

NOTA INFORMATIVA SOBRE LA INSTALACIÓN DE BOMBAS DE CALOR PARA PRODUCCIÓN DE ACS EN SUSTITUCIÓN DE LA CONTRIBUCIÓN SOLAR MÍNIMA DE ACS EXIGIDA POR LA HE4 DEL CTE

1. INTRODUCCIÓN

Según la Directiva Europea 2009/28/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, la energía aerotérmica, geotérmica e hidrotérmica capturada por las bombas de calor se considera como energía procedente de fuentes renovables, siempre que la producción final de energía supere de forma significativa el consumo de energía primaria necesaria para impulsar la bomba de calor.

La cantidad de calor que se ha de considerar como energía procedente de fuentes renovables a efectos la Directiva Europea 2009/28/CE se debe calcular de conformidad con la metodología establecida en el anexo VII y sólo computarán como renovable aquellas bombas de calor con un SPF superior a $1,15 * 1/\eta$. La Comisión, mediante la Decisión 2013/114/UE, fija el valor de la eficiencia del sistema de energía (η) en 0,455 (45,5%). Como consecuencia, el SPF mínimo de corte ($SCOP_{net}$) de las bombas de calor accionadas eléctricamente, que debe considerarse, para que éstas capturen energía renovable, es 2,5. Por tanto, las bombas de calor con un valor de SPF inferior a 2,5 no se consideran como renovables.

En la Decisión se establece que la determinación del SPF, es decir del $SCOP_{net}$ para las bombas de calor accionadas eléctricamente, debe efectuarse de acuerdo con la norma EN 14825:2012. En esta norma, se define el $SCOP_{net}$ como la eficiencia energética estacional de una unidad en modo activo de **calefacción** sin calefactores eléctricos suplementarios.

No obstante, en las bombas de calor con un valor de SPF superior a 2,5, sólo una parte de la energía proporcionada por las bombas de calor aerotérmicas, geotérmicas o hidrotérmicas podrá considerarse como energía procedente de fuente renovable. Esta aportación renovable (E_{RES}), en kWh, debe calcularse según la fórmula del Anexo VII de la Directiva:

$$E_{RES} = Q_{usable} * (1 - 1/SPF)$$

siendo Q_{usable} =el calor útil total estimado proporcionado por bombas de calor (kWh)

2. CÁLCULO DEL $SCOP_{net}$

La determinación del $SCOP_{net}$ (SPF) de las bombas de calor accionadas eléctricamente debe efectuarse de acuerdo con la norma EN 14825:2012, cuya aplicación es válida sólo para la calefacción de espacios, y 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.

En el caso de que no sea posible calcular el $SCOP_{net}$ según lo descrito en el párrafo anterior, por ejemplo en el caso de bombas de calor de sólo producción ACS, el rendimiento medio estacional se puede obtener mediante dos procedimientos:

- Con el procedimiento detallado en el documento “Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios” publicado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo a través del Instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía, y creado 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.

http://www.minetur.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Prestaciones_Medias_Estacionales_Bombas_de_Calor.pdf

En cualquier caso, se ha de remarcar que el documento “Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios” se trata de un documento de mínimos, que contiene un método simplificado, 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.

Para el cálculo del SPF se deberá considerar como temperatura de producción 60°C. Se podrá optar por otra temperatura de producción menor y por tanto ajustar el valor de SPF a esta temperatura siempre que la instalación así diseñada cumpla con el Real Decreto 865/2013 de 4 de julio, por el que se establecen los criterios higiénico-sanitarios para la prevención y control de la legionelosis y la versión actualizada del Real Decreto 1027/2007 de 20 de julio por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones Térmicas. En ningún caso se aceptarán cálculos con temperatura de producción inferiores a 45°C.

- Mediante procedimiento detallado en el proyecto de norma europea PNE-prEN 16147, considerando el rendimiento estacional $SCOP_{ACS}$ (COP_{DHW}) (igual al rendimiento nominal COP_{ACS} (COP_{DHW}), cuando éste esté determinado en las condiciones del ensayo que se especifican en la citada Norma.

