-EN 16147. Si la temperatura de acumulación es inferior a 50 °C se utilizará la metodología del caso 4

En el caso de acumuladores finales, la temperatura de acumulación mínima en las aplicaciones objeto de esta ficha será de 60 °C, por lo que se aplicará la metodología del caso 4.

CASO 3: BOMBA(S) DE CALOR AEROTÉRMICAS Y DEPÓSITOS NO SUMINISTRADOS COMO CONJUNTO

Para bombas de calor y depósitos no suministrados como conjunto, el dato del $SCOP_{dhw}$ para el cálculo de ahorro de energía final se obtendrá a partir del dato de COP^2 en condiciones A7/W45, A7/W55 para precalentamiento de acumuladores previos al acumulador final o en condiciones A7/W65 para el acumulador final, y en función de la zona climática establecida en la Tabla a del Anejo B del CTE, a partir de la expresión siguiente³:

$$SCOP_{dhw} = COP_{A7/Wxx} \times F_C$$

Donde:

$SCOP_{dhw}$	Coeficiente de rendimiento estacional en ACS de la bomba de calor accionada eléctricamente para la zona climática del considerada
$COP_{A7/W65}$	Coeficiente de rendimiento en condiciones de temperatura exterior de 7°C y temperatura de impulsión de 65 °C, para una acumulación de ACS a 60 °C.
$COP_{A7/W55}$	Coeficiente de rendimiento en condiciones de temperatura exterior de 7°C y temperatura de impulsión de 55 °C, para una acumulación de ACS a 50 °C.
$COP_{A7/W45}$	Coeficiente de rendimiento en condiciones de temperatura exterior de 7°C y temperatura de impulsión 45°C, para una acumulación a ACS a 40 °C.
A7	Temperatura de entrada de aire exterior (7 °C)

² Coeficiente de rendimiento de la bomba de calor aerotérmica que relaciona la potencia térmica aportada en calor y la potencia eléctrica efectiva consumida, en las condiciones indicadas en la norma UNE-EN 14511. En los casos de secuencia de varias bombas de calor, el COP utilizado en esta expresión será el ponderado de las bombas de calor instaladas, en caso de ser de diferentes características.

³ Para bombas de calor aerotérmicas cuyo refrigerante es CO₂, la expresión será: $SCOP_{dhw} = COP_{Axx/W10-60}$, donde el dato de COP se aportará a una temperatura de impulsión de 60 °C, a una temperatura de entrada de agua fría de 10 °C y al menos en condiciones climáticas medias para ACS (7 °C de temperatura exterior media anual), o para las condiciones climáticas cálidas en ACS (14 °C de temperatura exterior media anual), equivalentes a la zona climática del CTE que corresponda según la tabla de este caso. En los casos de secuencia de varias bombas de calor, el COP utilizado en esta expresión será el ponderado de las bombas de calor instaladas, en caso de ser de diferentes características.

F_c Factor de corrección⁴

Donde el factor de corrección F_c se obtendrá de la tabla siguiente, en función de la temperatura de impulsión requerida para la acumulación deseada.

Temperatura de impulsión	45 °C	55 °C	65 °C
Clima CTE	F_c	F_c	F_c
A3	1,281	1,246	1,197
A4	1,287	1,251	1,196
B3	1,255	1,223	1,179
B4	1,260	1,228	1,178
C1	1,178	1,154	1,137
C2	1,190	1,165	1,142
C3	1,202	1,175	1,144
C4	1,208	1,181	1,143
D1	1,114	1,093	1,094
D2	1,126	1,103	1,099
D3	1,137	1,113	1,101
E1	1,058	1,048	1,038

Tabla de factores para la estimación del SCOP_{dhw} a partir del $COP_{A7/W45}$, COP_{A7W55} y $COP_{A7/65}$, en condiciones UNE-EN 14511, en función de la variación anual de temperatura de aire exterior de las zonas climáticas indicadas en la tabla a del Anejo B del DB HE del CTE.

⁴ En función de la zona climática establecida en la Tabla A – Anejo B del DB HE del CTE y en función de la temperatura de acumulación de ACS o de inercia (para producción instantánea) prevista.

