

Ficha	IND060: Sustitución de generador para climatización por bomba de calor de accionamiento eléctrico
Código	IND060
Versión	V1.1
Sector	Industrial

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Sustitución del equipo/s o generador/es de climatización (calefacción y/o refrigeración) en establecimientos industriales por bomba/s de calor de accionamiento eléctrico tipo aire-aire, aire-agua, salmuera-agua, agua-agua, tierra-agua, tierra-aire o combinadas de alta eficiencia.

En esta ficha no son aplicables las bombas de calor cuyo compresor esté accionado térmicamente.

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 de Seguridad de Instalaciones frigoríficas, Reglamento europeo sobre los gases fluorados¹ u otras disposiciones en este ámbito de aplicación.

3. CÁLCULO DEL AHORRO DE ENERGÍA

En calefacción

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

$$AE_C = \sum_{i=1}^N \left[P_{Ci} \cdot \left(\frac{1}{SCOP_{si}} - \frac{1}{SCOP_{ni}} \right) \cdot h_{Ci} \right]$$

¹ Reglamento (UE) n ° 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) n ° 842/2006.

Donde:

N	Números de equipos sustituidos	
P _{ci}	Potencia de calefacción demandada ² o potencia nominal en calefacción del equipo sustituido	kW
SCOP _{si}	Coficiente de rendimiento estacional del equipo N inicial sustituido ³ representativo de la temporada de calefacción.	W/W
SCOP _{ni}	Coficiente de rendimiento estacional de la bomba de calor nueva ⁴ representativo de la temporada de calefacción ^B	W/W
777	11.95	0.86
h _{ci}	Horas de funcionamiento al año ⁵ en modo activo en calefacción	1.152 h/año
AE _c	Ahorro anual de energía final	kWh/año

Equipo	P _{ci}	SCOP _{si}	SCOP _{ni}	h _{ci}	AE _c
1					
..N					
TOTAL					

En refrigeración

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

$$AE_R = \sum_{i=1}^N \left[P_{Fi} \cdot \left(\frac{1}{SEER_{si}} - \frac{1}{SEER_{ni}} \right) \cdot h_{Ri} \right]$$

² Potencia nominal definida como capacidad de refrigeración o de calefacción del ciclo de compresión o del ciclo de sorción del vapor de la unidad en condiciones estándar.

³ Ver Anexo II.

⁴ Ver Anexos III y IV.

⁵ Valor de referencia. Dicho valor podrá ser sustituido previa justificación por cualquier medio o prueba que ofrezcan al verificador evidencias sobre el valor aportado.

Donde:

N	Números de equipos sustituidos	
P_{Fi}	Potencia en refrigeración demandada ⁶ o potencia nominal en refrigeración del equipo sustituido	kW
$SEER_{si}$	Factor de eficiencia energética estacional del equipo N sustituido ⁷ representativo de la temporada de refrigeración	W/W
$SEER_{ni}$	Factor de eficiencia energética estacional de la bomba de calor N nueva ⁸ representativo de la temporada de refrigeración	W/W
h_{Ri}	Horas de funcionamiento en modo activo de refrigeración	768 h/año
AE_R	Ahorro anual de energía final	kWh/año

Equipo	P_{Fi}	$SEER_{si}$	$SEER_{ni}$	h_{Ri}	AE_R
1					
..N					
TOTAL					

4. RESULTADO DEL CÁLCULO

$$AE_{TOTAL} = AE_C + AE_R$$

Donde:

AE_C	Ahorro anual de energía en calefacción	kWh/año
AE_R	Ahorro anual de energía en refrigeración	kW/año
AE_{TOTAL}	Ahorro anual de energía final total	kW/año

AE_C	AE_R	AE_{TOTAL}	D_i

⁶ Potencia nominal definida como capacidad de refrigeración o de calefacción del ciclo de compresión o del ciclo de sorción del vapor de la unidad en condiciones estándar.

⁷ Para equipos anteriores a la entra en vigor de los reglamentos de ecodiseño se tomará el valor para el SEER=3.

⁸ Ver Anexos III.

<i>D_i</i>	<i>Duración indicativa de la actuación⁹</i>	<i>años</i>
----------------------	--	-------------

Fecha inicio actuación	
Fecha fin actuación	

Representante del solicitante	
NIF/NIE	
Firma electrónica	

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 de ahorro de energía según el modelo del Anexo I de esta ficha.

3. Facturas justificativas¹⁰ 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 del equipo antes y después de la actuación con identificación de los equipos afectados.

5. Cuando los valores de las variables de la fórmula difieran de los valores de referencia de las tablas de los anexos de esta ficha, se deberá aportar el certificado de la instalación de la empresa instaladora donde se detallen los valores de las variables de la fórmula de cálculo de ahorro de energía del apartado 3. En el caso de utilizar un fluido refrigerante, este certificado deberá

⁹ 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 de la persona técnica responsable. Valor requerido para fines administrativos (no utilizado en el cálculo del ahorro de energía).

