



IDAIE
Instituto para la Diversificación
y Ahorro de la Energía

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

Madrid. Febrero de 2014

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

MOTIVACION

Este documento ha sido elaborado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo a través del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía, con el objetivo de establecer una metodología de cálculo para que determinadas bombas de calor accionadas eléctricamente puedan ser consideradas como bombas de calor renovables.

Para la elaboración del documento se han tenido en cuenta las directrices elaboradas por parte de la Comisión Europea para que los Estados miembros estimen los valores que pueden considerarse energía procedente de fuentes renovables en el funcionamiento de las bombas de calor aerotérmica, geotérmica o hidrotérmica, de acuerdo con el anexo VII de la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009¹, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables.

Dichas directrices se establecieron mediante la Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013², por la que se establecen las directrices para el cálculo por los Estados miembros de la energía renovable procedente de las bombas de calor de diferentes tecnologías, conforme a lo dispuesto en el artículo 5 de la Directiva 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo. Dichas directrices establecen como deben estimar los diferentes Estados Miembros los diferentes parámetros que intervienen en el cálculo, teniendo en cuenta sus distintas zonas climáticas.

En aquellos casos en que se pretenda sustituir el aporte solar mínimo para la producción de ACS mediante una bomba de calor será necesario justificar documentalmente, conforme a lo establecido en la IT 1.2.2 del R.I.T.E., que las emisiones de dióxido de carbono y el consumo de energía primaria debidos al consumo de energía eléctrica de la

¹ Diario Oficial de la Unión Europea L 140 5.6.2009 y corrección de errores en L 8 11.1.2014

² Diario Oficial de la Unión Europea L 62 6.3.2013

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

bomba de calor son iguales o inferiores a los que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica y el sistema de referencia que se deberá considerar como auxiliar de apoyo para la demanda comparada. Los coeficientes de paso que se utilicen en la elaboración de esta justificación para obtener la producción de emisiones de dióxido de carbono y de consumo de energía primaria debidos al consumo de energía eléctrica de la bomba de calor serán los publicados como documento reconocido.

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

INDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. OBJETO DEL INFORME.....	6
3. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO	7
4. RESULTADOS	11
ANEXO I: COP MÍNIMO NECESARIO PARA CONSIDERACIÓN DE RENOVABLE	13
ANEXO II: EJEMPLOS DE CÁLCULO DEL SPF DE BOMBAS DE CALOR.....	15

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

1. INTRODUCCIÓN.

En la **Directiva 2009/28/CE** se reconoce como energía renovable, en determinadas condiciones, la energía capturada por bombas de calor, según se dice en su artículo 5 y se define en el Anexo VII: Balance energético de las bombas de calor.

Las bombas de calor que podrán considerarse como renovables son aquellas en las que la producción final de energía supere de forma significativa el insumo de energía primaria necesaria para impulsar la bomba de calor.

Posteriormente, la **Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013 (2013/114/UE)** establece el parámetro η con el valor del 45,5 %, por lo que las bombas de calor accionadas eléctricamente deben de considerarse como **renovables siempre que su SPF sea superior a 2,5**.

Dicha decisión establece que **la determinación del SPF de las bombas de calor accionadas eléctricamente debe efectuarse de acuerdo con la norma EN 14825:2012 (el SPF se refiere al SCOPnet)³**.

El presente documento pretende establecer una metodología que, utilizada por defecto a falta de una mejor información, podrá considerarse como suficiente para que determinadas bombas de calor accionadas eléctricamente puedan ser consideradas como bombas de calor renovables.

La aplicación de **esta metodología** propuesta **no pretende excluir u obviar la posibilidad de que cualquier fabricante de equipos pueda determinar el SPF de sus equipos mediante la aplicación de la norma EN 14825:2012**, sino que más bien pretende todo lo contrario, animar a que estos agentes realicen los cálculos necesarios para su determinación conforme a la mencionada norma tal y como se dice en la directrices. Si bien, **se considera que la justificación documental que aporte el cálculo del SPF debe ser avalada mediante la declaración de conformidad CE realizada por el fabricante, y su etiquetado energético, según regula el R.I.T.E.⁴ y el resto de la normativa vigente.**

³ El SPF se refiere al “coeficiente de rendimiento estacional neto en modo activo (SCOPnet)“, en el caso de las bombas de calor accionadas eléctricamente.