Para las bombas de calor aerotérmicas que no dispongan de dato del COP en condiciones (A7/W65), pero les sea posible alcanzar dicha temperatura de primario, el cálculo del coeficiente de rendimiento estacional en ACS ($SCOP_{dhw}$), para una temperatura de acumulación de 60°C, se realizará a partir de la expresión siguiente:

$$SCOP_{dhw} = COP_{A7/W55} \times FC$$

Donde:

$SCOP_{dhw}$	Coeficiente de rendimiento estacional en ACS de la bomba de calor accionada eléctricamente para la zona climática del considerada y 60°C de temperatura de acumulación de ACS.
$COP_{A7/W55}$	Coeficiente de rendimiento de la bomba de calor aerotérmica que relaciona la potencia térmica aportada en calor y la potencia eléctrica efectiva consumida, en las condiciones indicadas en la norma UNE-EN 14511. En los casos de secuencia de varias bombas de calor, el COP utilizado en esta expresión será el ponderado de las bombas de calor instaladas, en caso de ser de diferentes características.
A7	Temperatura de entrada de aire exterior (7 °C)
W55	Temperatura de impulsión (55 °C) de la bomba de calor
FC	Factor único de corrección. Valor FC = 0,9

La temperatura de acumulación en ACS considerada, en la metodología de cálculo, es inferior en 5K a la temperatura de impulsión (T^a de primario). Todos los depósitos deberán cumplir el reglamento de ecodiseño y/o etiquetado que les sea de aplicación⁵.

⁵ La superficie de intercambio del interacumulador, su geometría, la disposición de las tomas, el dimensionamiento del intercambiador de placas en el caso de acumuladores, el caudal en circulación, su aislamiento, etc. deben ser acordes con las instrucciones y/o recomendaciones del fabricante para su uso con bomba de calor y para las temperaturas y saltos térmicos considerados.

CASO 4: BOMBA(S) DE CALOR GEOTÉRMICAS E HIDROTÉRMICAS Y DEPÓSITOS NO SUMINISTRADOS COMO CONJUNTO.

Para las bombas de calor⁶ geotérmicas e hidrotérmicas combinadas con depósitos⁷ de ACS y que no estén suministrados como conjunto, para el cálculo del coeficiente de rendimiento estacional en ACS ($SCOP_{dhw}$) se aplicarán las fórmulas siguientes a partir del COP⁸:

Bombas de calor geotérmicas	Bombas de calor hidrotérmicas
$SCOP_{dhw} = COP_{B0/xx} \times FP$	$SCOP_{DHW} = COP_{W10/Wxx} \times FP$

Donde:

$SCOP_{dhw}$	Coeficiente de rendimiento estacional en ACS de la bomba de calor accionada eléctricamente para la zona climática del considerada.
$COP_{B0/W65}$	Coeficiente de rendimiento en condiciones de temperatura de captación (0°C) y temperatura de impulsión de 65 °C, para una acumulación de ACS a 60 °C.
$COP_{B0/W55}$	Coeficiente de rendimiento en condiciones de temperatura de captación (0°C) y temperatura de impulsión de 55 °C, para una acumulación de ACS a 50 °C.
$COP_{B0/W45}$	Coeficiente de rendimiento en condiciones de temperatura de captación (0°C) y temperatura de impulsión de 45 °C, para una acumulación de ACS a 40 °C.
$COP_{W10/W65}$	Coeficiente de rendimiento en condiciones de temperatura de captación (10°C) y temperatura de impulsión de 65 °C, para una acumulación de ACS a 60 °C.
COP	Coeficiente de rendimiento en condiciones de temperatura

⁶ Sólo podrán considerarse aquellas bombas de calor que puedan alcanzar una temperatura de impulsión de primario mínima de 65°C o superior, sin hacer uso de un generador auxiliar para alcanzar dicha temperatura.

⁷ Se considera que la temperatura de calentamiento del agua ACS es 5 K inferior a la temperatura de impulsión.

⁸ Coeficiente de rendimiento de la bomba de calor geotérmica que relaciona la potencia térmica aportada en calor y la potencia eléctrica efectiva consumida, en las condiciones indicadas en la norma UNE-EN 14511. En los casos de secuencia de varias bombas de calor, el COP utilizado en esta expresión será el ponderado de las bombas de calor instaladas, en caso de ser de diferentes características.