En base a la consideración que el SCOP es asignable al SPF, en la tabla siguiente se facilitan unos valores, que se basan en los de la referida Norma, y que pueden considerarse de aplicación a efectos estimación del coeficiente de eficiencia estacional para el clima específico para las unidades externas (La Comunidad Valenciana se considera Zona Cálida de acuerdo con la zonificación climática europea), con el perfil de carga máximo declarado por el fabricante.

TABLA 1. CONDICIONES DE ENSAYO PARA LA DETERMINACIÓN DEL COP_{ACS} (SPF)

Fuente de calor	Aire exterior	Agua (geotérmica)
Temperatura de bulbo seco (húmedo) de la fuente de calor (°C)	14 (13)	-
Temperaturas de entrada/salida de la fuente de calor (°C)	-	10 / 7
Temperatura de producción ACS (°C)	55	55
Temperatura agua de entrada (°C)	10	10
Rango de temperatura ambiente de la bomba de calor (°C)	de 15 a 30	de 15 a 30
Temperatura ambiente del depósito de almacenamiento (°C)	20	20

3. LAS BOMBAS DE CALOR Y EL CUMPLIMIENTO DE LA HE4 DEL CTE

La Orden FOM/1635/2013 de 10 de septiembre, por la que se actualiza el Documento Básico DB-HE "Ahorro de Energía", del Código Técnico de la Edificación, aprobado por Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, establece la exigencia de instalar paneles solares térmicos para producción de agua caliente sanitaria (ACS) en los siguientes casos:

- a) En los edificios de nueva construcción o en los edificios existentes en los que se reforme íntegramente el edificio en sí o la instalación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 50 l/día.
- b) Ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial.
- c) Climatizaciones de piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.

El documento HE-4 del Código Técnico de la Edificación (CTE), no obstante, permite que esta contribución solar mínima para ACS y/o climatización de piscinas cubiertas pueda sustituirse parcial o totalmente mediante una instalación alternativa de otras energías renovables, bien realizada en el propio edificio o bien a través de la conexión a una red de climatización urbana. En el caso de bombas de calor, para poder realizar esta sustitución se debe justificar documentalmente:

- a. Que la bomba de calor que se vaya a instalar tenga la consideración de renovable, esto es su $SCOP_{net}$ (SPF) sea $\geq 2,5$
- b. Que las emisiones de CO_2 y el consumo de energía primaria no renovable debido a la instalación de bomba de calor y todos sus equipos auxiliares para cubrir la demanda de ACS son iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica (contribución solar mínima según tabla 2.1 del citado documento HE-4) y el sistema de referencia (caldera gas natural con rendimiento estacional 0,92) como auxiliar de apoyo

Los coeficientes de paso que se utilicen en la elaboración de esta justificación son los publicados como documento reconocido por Resolución conjunta de los Ministerios de Industria, Energía y Turismo, y Ministerio de Fomento, versión 20 de julio de 2014, de aplicación a partir del 14 de enero de 2016.

http://www.minetad.gob.es/energia/desarrollo/EficienciaEnergetica/RITE/Reconocidos/Reconocidos/Otros%20documentos/Factores_emision_CO2.pdf

FUENTE DE ENERGÍA	FACTORES DE PASO DE ENERGÍA FINAL	
	A Energía Primaria No Renovable (kWh_{EPNR}/kWh_{EF})	A Emisiones de CO_2 (kg_{CO_2}/kWh_{EF})
Electricidad convencional peninsular	1,954	0,331
Gas Natural	1,190	0,252

Tabla 2. Factores de emisión de CO_2 y coeficientes de paso a energía primaria de diferentes fuentes de energía final consumidas en el sector de edificios en España.

4. EJEMPLOS DE CÁLCULO

4.1 Bomba de calor aerotérmica en un edificio de viviendas de nueva construcción en Alicante, para producción de ACS. Instalación de una bomba de calor por vivienda.