⁴ Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios (Real Decreto 238/2013, de 5 de abril).

- Apartado 1 del artículo 18: Los equipos y materiales deben llevar el marcado CE y cumplir los requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía (Real Decreto 187/2011).
- IT 1.2.4.1.2.1 Requisitos mínimos de rendimientos energéticos de los generadores de calor.
11. Las bombas de calor deberán cumplir los siguientes requisitos:
a) Los equipos de hasta 12 kW de potencia útil nominal, deberán llevar incorporados los valores de etiquetado energético (COP/SCOP) correspondientes a la normativa europea en vigor.

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

Por tanto, se ha de remarcar que **se trata de un documento de mínimos, que contiene un método sencillo, que puede permitir una primera aproximación a la estimación de los valores de SPF para las distintas tecnologías y aplicaciones de las bombas de calor accionadas eléctricamente.** Este documento en ningún caso pretende sustituir los datos de rendimiento determinados y justificados mediante la norma o normas correspondientes.

Se considera que la elaboración de este documento es un paso importante en el reconocimiento en España de la tecnología de las bombas de calor como fuente de energía renovable y debe considerarse como un documento abierto sujeto a mejoras y modificaciones que le permitan adaptarse a la realidad tecnológica pero siempre vigilando el cumplimiento de la directiva.

Es decir, para una tecnología y aplicación concreta con bomba de calor, el valor de su SPF será el determinado y justificado mediante la norma o normas correspondientes; que haya sido avalado mediante la declaración de conformidad CE realizada por el fabricante, y su etiquetado energético, según regula el R.I.T.E. y el resto de la normativa vigente.

Solo en el caso de que no sea posible calcular el SPF según lo descrito en el párrafo anterior se podría recurrir a su cálculo mediante los valores por defecto establecidos en este documento para las bombas de calor accionadas eléctricamente.

Este documento no incorpora actualmente a **las bombas de calor accionadas térmicamente**, aunque su incorporación podría hacerse en sucesivas revisiones cuando se dispongan de los datos necesarios. No obstante, a efectos de su consideración como energía renovable según la Directiva 2009/28/CE, el SPF mínimo (SPER net) de las bombas de calor accionadas mediante energía térmica es 1,15. La determinación del SPF debe efectuarse, en el caso de la relación estacional de energía primaria (SPER net), de acuerdo con la norma UNE-EN 12309.

b) Aquellos equipos de potencia útil nominal superior a 12 kW deberán llevar incorporados los valores de etiquetado energético (COP/SCOP) determinados por la normativa europea en vigor, cuando exista la misma, o por entidades de certificación europea.

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

2. OBJETO DEL INFORME.

El presente documento busca estimar los valores de SPF para las distintas tecnologías y aplicaciones de las bombas de calor accionadas eléctricamente mediante la multiplicación de su COP nominal obtenido en condiciones de ensayo por un factor de ponderación (FP) y por un factor de corrección (FC).

$$\text{SPF} = \text{COP}_{\text{nominal}} \times \text{FP} \times \text{FC}$$

El factor de ponderación tiene en cuenta las diferentes zonas climáticas de España que marca el CTE y se ha calculado mediante una metodología exclusivamente técnica, utilizando valores objetivos y los Documentos Reconocidos existentes.

El factor de corrección tiene en cuenta la diferencia entre la temperatura de distribución o uso y la temperatura para la cual se ha obtenido el COP en el ensayo.

El rendimiento medio estacional obtenido mediante la aplicación de estos factores se ha de considerar por defecto en caso de no disponer de datos de rendimiento determinados y justificados mediante la norma correspondiente.

Se ha partido del documento reconocido de la Calificación Energética ***“Prestaciones medias estacionales de equipos y sistemas de producción de frío y calor en edificios de viviendas”***, en el que se determinan los factores FP y FC ampliando su alcance a todo tipo de edificios, simplificando las distintas tipologías, estableciendo el uso del FC aplicable únicamente a las bombas de calor geotérmicas al resto de tecnologías (aeroterminia e hidrotermia) y adaptándolo a la finalidad explicada anteriormente.

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

3. DESCRIPCIÓN DEL PROCEDIMIENTO

Las prestaciones medias estacionales de un equipo o sistema (SPF) se calcularán multiplicando sus prestaciones nominales (COP) por un factor denominado factor de ponderación representativo (FP) y por un factor de corrección (FC) para las distintas tecnologías y aplicaciones de las bombas de calor accionadas eléctricamente.