W10/W55	de captación (10°C) y temperatura de impulsión de 55 °C, para una acumulación de ACS a 50 °C.
COP	Coeficiente de rendimiento en condiciones de temperatura de captación (10°C) y temperatura de impulsión de 45 °C, para una acumulación de ACS a 40 °C.
W10/W45	
B0	Para bombas de calor geotérmicas, temperatura de entrada del glicol (Brine) al evaporador.
W10	Para bombas de calor hidrotérmicas, temperatura de entrada del agua al evaporador.
FP	Factor de ponderación en función de la zona climática del CTE.

Tomando el factor⁹ de ponderación de la tabla siguiente:

	Factor de Ponderación (FP)				
	A3 a A4	B1 a B2	C1 a C3	D1 a D3	E1
<i>Fuente Energética de la bomba de calor</i>					
Energía Hidrotérmica.	0,99	0,96	0,92	0,86	0,80
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	1,05	1,01	0,97	0,90	0,85
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales	1,24	1,23	1,18	1,11	1,03
Energía Geotérmica de circuito abierto	1,31	1,30	1,23	1,17	1,09

Factor de ponderación para bombas de calor geotérmicas e hidrotérmicas Para las bombas de calor geotérmicas o hidrotérmicas que sólo dispongan de dato del COP en condiciones¹⁰ (B0/W55) O (W10/W55), pero les sea posible alcanzar 65 °C de temperatura de primario¹¹, para calcular su coeficiente de rendimiento

⁹ Los factores para bombas de calor geotérmicas e hidrotérmicas de la tabla se han obtenido del documento "Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios, de IDAE".

¹⁰ Obtenido en las condiciones indicadas en la norma UNE-EN 14511.

¹¹ Sólo podrán considerarse aquellas bombas de calor que puedan alcanzar una temperatura de impulsión de primario mínima de 65°C o superior, sin hacer uso de un generador auxiliar para alcanzar dicha temperatura.

estacional en ACS ($SCOP_{dhw}$) a una temperatura de acumulación de 60°C (acumulador final) se utilizará la expresión siguiente:

Bombas de calor geotérmicas

$$SCOP_{dhw} = COP_{B0/W55} \times FP \times FC$$

Bombas de calor hidrotérmicas

$$SCOP_{dhw} = COP_{W10/W55} \times FP \times FC$$

Donde:

$SCOP_{dhw}$	Coeficiente de rendimiento estacional en ACS de la bomba de calor accionada eléctricamente para la zona climática del considerada.
$COP_{B0/W65}$	Coeficiente de rendimiento de la bomba de calor geotérmica que relaciona la potencia térmica aportada en calor y la potencia eléctrica efectiva consumida, en las condiciones indicadas en la norma UNE-EN 14511. . En los casos de secuencia de varias bombas de calor, el COP utilizado en esta expresión será el ponderado de las bombas de calor instaladas, en caso de ser de diferentes características.
$COP_{W10/W65}$	Coeficiente de rendimiento de la bomba de calor hidrotérmica que relaciona la potencia térmica aportada en calor y la potencia eléctrica efectiva consumida, en las condiciones indicadas en la norma UNE-EN 14511. En los casos de secuencia de varias bombas de calor, el COP utilizado en esta expresión será el ponderado de las bombas de calor instaladas, en caso de ser de diferentes características.
B0	Para bombas de calor geotérmicas, temperatura de entrada del glicol (Brine) al evaporador.
W10	Para bombas de calor hidrotérmicas, temperatura de entrada del agua al evaporador.

W55	Temperatura de impulsión (55 °C) de la bomba de calor ¹² .
FP	Factor de ponderación en función de la zona climática del CTE.
FC	Factor de corrección en función de la temperatura de impulsión. Valor FC = 0,9.

Todos los depósitos deberán cumplir el reglamento de ecodiseño y/o etiquetado que les sea de aplicación¹³.

¹² Se considera que la temperatura de calentamiento del agua (ACS) es 5 K inferior a la temperatura de impulsión.

¹³ La superficie de intercambio del interacumulador, su geometría, la disposición de las tomas, el dimensionamiento del intercambiador de placas en el caso de acumuladores, el caudal en circulación, su aislamiento, etc. deben ser acordes con las instrucciones y/o recomendaciones del fabricante para su uso con bomba de calor y para las temperaturas y saltos térmicos considerados.