La bomba de calor que se pretende instalar en cada vivienda tiene un COP nominal para calefacción a $35^{\circ}C$ de 4,00, ensayado según Norma UNE EN 14511: 2014, dato facilitado por el fabricante.

El fabricante no dispone del valor del $SCOP_{net}$

a. Cálculo del SCOPnet (SPF)

El cálculo del SCOPnet se calculará según procedimiento descrito en el documento "Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios" (ver punto 2 de este documento).

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

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

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.

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

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

La temperatura elegida de producción de ACS es de 55 °C por lo que según la tabla 4.2 de factores de corrección le corresponde el valor de 0,61.

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

Tº 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

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

$$\text{SPF} = \text{COP}_{\text{nominal}} \times \text{FP} \times \text{FC} = 4,00 \times 0,68 \times 0,61 = 1,66 < 2,5$$

En este caso el SPF de la bomba de calor es inferior a 2,5 y por tanto NO podría considerarse como renovable. **NO** se puede instalar esta bomba de calor en sustitución de los paneles solares térmicos exigidos por el CTE-HE4.

4.2 Bomba de calor aerotérmica en una vivienda unifamiliar de nueva construcción en Valencia, para producción de ACS

La bomba de calor tiene un COP_{ACS} a 14°C de temperatura exterior de 3,20, ensayado de acuerdo con la tabla 1 (PNE-prEN 16147).

La demanda de ACS de la vivienda unifamiliar a 45°C es de 2350 kWh.

a. Cálculo del $SCOP_{ACS}$ (SPF)

El cálculo del $SCOP_{ACS}$ lo ha realizado el fabricante según PNE-prEN 16147.

$$SPF = 3,20 > 2,5$$

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

b. Justificación de la HE4

Se debe justificar que las emisiones de CO₂ y el consumo de energía primaria no renovable debido a la instalación de bomba de calor y todos sus equipos auxiliares, que cubren la demanda de ACS deben ser iguales o inferiores a las que se obtendrían mediante la correspondiente instalación solar térmica (contribución solar mínima según tabla 2.1 del CTE-HE4) y el sistema de referencia (caldera gas natural con rendimiento estacional 0,92) como auxiliar de apoyo.

	BOMBA DE CALOR (AEROTERMIA)	INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA + CALDERA GAS NATURAL
Demanda ACS (kWh)	2350	2350
Demanda ACS cubierta por paneles solares	0%	50%
Eficiencia estacional equipo	3,20 ($SCOP_{net}$ aerotermia)	0,92 (caldera apoyo)
Fuente de energía	Electricidad	Gas Natural
Consumo energía final (kWh)	$2350/3,20 = 734,38$	$2350 \times 0,5 / 0,92 = 1277,17$
Consumo energía primaria no renovable (kWh)	$734,38 \times 1,954 = \mathbf{1434,97}$	$1277,17 \times 1,190 = \mathbf{1519,84}$
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂)	$734,38 \times 0,331 = \mathbf{243,08}$	$1277,17 \times 0,252 = \mathbf{321,85}$

	BOMBA DE CALOR (AEROTERMIA)		INSTALACIÓN SOLAR TÉRMICA + CALDERA GAS NATURAL
Consumo energía primaria no renovable (kWh)	1434,97	<	1519,84
Emisiones de CO ₂ (kgCO ₂)	243,08	<	321,85

El consumo de energía primaria no renovable de la bomba de calor proyectada es menor a la que se obtendría con una instalación solar térmica y un equipo de apoyo que cumpliera el CTE-HE4. **Si** se puede instalar esta bomba de calor en sustitución de los paneles solares térmicos exigidos por el CTE-HE4.

5. LAS BOMBAS DE CALOR EN LOS PROGRAMAS DE CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

5.1 La bomba de calor como energía renovable

En el caso de bombas de calor cuyo $SPF > 2,5$ y por tanto tengan la consideración de renovable, las herramientas de cálculo de calificación energética: HULC, Cerma, CE3x y CE3 ya evalúan la contribución renovable de estas bombas de calor a partir del dato de $COP_{nominal}$ que el técnico certificador introduce en las herramientas. En ningún caso se debe introducir un valor >0 en las casillas que las herramientas de cálculo destinan a contribuciones energéticas-fuentes de energías renovables pues resultaría en un cómputo doble de la contribución renovable de la bomba de calor.