¹⁰ Todas las facturas deben contener, como mínimo, los datos y requisitos exigidos por la Agencia Tributaria.

estar suscrito por la empresa frigorista y la persona directora de la instalación, de acuerdo con la IF-10 del RD 552/2019¹¹.

6. Cuando sea preceptivo, copia de la comunicación de la puesta en funcionamiento presentada en el registro habilitado por el órgano competente de la comunidad autónoma.

7. Si no se aportan los documentos de los puntos 5 o 6, deberá aportar la ficha técnica de la instalación frigorífica sellada o registrada en el registro industrial de la comunidad autónoma.

¹¹ Real Decreto 552/2019, de 27 de septiembre, por el que se aprueban el Reglamento de seguridad para instalaciones frigoríficas y sus instrucciones técnicas complementarias.

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:

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.

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

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.

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

Cálculo del rendimiento estacional de equipos existentes en calefacción

Para el cálculo del coeficiente de rendimiento estacional sobre energía final en calefacción ($SCOP_s$) del equipo de bomba existente se usará la metodología del documento de prestaciones medias estacionales¹ de IDAE de 2014, metodología donde, a partir de la zona climática, tipología de bomba de calor y rendimiento instantáneo “COP” se calcula un coeficiente de rendimiento estacional $SCOP_s$ del siguiente modo:

$$SCOP_s = COP \cdot FP \cdot FC$$

Donde:

$SCOP_s$	Coeficiente de rendimiento estacional estimado del equipo sustituido.
COP	Coeficiente de rendimiento específico ² del equipo sustituido.
FP	Factor de ponderación en función de la zona climática y tipología de bomba de calor.
FC	Factor de corrección ³ en función de la temperatura.

¹ https://energia.gob.es/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Prestaciones_Medias_Estacionales.pdf

² La temperatura de aire de referencia para el dato del COP será la de 7 °C para aerotermia, 0 °C en el caso de geotermia y 10 °C en el caso de hidrotermia. El dato coeficiente de rendimiento específico COP del equipo instalado se aportará a la temperatura de impulsión de la que se disponga el dato.

³ Ejemplo: si se dispone del dato de COP para 35 °C, y la temperatura de calefacción necesaria es 55 °C, el factor FC es 0,61.

	Factor de Ponderación (FP)				
Fuente Energética de la bomba de calor	A3 a A4	B1 a B2	C1 a C4	D1 a D3	E1
Energía Aerotérmica. Equipos centralizados	0,87	0,8	0,8	0,75	0,75
Energía Hidrotérmica	0,99	0,96	0,92	0,86	0,8
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	1,05	1,01	0,97	0,9	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	1,3	1,23	1,17	1,09

Factor de corrección (FC)						
<i>T^a de condensación (°C)</i>	FC (COP a 35 °C)	FC (COP a 40 °C)	FC (COP a 45 °C)	FC (COP a 50 °C)	FC (COP a 55 °C)	FC (COP a 60 °C)
35	1	--	--	--	--	--
40	0,87	1	--	--	--	--
45	0,77	0,89	1	--	--	--
50	0,68	0,78	0,88	1	--	--
55	0,61	0,7	0,79	0,9	1	--
60	0,55	0,63	0,71	0,81	0,9	1

ANEXO III

Equivalencias climas CTE, zonas climáticas europeas y horas de funcionamiento

El dato del coeficiente de rendimiento estacional en calefacción (SCOP), o del factor de eficiencia estacional en refrigeración (SEER) a utilizar en los cálculos del ahorro de energía final, será el que facilite el fabricante a la temperatura necesaria.

Cuando el dato del SCOP o del SEER, facilitado por el fabricante se indique sobre la energía primaria en calefacción ($\eta_{S,h}$), el SCOP o el SEER equivalentes sobre energía final se obtendrán de aplicar las fórmulas de conversión consideradas en el Anexo IV de este documento.

El dato del SCOP utilizado deberá ser, al menos, el SCOP en las condiciones de clima medio establecidas en los Reglamentos de ecodiseño aplicables, o el indicado para la zona climática equivalente en calefacción, según la siguiente tabla:

Zona climática DB-HE CTE	Condiciones climáticas equivalentes en calefacción
A3	Cálidas
A4	Cálidas
B3	Cálidas
B4	Cálidas
C1	Cálidas
C2	Cálidas
C3	Cálidas
C4	Cálidas
D1	Cálidas
D2	Cálidas
D3	Cálidas
E1	Medias

ANEXO IV

Fórmulas para obtener los coeficientes de rendimiento estacional sobre energía final en calefacción y refrigeración (SCOP y SEER), para bombas de calor de accionamiento eléctrico

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

Calefacción	Refrigeración
$SCOP = CC \cdot (\eta_{S,h} + F(1) + F(2))$	$SEER = CC \cdot (\eta_{S,c} + F(1) + F(2))$

Tabla de fórmulas para obtener el rendimiento estacional sobre energía final en calefacción o refrigeración, 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.