ANEXO IV

Rendimiento de caldera sustituida

En ausencia de datos del rendimiento estacional sobre energía primaria de la instalación existente, se propone el valor de la experiencia en instalaciones, calculado según Guía Técnica del IDAE “Procedimiento de inspección periódica de eficiencia energética para calderas: 5.3.2 Cálculo del rendimiento estacional por el método indirecto.”¹

Tecnología Producción de calefacción y ACS	Rendimiento nominal η_{cald}
CALDERAS GASÓIL	0,68 (PCS); 68 %
CALDERAS GAS ATMOSFÉRICA	0,61 (PCS); 61 %
CALDERAS GAS PRESURIZADA ESTÁNDAR/BAJA TEMPERATURA	0,68 (PCS); 68 %
CALDERA GAS CONDENSACIÓN	0,83 (PCS); 83 %

¹ [Guía técnica Procedimiento de inspección periódica de eficiencia energética para calderas \(idae.es\)](http://www.idae.es)

ANEXO V

Documentación técnica

Para bombas de calor sujetas a reglamentos de ecodiseño y etiquetado, estas deberán cumplir con los criterios de rendimiento mínimo indicado en los diferentes reglamentos de ecodiseño que les corresponda, donde el dato de rendimiento estacional se obtendrá de las fichas técnicas de los reglamentos de ecodiseño (ErP), en función del tipo de bomba de calor y del servicio prestado. La siguiente tabla resume los reglamentos de ecodiseño y normas aplicables:

Tipo Bdc	Uso	característica BDC	Depósito de ACS	Reglamento	Potencia	Norma	Rendimiento en
Calefacción	Calefacción	aire-agua	--	813/2013	≤400 kW	UNE-EN 14825	$\eta_{S,h}$
		agua-agua		206/2012	≤12 kW ¹		SCOP
		aire-aire		2281/2016	≤1 MW		$\eta_{S,h}$
Calefacción + ACS (combinadas)	Calefacción	agua-agua		813/2013	≤400 kW	UNE-EN 14825	$\eta_{S,h}$
		aire-agua					
	ACS	ambas	Conjunto	813/2013	≤400 kW	UNE-EN 16147	η_{hw}
		ambas	Externo	*	*	UNE-EN 14511	COP
ACS	ACS	aire-agua	Conjunto	814/2013	≤400 kW	UNE-EN 16147	η_{hw}
		agua-agua					
		ambas	Externo	*	*	UNE-EN 14511	COP

Tabla resumen: reglamentos de ecodiseño y normas aplicables a bombas de calor.

- Para los productos sujetos a etiquetado energético (hasta 70 kW):
 - Los rendimientos para considerar en los cálculos serán los que figuren en la base de datos pública de la UE ([EPREL](#))², o en la ficha técnica.
- Para los productos sólo sujetos a reglamentos de ecodiseño (a partir de 70 kW):
 - Se aportarán los rendimientos que figuren en la ficha técnica correspondiente:

¹ 12 kW de potencia en refrigeración, o calefacción si el producto no dispone de refrigeración. Ver [Reglamento 206/2012](#).

² [EPREL Public website \(europa.eu\)](#)

- Para los equipos dentro del alcance Reglamento 813/2013 de la Comisión, de 2 de agosto de 2013, por el que se desarrolla la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo respecto de los requisitos de diseño ecológico aplicables a los aparatos de calefacción y a los calefactores combinados se deberá aportar la ficha según el cuadro 2, del punto 5 del Anexo II “Requisitos de diseño ecológico”.
 - Para los equipos dentro del alcance del Reglamento 2016/2281 de la Comisión, de 30 de noviembre de 2016, que aplica la Directiva 2009/125/CE por la que se instaure un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía, en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos de calentamiento de aire, los productos de refrigeración, las enfriadoras de procesos de alta temperatura y los ventilosconvectores, se deberá aportar la ficha según el cuadro 14, del punto 1 del Anexo II “Requisitos de diseño ecológico”.
 - Los rendimientos obtenidos del Reglamento 814/2013 de la Comisión, de 2 de agosto de 2013, por el que se aplica la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos de diseño ecológico para calentadores de agua y depósitos de agua caliente se deberán aportar, al menos, en las condiciones para clima medio.
- Para bombas de calor no sujetas a ecodiseño, por potencia, aplicación, etc., se aportará la ficha técnica del fabricante.
 - Para justificación del dato del coeficiente³ rendimiento instantáneo (COP) el fabricante aportará la ficha técnica del equipo.