El documento reconocido de la Calificación Energética "**Prestaciones medias estacionales de equipos y sistemas de producción de frío y calor en edificios de viviendas**" determina los valores del FP y del FC, eligiendo de la muestra de casos estudiados el valor que se corresponde con el 15% de los casos más desfavorables. El percentil elegido hace que haya una probabilidad del 85% de que el factor real sea mejor que el valor considerado, por lo que se trata de valores que se encuentran del lado de la seguridad, muy conservadores, no de valores medios.

Así tenemos el valor de FP:

Tabla 3.1: T sis 1-3. Factores de ponderación para sistemas de calefacción por bombas de calor.

	Zona Climática				
	A	B	C	D	E
Equipos centralizados (viviendas unifamiliares)	0.79	0.71		0.68	
Equipos centralizados (viviendas en bloque)	0.79	0.75		0.68	
Equipos individuales tipo split (viviendas individuales y viviendas en bloque)	0.60	0.62		0.58	
Bombas de calor geotérmicas con intercambiadores verticales (viviendas unifamiliares)	1.127	1.125	1.073	1.012	0.951
Bombas de calor geotérmicas con intercambiadores verticales (viviendas en bloque)	1.131	1.116	1.072	1.008	0.937
Bombas de calor geotérmicas con intercambiadores horizontales (viviendas unifamiliares)	0.949	0.920	0.876	0.824	0.766

Y el valor de FC (solo para geotermia), según la temperatura de distribución:

Tabla 3.2: T sis 1-5. Factores de corrección para bombas de calor

Tª de distribución calefacción (°C)	Factor de corrección
35	1
40	0.868
45	0.765
50	0.677
55	0.606

geotérmicas.

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

Partiendo de este documento reconocido se realizan las siguientes **HIPÓTESIS**:

- a. Se amplía el alcance al resto de **edificios** de los valores obtenidos para viviendas. De esta forma se estaría del lado de la seguridad, ya que los patrones de uso de las bombas de calor para calefacción en las viviendas son generalmente más desfavorables que los de edificios del sector terciario, por ejemplo edificios de oficinas.
- b. Se considera necesario **aplicar a todas las bombas de calor accionadas eléctricamente el mismo factor de corrección (FC)**. Se ha partido del factor que se propone en el documento reconocido citado anteriormente para las bombas de calor cuya fuente energética es el calor geotérmico. Se justifica debido a que la disminución del rendimiento de la bomba de calor en función del aumento de la temperatura de condensación es independiente de la fuente de energía que utilice: aerotermia, geotermia o hidrotermia. Se han determinado nuevos factores que tienen en cuenta la posibilidad de utilización de valores de COP de equipos obtenidos para diferentes temperaturas de uso.
- c. Para las bombas de calor cuya fuente energética es la energía **Aerotérmica**:
 - i. Para el factor de ponderación (FP) se ha partido de los valores obtenidos; que se corresponden con el 15% de los casos más desfavorables. Estos valores se han corregido al alza para considerar las nuevas tecnologías en componentes y control incorporadas en los equipos nuevos, y que garantizan comportamientos a carga parcial sustancialmente mejores.

Las directrices de la Decisión (2013/114/UE) llaman la atención, en el apartado 3.3 “Rendimiento mínimo de las bombas de calor que debe considerarse como energía renovable según la directiva”, de forma explícita sobre el SPF de las bombas de calor aerotérmicas y en particular sobre aquellas que se empleen como calentadores de agua: “Los Estados miembros deben tener presente, en particular tratándose de bombas de calor con aire como fuente caliente, qué fracción de la potencia instalada de sus bombas de calor tiene un SPF superior al rendimiento mínimo. Para esa evaluación, los Estados miembros pueden basarse en datos de pruebas y mediciones, si bien, en muchos casos, ante la falta de datos, la evaluación se puede limitar a un dictamen pericial efectuado por cada Estado miembro. Los dictámenes periciales deben ser conservadores, es decir, se

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

debe tender a infraestimar más que a sobrestimar la contribución de las bombas de calor ⁽⁵⁾. Tratándose de calentadores de agua con aire como fuente caliente, solo en casos excepcionales tienen tales bombas de calor un SPF superior al umbral mínimo. Por otro lado **únicamente el aire ambiente**, es decir, el aire exterior, **puede ser la fuente energética de una bomba de calor con aire como fuente caliente**.

