

METODOLOGÍA UTILIZADA EN LAS ESTADÍSTICAS DE BOMBAS DE CALOR

www.idae.es

ESTADÍSTICAS





Cuadernos IDAE. Estadísticas: Metodología utilizada en las estadísticas de bombas de calor

Edita: IDAE

Maquetación e Impresión: IDAE

Madrid, julio de 2022

Autor: Departamento de Planificación y Estudios del IDAE

NIPO: 665-22-029-2

Cualquier reproducción, parcial o total, de la presente publicación debe contar con la aprobación por escrito del IDAE.

Índice de Contenido

1	Antecedentes.....	7
2	Operaciones estadísticas	9
2.1	Bombas de calor aerotérmicas	9
2.1.1	Clase de operación estadística.....	9
2.1.2	Diseño muestral	10
2.1.3	Contenido.....	11
2.1.4	Cuestionarios	12
2.1.5	Validación de los cuestionarios.....	12
2.1.6	Depuración de datos de partida	13
2.1.7	Validación de la información de partida	14
2.1.8	Elevación poblacional de datos.....	14
2.1.9	Explotación estadística de los datos	16
2.1.10	Difusión de los resultados.....	18
2.1.11	Actualización anual de la información	18
2.2	Bombas de calor geotérmicas e hidrotérmicas	20
2.2.1	Clase de operación estadística.....	20
2.2.2	Contenido.....	21
2.2.3	Depuración de datos de partida	23
2.2.4	Sistematización de la información.....	24
2.2.5	Depuración de la información.....	24
2.2.6	Detección de duplicidades	24
2.2.7	Lagunas de información: inferencia e hipótesis adoptadas.....	25
2.2.8	Fase de contraste del censo resultante	27
2.2.9	Explotación estadística de los datos	27
2.2.10	Difusión de los resultados.....	29
2.2.11	Actualización anual de la información	29
3	Referencias.....	31
	Anexo I.....	33
	Anexo II.....	36
	Anexo III.....	40

Índice de Tablas

Tabla 1 Factor de ponderación (FP) para sistemas de calefacción y/o ACS.....	17
Tabla 2 Ámbito tecnológico	21
Tabla 3 Ámbito sectorial	21
Tabla 4 Sectores y subsectores de clasificación.....	22
Tabla 5 Método para la revisión de carencias	26
Tabla 6 Factor de ponderación (FP) para sistemas de calefacción y/o ACS.....	28

Índice de Figuras

Figura 1 Zonas climáticas SHARES: provincias asignadas.....	11
Figura 2 Zonas climáticas SES: provincias asignadas.....	11
Figura 3 Esquema metodológico de la herramienta RENAERO	18

1 Antecedentes

El Parlamento Europeo y el Consejo, a través de la [Directiva 2009/28/EC \(RED I\)](#) de 23 de abril de 2009, relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, determina que en el cálculo de la cuota de energía procedente de fuentes renovables se deberá tener en cuenta la energía ambiente de tipo aerotérmico, geotérmico o hidrotérmico capturada por las bombas de calor.

En consecuencia, es necesario determinar y caracterizar el parque de bombas de calor español, como paso previo a la determinación de las aportaciones de energía ambiente renovable sobre las que debe informar a Eurostat, y cuyo cálculo deberá estar basado en la [Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013](#), 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.

Entre las diferentes metodologías posibles, IDAE optó por la realización en el año 2014 de una encuesta de equipamiento y uso de bombas de calor a través de una muestra representativa del conjunto de hogares y establecimientos del territorio nacional, con la que se consideró que podría darse respuesta a las diferentes cuestiones planteadas al respecto. Los resultados de esta encuesta pueden consultarse en el documento [Síntesis del Estudio del parque de bombas de calor de España](#) publicado por en la página Web del IDAE.

Tomando como base la información aportada por la encuesta realizada, se han ido realizando posteriormente otras actuaciones tendentes a mantener actualizados los datos correspondientes al año 2014. Así, en 2019 IDAE firmó un Protocolo de Colaboración con la Asociación de Fabricantes de Equipos de Climatización (AFEC) para actualizar conjuntamente las estadísticas de bombas de calor aerotérmicas desarrollando una aplicación ad-hoc que incorpora, entre otras informaciones, los datos globales de las estadísticas de mercado de bombas de calor de las que dispone AFEC.

Por otra parte, para las estadísticas de bombas de calor geotérmicas e hidrotérmicas se realizó un estudio de aproximación censal que ha finalizado a comienzos de 2021, dado que la encuesta realizada en 2014 evidenció la baja penetración de estas tecnologías y justificó la necesidad de realizar una operación estadística basada en un censo de las instalaciones existentes.

En el presente documento se expone la metodología utilizadas para la elaboración anual de la estadísticas de bombas de calor de acuerdo a lo establecido en [RED I](#) y siguiendo las directrices de [Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013](#).