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 o normas aplicables:

Uso	Característica BdC	Reglamento	Potencia	Norma	Rendimiento en
Calefacción	aire-agua	813/2013	≤ 400 kW	UNE-EN 14825	$\eta_{S,h}$
	agua-agua				
	aire-aire	206/2012	≤ 12 kW		SCOP
		2281/2016	≤ 1 MW		$\eta_{S,h}$
Refrigeración	aire-agua	2281/2016	≤ 1 MW	UNE-EN 14825	$\eta_{S,c}$
	agua-agua				
	aire-aire	206/2012	≤ 12 kW		SCOP
		2281/2016	≤ 1 MW		$\eta_{S,h}$

1. Para los productos sujetos a etiquetado energético (hasta 70 kW):
 - a) Los rendimientos para considerar en los cálculos serán los que figuren en la base de datos pública de la UE (EPREL), o en la ficha técnica.
2. Para los productos sólo sujetos a reglamentos de ecodiseño (a partir de 70 kW):
 - a) Se aportarán los rendimientos que figuren en la ficha técnica correspondiente:
 - Para los rendimientos obtenidos del 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 rendimientos obtenidos 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”.
3. Para bombas de calor no sujetas a ecodiseño, por potencia, aplicación, etc., se aportará la ficha técnica del fabricante.

Ficha	IND070: Sustitución de bomba de alta presión por una bomba de pistones axiales
Código	IND070
Versión	V1.1
Sector	Industrial

1. ÁMBITO DE APLICACIÓN

Sustitución de una bomba centrífuga de alta presión a velocidad constante con regulación por válvula de descarga por una bomba de pistones axiales con velocidad variable.

2. REQUISITOS

La línea en la que se encuentra la bomba deberá tener implantados equipos de medida de horas de funcionamiento y caudales de agua bruta y producida (producto).

Asimismo, se deben aportar y documentar los registros de medición verificados de los datos descritos de, al menos, los 3 años anteriores a la actuación.

3. CÁLCULO DEL AHORRO DE ENERGÍA

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

$$AE_{TOTAL} = (C_{bc} - C_{bp}) \cdot Q_m \cdot h_m$$

Donde:

Q_{PM}	Caudal medio de agua bruta bombeada por la bomba de los últimos 3 años (requerido para determinar el consumo específico de las bombas)	m ³ /h
P_{nbc}	Potencia nominal ¹ de la bomba centrífuga (requerido para determinar el consumo específico de la bomba centrífuga)	kW
P_{nbp}	Potencia nominal ¹ de la bomba de pistones (requerido para determinar el consumo específico de la bomba de pistones)	kW

¹ Determinada por el caudal medio de agua bruta aplicado sobre su curva de carga o gráfica de la ficha técnica.

ANEXO VI

CALCULOS

A.- Coeficiente global de pérdidas de calor por conducción-convección antes de la actuación', Ki .

Para obtener el valor de K se aplica la siguiente fórmula:

$$Ki = \frac{1}{\left(\frac{1}{h_i}\right) + \left(\frac{e}{\lambda}\right) + \left(\frac{1}{h_e}\right)}$$

$$Ki = 11,55 \text{ kW/m}^2\text{C}$$

B.- Coeficiente global de pérdidas de calor por conducción-convección posterior de la actuación', Ki .

Para obtener el valor de K se aplica la siguiente fórmula:

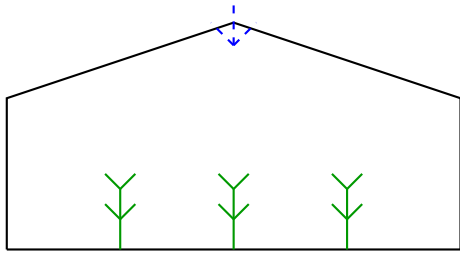
$$Kp = \frac{1}{\left(\frac{1}{h_i}\right) + \left(\frac{e}{\lambda}\right) + \left(\frac{1}{h_e}\right)}$$

$$Ki = 0,86 \text{ kW/m}^2\text{C}$$

C.- Temperatura del aire en el interior del invernadero, T_i .

Temperatura del aire interior del invernadero será temperatura óptima del cultivo por la noche según tabla Anexo II, para TOMATE

$$T_i = 14 \text{ }^{\circ}\text{C}$$



Referencias

- Ficha Procedimiento - Sede Electrónica MITECO
- BOE-A-2024-14816 Resolución de 3 de julio de 2024, de la Dirección General de Planificación y Coordinación Energética, por la que se actualiza el Anexo I de la Orden TED/845/2023, de 18 de julio, por la que se aprueba el catálogo de medidas estandarizadas de eficiencia energética.



IberCAE

26 de agosto de 2024