- ii. Se han simplificado las aplicaciones a dos casos: Equipos Centralizados (media de viviendas unifamiliares y en bloque) y Equipos tipo Split.
- d. Para las bombas de calor cuya fuente energética es la energía **Hidrotérmica**:
- i. Se consideran los mismos valores del factor de ponderación (FP) que para la energía Geotérmica de Circuito Cerrado con intercambiadores horizontales minorados en un 5%.
- e. Para las bombas de calor cuya fuente energética es la energía **Geotérmica**:
- i. Para el factor de ponderación (FP) se ha partido de los valores obtenidos; que se corresponden con el 15% de los casos más desfavorables. Estos valores se han corregido al alza para considerar las nuevas tecnologías en componentes y control incorporadas en los equipos nuevos, y que garantizan comportamientos a carga parcial sustancialmente mejores.

La tecnología geotérmica con bomba de calor asegura una mínima variación de la temperatura del terreno a lo largo de las horas del día, así como a lo largo de los días del año, e incluso a lo largo de los años de vida útil de la instalación; frente a

⁵Debe prestarse especial atención a las bombas de calor con aire como fuente caliente reversibles, debido a la existencia de posibles fuentes de sobrestimación, principalmente: a) no todas las bombas de calor reversibles se utilizan para calentar, o solo de manera limitada, y b) las unidades más antiguas (y las unidades nuevas menos eficientes) pueden tener una eficiencia (SPF) inferior al umbral mínimo exigido de 2,5.

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

la aerotermia que sufre de importantes variaciones diarias y estacionales además de su difícil predicción a lo largo de su vida útil.

- ii.* Se han simplificado las aplicaciones a dos casos: Bombas de calor geotérmicas con intercambiadores verticales (media de viviendas unifamiliares y en bloque) y Bombas de calor geotérmicas con intercambiadores horizontales.

 - iii.* Se ha considerado un nuevo caso: cuando la fuente de calor es energía Geotérmica de Circuito Abierto. Se consideran los mismos valores del factor de ponderación (FP) que para la Energía Geotérmica de circuito cerrado con intercambiadores verticales mayorados en un 5%.
- f. Se ha determinado un nuevo factor de corrección (FC) para la temperatura de distribución de 60 °C, que se corresponde con un valor de 0,55.
- g. Se han redondeado los factores a 2 decimales.

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

4. RESULTADOS

De esta forma los valores de los Factores son:

Tabla 4.1: Factor de ponderación (FP) para sistemas de Calefacción y/o ACS con bombas de caloren función de las fuentes energéticas, según la zona climática.

Fuente Energética de la bomba de calor	Factor de Ponderación (FP)				
	A	B	C	D	E
Energía Aerotérmica. Equipos centralizados	0,87	0,80	0,80	0,75	0,75
Energía Aerotérmica. Equipos individuales tipo split	0,66	0,68	0,68	0,64	0,64
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

Tabla 4.2: Factores de corrección (FC) en función de las temperaturas de condensación, según la temperatura de ensayo del COP.

Tª de condensación (°C)	Factor de Corrección (FC)					
	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	1,00	--	--	--	--	--
40	0,87	1,00	--	--	--	--
45	0,77	0,89	1,00	--	--	--
50	0,68	0,78	0,88	1,00	--	--
55	0,61	0,70	0,79	0,90	1,00	--
60	0,55	0,63	0,71	0,81	0,90	1,00

El valor del COP nominal de la bomba de calor será el obtenido de su ensayo, según la norma que les afecte (UNE-EN 14511: 2012, UNE-EN 15316: 2010, UNE-EN 16147, etc.) y obtenido para las condiciones de temperatura que correspondan a la zona climática en la que se instale y según la aplicación a la que abastezca.

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

En el caso de tratarse de **bombas de calor para producción de Agua Caliente Sanitaria (ACS) deberá considerarse 60 °C como temperatura de distribución**. Para temperaturas de preparación de ACS diferentes de 60 °C el volumen de acumulación de ACS de la bomba de calor deberá corresponder a la demanda obtenida para la temperatura elegida y se calculará a partir de las demandas de referencia a 60 °C de la sección HE4 del Código Técnico de la Edificación. En ningún caso la temperatura de preparación del ACS podrá ser inferior a 45 °C.