A modo de ejemplo se muestran las pantallas de los programas HULC y CE3x que hacen referencia a lo indicado en el párrafo anterior (contribuciones energéticas-fuentes de energías renovables), aunque es extrapolable al resto de herramientas (Cerma y CE3):

Resultados Complementos Ayuda Acerca de

Envolvente térmica Instalaciones

Instalaciones del edificio

Equipo de ACS Contribuciones energéticas

Equipo de sólo calefacción

Equipo de sólo refrigeración

Equipo de calefacción y refrigeración

Equipo mixto de calefacción y ACS

Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

Contribuciones energéticas

Nombre Zona

Fuentes de energía renovable

Porcentaje de demanda de ACS cubierto %

Porcentaje de demanda de calefacción cubierto %

Porcentaje de demanda de refrigeración cubierto %

Generación electricidad mediante renovables / Cogeneración

Energía eléctrica generada para autoconsumo kWh/año Energía consumida kWh/año

Calor recuperado para ACS kWh/año Tipo de combustible

Calor recuperado para calefacción kWh/año

Frío recuperado kWh/año

Fig 1. Programa CE3x. Contribuciones energéticas renovables

Definición Sistema

Proyecto

- ACS
- EQ_Caldera-Convenicional-Defecto
- Demanda_de_ACS
- Factores de corrección
- Caldera
 - cap_T-EQ_Caldera-unidad
 - ren_T-EQ_Caldera-unidad
 - ren_FCP_Potencia-EQ_Caldera-Convenicional
 - ren_FCP_Tiempo-EQ_Caldera-unidad

ACS

Nombre

Propiedades básicas

Fracción cubierta por el sistema solar térmico %

Multiplicador

Aceptar

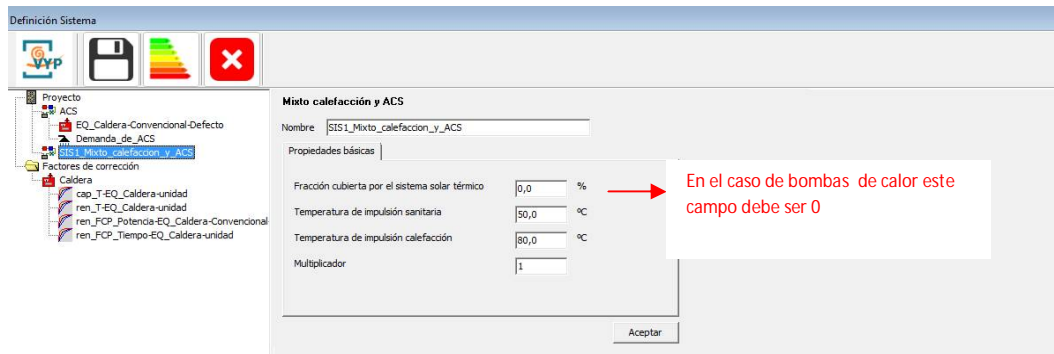


Fig 2. Programa HULC-VYP. Contribuciones energéticas renovables

5.2 Condiciones nominales de las bombas de calor

Las bombas de calor (aeroterminia, hidrotermia, geotermia) deben definirse en las herramientas de cálculo de calificación energética a partir de los datos de potencia térmica (capacidad) y consumo eléctrico en condiciones nominales y sólo en aquellos programas que lo permitan a partir de su eficiencia estacional:

HULC-VYP

En el programa HULC-VYP las bombas de calor aeroterminia se definen a partir de de su capacidad y consumo nominal. No es correcto introducir la capacidad y el consumo en otras condiciones diferentes de las nominales. Estos valores deben estar publicados en el catálogo del fabricante de la bomba de calor.