2 Operaciones estadísticas

Las estadísticas de bombas de calor se realizan siguiendo las directrices establecidas por la [Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013](#) según la cual se distinguen tres tipos de bombas de calor, aerotérmicas, geotérmicas e hidrotérmicas, ubicadas en los dos tipos de zonas climáticas definidas por EUROSTAT para España en su herramienta [SHARES](#)¹, clima cálido y clima medio.

Las estadísticas se elaboran partiendo del [“Estudio del parque de bombas de calor de España 2014”](#) y del “Estudio estadístico de bombas de calor geotérmicas e hidrotérmicas 2018”. El “Estudio del parque de bombas de calor 2014” se realizó a través de una encuesta específica lo que, unido a la baja presencia en el mercado de las bombas de calor geotérmicas e hidrotérmicas, hizo necesario realizar una nueva operación estadística, esta vez de tipo censal, denominada “Estudio estadístico de bombas de calor geotérmicas e hidrotérmicas 2018” para representar adecuadamente a este tipo de tecnologías.

Para las actualizaciones anuales se utilizan dos métodos diferenciados: el basado en las ventas anuales de equipos para las bombas de calor aerotérmicas y la aproximación censal para las bombas de calor geotérmicas e hidrotérmicas.

A continuación, se describen las diferentes operaciones y las metodologías utilizadas en el marco de las estadísticas de bombas de calor.

2.1 Bombas de calor aerotérmicas

Esta operación estadística se basa en dos acciones diferenciadas: el “Estudio del parque de bombas de calor 2014” y el sistema de actualización anual diseñado entre AFEC e IDAE. El estudio investigó todas las tecnologías de bombas de calor consideradas por la Directiva 2009/28/EC (RED I) y la Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013 con independencia de si podían ser o no consideradas como renovables. La valoración de la energía suministrada por las bombas de calor fue realizada únicamente para aquellas bombas de calor consideradas como renovables, según los criterios establecidos por la Directiva y la Decisión de la Comisión.

2.1.1 Clase de operación estadística

La unidad de investigación a la que se refirieron los datos fue la instalación de bomba de calor.

La unidad informante fue cada uno de los locales o establecimientos de las empresas y organismos públicos junto con la totalidad de los hogares españoles.

La metodología de recopilación de la información fue la elaboración de una encuesta a través de cuestionarios específicos. Tras la recepción de los resultados de la encuesta el departamento de Planificación y Estudios de IDAE realizó las tareas de tratamiento de información necesarias para la incorporación de la información a la base de datos de instalaciones de energías renovables Bdfcr².

¹ La herramienta SHARES se centra en el cálculo armonizado de la cuota de energía procedente de fuentes renovables entre los Estados miembros de la UE. La base jurídica para la aplicación de todos los cálculos y metodologías se basa en la Directiva 2009/28/CE (RED I) y también en el [Reglamento \(CE\) N.º 1099/2008](#).

² Bdfcr: **B**ase de **d**atos de **f**omento de las **e**nergías **r**enovables. Es la herramienta utilizada para el registro de las instalaciones de energías renovables en España. El mantenimiento de esta base de datos lo realiza IDAE en estrecha colaboración con las CC.AA.

Posteriormente se procedió a la elaboración y validación de las tablas de salida agregadas, al objeto de respetar la protección del secreto estadístico prevista en la Ley 12/1989 de la Función Estadística Pública, que han sido utilizadas tanto en la remisión del cuestionario anual AIE/EUROSTAT/UNECE de energías renovables y residuos como para cumplimentación del cuestionario SHARES, en lo que a bombas de calor se refiere y en la publicación de información en la [página web de IDAE](#).

2.1.2 Diseño muestral

El diseño de la muestra para la encuesta tuvo las siguientes características:

- **Ámbito espacial o geográfico:** la totalidad del territorio español segmentado por zonas climáticas SHARES y SES³.
- **Técnica de investigación:** multicanal mediante teléfono, correo electrónico, etc.
- **Universo:** formado por el sector profesional (industria, actividades anexas a los transportes y comercio-servicios) y el sector residencial (hogares).
- **Unidades de información:** cada uno de los locales o establecimientos de las empresas y organismos públicos junto con la totalidad de los hogares españoles.

Para las unidades muestrales los informantes fueron aquellas personas que pudieron aportar información sobre; en primer lugar, la disponibilidad o no de bombas de calor (tanto en el establecimiento como en el hogar) y, en segundo lugar, que tenían conocimientos sobre las características y uso de las mismas.

Esta información, en el caso de los sectores no-residenciales fue aportada tanto por la propia organización generalmente a través de su servicio de mantenimiento, como por la empresa externa encargada de las tareas de revisión y conservación de las instalaciones.