La demanda de ACS a considerar a efectos de cálculo del volumen de acumulación de ACS de la bomba de calor, según la temperatura elegida, será la que se obtenga a partir de la siguiente expresión:

$$D(T) = \sum_i^{12} D_i(T)$$
$$D_i(T) = D_i(60 \text{ °C}) \times \left(\frac{60 - T_i}{T - T_i} \right)$$

- D(T) Demanda de agua caliente sanitaria anual a la temperatura T elegida;
- Di(T) Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura T elegida;
- Di(60 °C) Demanda de agua caliente sanitaria para el mes i a la temperatura de 60 °C;
- T Temperatura del acumulador final;
- Ti Temperatura media del agua fría en el mes i (Norma UNE 94002:2005).

Así tendríamos:

$$\text{SPF} = \text{COP}_{\text{nominal}} \times \text{FP} \times \text{FC}$$

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

ANEXO I: COP MÍNIMO NECESARIO PARA CONSIDERACIÓN DE RENOVABLE

(Según aplicación y en función de la zona climática y la temperatura de distribución)

	COP mínimo para calefacción a 35°C				
<i>Fuente Energética de la bomba de calor</i>	A	B	C	D	E
Energía Aerotérmica Equipos centralizados	2,88	3,11	3,11	3,34	3,34
Energía Aerotérmica Equipos individuales tipo split	3,79	3,67	3,67	3,92	3,92
Energía Hidrotérmica	2,53	2,61	2,71	2,91	3,11
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	2,39	2,47	2,58	2,77	2,95
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales	2,01	2,03	2,12	2,25	2,42
Energía Geotérmica de circuito abierto	1,91	1,93	2,03	2,14	2,30
	COP mínimo para calefacción a 40°C				
<i>Fuente Energética de la bomba de calor</i>	A	B	C	D	E
Energía Aerotérmica Equipos centralizados	3,31	3,58	3,58	3,84	3,84
Energía Aerotérmica Equipos individuales tipo split	4,35	4,21	4,21	4,50	4,50
Energía Hidrotérmica	2,90	3,00	3,11	3,35	3,58
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	2,75	2,84	2,97	3,19	3,39
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales	2,31	2,33	2,44	2,59	2,78
Energía Geotérmica de circuito abierto	2,20	2,21	2,33	2,46	2,64
	COP mínimo para calefacción a 45°C				
<i>Fuente Energética de la bomba de calor</i>	A	B	C	D	E
Energía Aerotérmica Equipos centralizados	3,74	4,04	4,04	4,34	4,34
Energía Aerotérmica Equipos individuales tipo split	4,92	4,76	4,76	5,09	5,09
Energía Hidrotérmica	3,28	3,39	3,51	3,78	4,04
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	3,11	3,21	3,35	3,60	3,83
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales	2,61	2,64	2,76	2,92	3,14
Energía Geotérmica de circuito abierto	2,48	2,50	2,64	2,78	2,98

**PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS**

	COP mínimo para calefacción a 50°C				
<i>Fuente Energética de la bomba de calor</i>	A	B	C	D	E
Energía Aerotérmica Equipos centralizados	4,23	4,58	4,58	4,92	4,92
Energía Aerotérmica Equipos individuales tipo split	5,57	5,39	5,39	5,76	5,76
Energía Hidrotérmica	3,71	3,84	3,98	4,28	4,58
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	3,52	3,63	3,80	4,08	4,34
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales	2,96	2,98	3,12	3,31	3,56
Energía Geotérmica de circuito abierto	2,81	2,83	2,98	3,15	3,38
	COP mínimo para calefacción a 55°C				
<i>Fuente Energética de la bomba de calor</i>	A	B	C	D	E
Energía Aerotérmica Equipos centralizados	4,72	5,10	5,10	5,48	5,48
Energía Aerotérmica Equipos individuales tipo split	6,21	6,01	6,01	6,42	6,42
Energía Hidrotérmica	4,14	4,28	4,44	4,78	5,10
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	3,92	4,05	4,23	4,54	4,84
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales	3,30	3,33	3,48	3,69	3,96
Energía Geotérmica de circuito abierto	3,13	3,16	3,33	3,51	3,76
	COP mínimo para calefacción y/o ACS a 60°C				
<i>Fuente Energética de la bomba de calor</i>	A	B	C	D	E
Energía Aerotérmica Equipos centralizados	5,23	5,66	5,66	6,08	6,08
Energía Aerotérmica Equipos individuales tipo split	6,89	6,66	6,66	7,12	7,12
Energía Hidrotérmica	4,59	4,75	4,92	5,30	5,66
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	4,35	4,49	4,70	5,04	5,37
Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales	3,66	3,69	3,86	4,09	4,40
Energía Geotérmica de circuito abierto	3,47	3,50	3,69	3,90	4,17