Las condiciones nominales de estas bombas corresponden a las condiciones de certificación Eurovent:

$T_{imp} =$ temperatura de producción del ACS o calefacción según proyecto (35°C, 45°C, 60°C, etc)

$T_{h,ext} = 6^{\circ} C$ temperatura húmeda del aire exterior

$fcp = 1$ factor de carga parcial

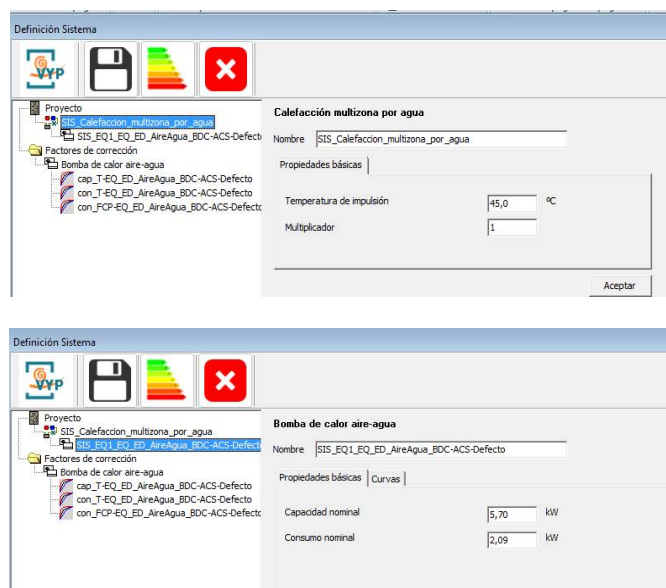


Fig 3. Programa HULC-VYP. Bombas de calor Aire-Agua

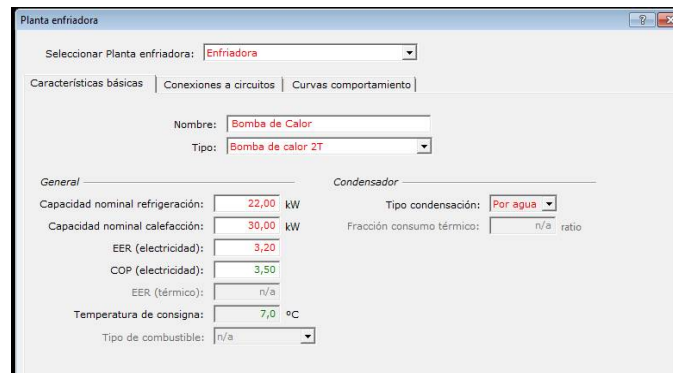
HULC-CALENER GT

En el programa HULC-GT las bombas de calor aerotermia, hidrotermia y geotermia se definen a partir de su capacidad, EER y COP nominales. No es correcto introducir la capacidad y el consumo en otras condiciones diferentes de las nominales. Estos valores deben estar publicados en el catálogo del fabricante de la bomba de calor.

Las condiciones nominales de estas bombas corresponden a las condiciones de certificación Eurovent:

Condiciones Eurovent para plantas enfriadoras: Temperatura de entrada del agua, 12 °C; temperatura de salida del agua, 7 °C; temperatura seca de entrada del aire, 35 °C (equipos condensados por aire); o temperatura de entrada del agua de condensación, 30 °C (equipos condensados por agua).

Condiciones Eurovent para plantas enfriadoras reversibles, suministrando calefacción: Temperatura de entrada del agua, 40 °C; temperatura de salida del agua, 45 °C; temperatura seca/húmeda de entrada del aire, 7/6 °C (equipos condensados por aire); o temperatura de entrada de agua de condensación, 10 °C (equipos condensados por agua).



General		Condensador	
Capacidad nominal refrigeración:	22,00 kW	Tipo condensación:	Por agua
Capacidad nominal calefacción:	30,00 kW	Fracción consumo térmico:	n/a ratio
EER (electricidad):	3,20		
COP (electricidad):	3,50		
EER (térmico):	n/a		
Temperatura de consigna:	7,0 °C		
Tipo de combustible:	n/a		

Fig 4. Programa HULC-GT. Bombas de calor Aire-Agua y Agua-Agua