³ Obtenido en las condiciones indicadas en la norma UNE-EN 14511

ANEXO X

CALCULOS JUSTIFICATIVOS

4 de agosto de 2024

Cálculo del Ahorro de Energía

Usamos la siguiente fórmula para calcular el ahorro de energía:

$$AE_c = P_c \cdot \left(\frac{1}{\eta_i} - \frac{1}{SCOP_{BdC}} \right) \cdot h$$

donde:

- AE_c = Ahorro de energía (kWh)
- P_c = Potencia de calefacción (kW)
- η_i = Eficiencia de la caldera (
- $SCOP_{BdC}$ = Coeficiente de rendimiento estacional de la bomba de calor
- h = Horas de operación (h)

Supongamos los siguientes valores:

$$\begin{aligned} P_c &= 10 \text{ kW} \\ \eta_i &= 0,85 \\ SCOP_{BdC} &= 3,5 \\ h &= 2000 \text{ h} \end{aligned}$$

Primero, convertimos la eficiencia de la caldera a decimal:

$$\eta_i = 0,85$$

Luego, calculamos la parte de la fórmula dentro del paréntesis:

$$\left(\frac{1}{\eta_i} - \frac{1}{SCOP_{BdC}} \right) = \left(\frac{1}{0,85} - \frac{1}{3,5} \right)$$

$$\frac{1}{0,85} \approx 1,176$$

$$\frac{1}{3,5} \approx 0,286$$

$$1,176 - 0,286 = 0,89$$

Finalmente, calculamos el ahorro de energía:

$$AE_c = 10 \text{ kW} \cdot 0,89 \cdot 2000 \text{ h}$$

$$AE_c = 10 \cdot 0,89 \cdot 2000$$

$$AE_c = 17800 \text{ kWh}$$

Por lo tanto, el ahorro de energía estimado al sustituir la caldera de combustión por una bomba de calor es de aproximadamente 17,800 kWh al año.

1. newcommand bles,figuras y tablas

varia- 1.0.11. neighbourhood
Guadalmar

1.0.1. LATITUD

36.66420921961255

1.0.12. borough

Churriana

1.0.2. LONGITUD

-4.458623536597711

1.0.13. city

Málaga

1.0.3. POTENCIADEMANDADADECLIMATIZACIONKW

10

1.0.14. county

1.0.4. NUMERODESERIEDELOSEQUIPOS

Málaga-Costa del Sol

JJ434123412J,ERQWERQW435321

1.0.15. province

1.0.5. RENDIMIENTO

Málaga

0.85

1.0.6. NOMBREYAPELLIDOS

1.0.16. ISO3166-2-lvl6

mANUELA CARDENAS

ES-MA

1.0.7. NIFNIE

1.0.17. state

87983751R

Andalucía

1.0.8. dfdictformulario

1.0.18. ISO3166-2-lvl4

clave

ES-AN

LATITUD

36.66420921961255

LONGITUD

-4.458623536597711

POTENCIADEMANDADADECLIMATIZACIONKW

10

NUMERODESERIEDELOSEQUIPOS

1.0.19. postcode

JJ434123412J,ERQWERQW435321

RENDIMIENTO

29004

0.85

NOMBREYAPELLIDOS

mANUELA CARDENAS

1.0.9. housenumber

1.0.20. country

32

España

1.0.10. road

1.0.21. countrycode

Calle Moby Dick

es

1.0.22. dfdictdireccion

1.0.23. fplanogeojson

clave	
houzenumber	32
road	Calle Moby Dick
neighbourhood	Guadalmar
borough	Churriana
city	Málaga
county	Málaga-Costa del Sol
province	Málaga
ISO3166-2-lvl6	ES-MA
state	Andalucía
ISO3166-2-lvl4	ES-AN
postcode	29004
country	España

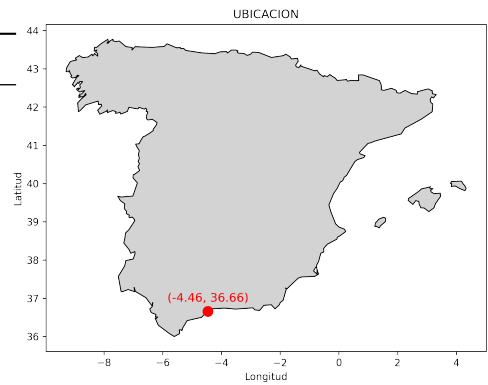


Figura 1: fplanogeojson