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

ANEXO II: EJEMPLOS DE CÁLCULO DEL SPF DE BOMBAS DE CALOR

EJEMPLO 1: Bomba de calor aerotérmica centralizada para un hotel en Cádiz

Disponemos de una bomba de calor aerotérmica centralizada para producción de ACS para un Hotel en Cádiz.

La bomba de calor tiene un COP nominal para calefacción a 35º C de 5,25.

Para determinar el SPF de la bomba de calor precisamos conocer el factor de ponderación (FP) y factor de corrección (FC) correspondientes.

El FP se obtendrá de la tabla 4.1 conforme a la zona climática del emplazamiento del hotel y al tipo de bomba de calor empleado.

Cádiz es zona de severidad climática en invierno A y el tipo de bomba de calor es aerotérmica. Equipos centralizados, por lo que el factor de ponderación que le corresponde es de 0,87.

La temperatura elegida de preparación del ACS es de 60 ºC por lo que según la tabla 4.2 de factores de corrección le corresponde el valor de 0,55.

Aplicando la fórmula para la determinación del rendimiento estacional tenemos que:

$$\text{SPF} = \text{COP}_{\text{nominal}} \times \text{FP} \times \text{FC} = 5,25 \times 0,87 \times 0,55 = 2,51$$

En este caso el SPF de la bomba de calor es superior a 2,5 y por tanto podría considerarse como renovable.

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

EJEMPLO 2: Bomba de calor aerotérmica tipo split para una oficina en Alicante

Disponemos de una bomba de calor aerotérmica tipo Split para calefacción en una oficina en Alicante.

La bomba de calor tiene un COP nominal para calefacción a 35º C de 4,00.

Para determinar el SPF de la bomba de calor precisamos conocer el factor de ponderación (FP) y factor de corrección (FC) correspondientes.

El FP se obtendrá de la tabla 4.1 conforme a la zona climática del emplazamiento de la oficina y al tipo de bomba de calor empleado.

Alicante es zona de severidad climática en invierno B y el tipo de bomba de calor es aerotérmica tipo split, por lo que el factor de ponderación que le corresponde es de 0,68.

La temperatura elegida de distribución a las unidades interiores es de 40ºC por lo que según la tabla 4.2 de factores de corrección le corresponde el valor de 0,87.

Aplicando la fórmula para la determinación del rendimiento estacional tenemos que:

$$\text{SPF} = \text{COP}_{\text{nominal}} \times \text{FP} \times \text{FC} = 4,00 \times 0,68 \times 0,87 = 2,37$$

En este caso el SPF de la bomba de calor es inferior a 2,50 y por tanto no podría considerarse como renovable.

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

EJEMPLO 3: Bomba de calor hidrotérmica para una residencia en La Coruña

Disponemos de una bomba de calor hidrotérmica para calefacción por suelo radiante en una residencia en La Coruña.

La bomba de calor tiene un COP nominal para calefacción a 35º C de 4,00.

Para determinar el SPF de la bomba de calor precisamos conocer el factor de ponderación (FP) y factor de corrección (FC) correspondientes.

El FP se obtendrá de la tabla 4.1 conforme a la zona climática del emplazamiento de la residencia y al tipo de bomba de calor empleado.

La Coruña es zona de severidad climática en invierno C y el tipo de bomba de calor es hidrotérmica, por lo que el factor de ponderación que le corresponde es de 0,92.

La temperatura elegida de distribución al suelo radiante es de 45 °C por lo que según la tabla 4.2 de factores de corrección le corresponde el valor de 0,77.

Aplicando la fórmula para la determinación del rendimiento estacional tenemos que:

$$\text{SPF} = \text{COP}_{\text{nominal}} \times \text{FP} \times \text{FC} = 4,00 \times 0,92 \times 0,77 = 2,83$$

En este caso el SPF de la bomba de calor es superior a 2,5 y por tanto podría considerarse como renovable.

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

EJEMPLO 4: Bomba de calor geotérmica de intercambiador vertical para un bloque de viviendas en Madrid

Disponemos de una bomba de calor geotérmica de intercambiador vertical para calefacción por suelo radiante en un bloque de viviendas en Madrid.

La bomba de calor tiene un COP nominal para calefacción a 35º C de 4,50.

Para determinar el SPF de la bomba de calor precisamos conocer el factor de ponderación (FP) y factor de corrección (FC) correspondientes.

El FP se obtendrá de la tabla 4.1 conforme a la zona climática del emplazamiento del bloque de viviendas y al tipo de bomba de calor empleado.

Madrid es zona de severidad climática en invierno D y el tipo de bomba de calor es geotérmica con intercambiador vertical, por lo que el factor de ponderación que le corresponde es de 1,11.

La temperatura elegida de distribución al suelo radiante es de 45 ºC por lo que según la tabla 4.2 de factores de corrección le corresponde el valor de 0,77.

Aplicando la fórmula para la determinación del rendimiento estacional tenemos que:

$$\text{SPF} = \text{COP}_{\text{nominal}} \times \text{FP} \times \text{FC} = 4,50 \times 1,11 \times 0,77 = 3,85$$

En este caso el SPF de la bomba de calor es superior a 2,5 y por tanto podría considerarse como renovable.

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

EJEMPLO 5: Bomba de calor geotérmica de circuito abierto para un edificio de oficinas en Zaragoza

Disponemos de una bomba de calor geotérmica de circuito abierto para calefacción por suelo radiante en un edificio de oficinas en Zaragoza.

La bomba de calor tiene un COP nominal para calefacción a 40º C de 3,75.

Para determinar el SPF de la bomba de calor precisamos conocer el factor de ponderación (FP) y factor de corrección (FC) correspondientes.

El FP se obtendrá de la tabla 4.1 conforme a la zona climática del emplazamiento del edificio de viviendas y al tipo de bomba de calor empleado.

Zaragoza es zona de severidad climática en invierno D y el tipo de bomba de calor es geotérmica de circuito abierto, por lo que el factor de ponderación que le corresponde es de 1,17.

La temperatura elegida de distribución al suelo radiante es de 45 ºC por lo que según la tabla 4.2 de factores de corrección le corresponde el valor de 0,89.

Aplicando la fórmula para la determinación del rendimiento estacional tenemos que:

$$\text{SPF} = \text{COP}_{\text{nominal}} \times \text{FP} \times \text{FC} = 3,75 \times 1,17 \times 0,89 = 3,90$$

En este caso el SPF de la bomba de calor es superior a 2,5 y por tanto podría considerarse como renovable.

PRESTACIONES MEDIAS ESTACIONALES DE LAS BOMBAS DE CALOR
PARA PRODUCCIÓN DE CALOR EN EDIFICIOS

EJEMPLO 6: Bomba de calor geotérmica de intercambiador horizontal para una vivienda unifamiliar en Burgos

Disponemos de una bomba de calor geotérmica de intercambiador horizontal para calefacción por suelo radiante en un bloque de viviendas en Burgos.

La bomba de calor tiene un COP nominal para calefacción a 35º C de 3,75.

Para determinar el SPF de la bomba de calor precisamos conocer el factor de ponderación (FP) y factor de corrección (FC) correspondientes.

El FP se obtendrá de la tabla 4.1 conforme a la zona climática del emplazamiento de la vivienda unifamiliar y al tipo de bomba de calor empleado.

Burgos es zona de severidad climática en invierno E y el tipo de bomba de calor es geotérmica con intercambiador horizontal, por lo que el factor de ponderación que le corresponde es de 0,85.

La temperatura elegida de distribución al suelo radiante es de 40ºC por lo que según la tabla 4.2 de factores de corrección le corresponde el valor de 0,87.

Aplicando la fórmula para la determinación del rendimiento estacional tenemos que:

$$\text{SPF} = \text{COP}_{\text{nominal}} \times \text{FP} \times \text{FC} = 3,75 \times 0,85 \times 0,87 = 2,77$$

En este caso el SPF de la bomba de calor es superior a 2,5 y por tanto podría considerarse como renovable.