- **Muestra:** aplicación de un muestreo aleatorio estratificado de acuerdo con dos ejes, sectorial y geográfico.
 - Eje sectorial: 4 estratos correspondientes a los sectores de industria (incluyendo la energía), actividades anexas al transporte, comercio y servicios y residencial.
 - Eje geográfico: distribución del territorio en zonas climáticas atendiendo, por una parte, a las especificaciones establecidas en el [SHARES Tool Manual](#) de EUROSTAT que desagrega España en las zonas climáticas de clima cálido y clima medio, y, por otra, a las especificaciones de zonas climáticas SES, que segmentan España en las zonas climáticas de Atlántico-Norte, Continental y Mediterránea.

³ Las zonas climáticas SES son utilizadas por el departamento de Planificación y Estudios del IDAE en sus estudios de Seguimientos Energéticos Sectoriales.

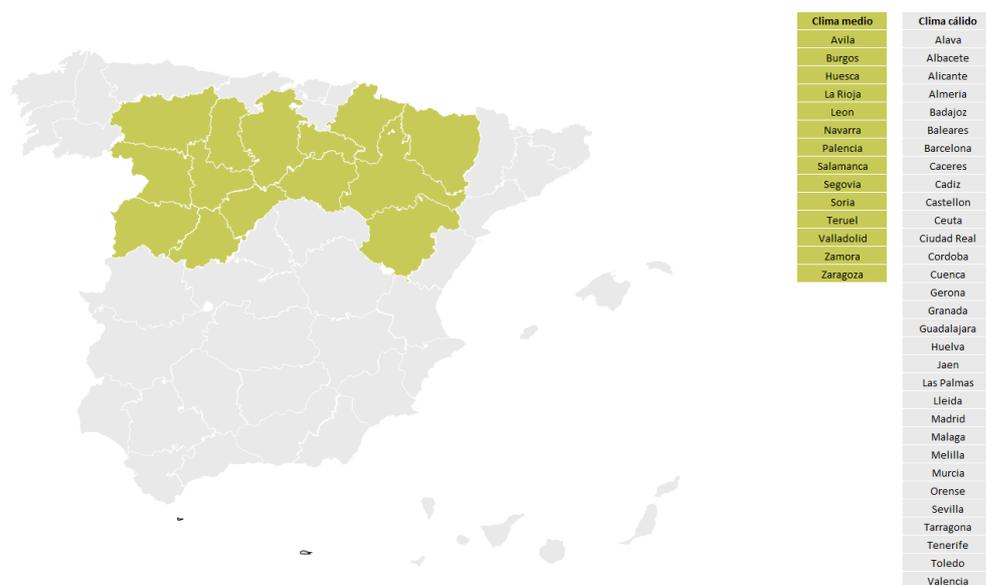


Figura 1 Zonas climáticas SHARES: provincias asignadas

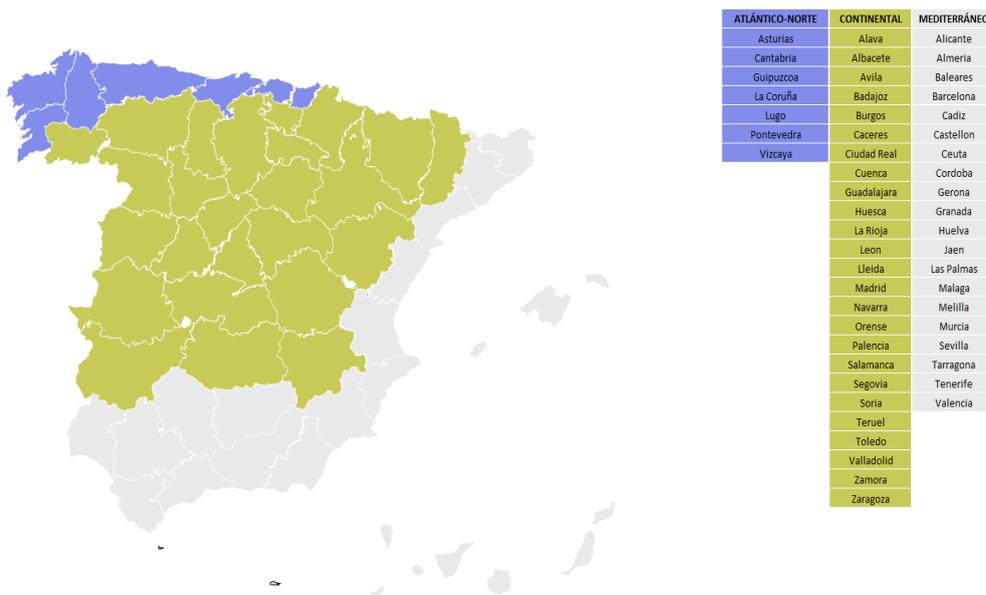


Figura 2 Zonas climáticas SES: provincias asignadas

- **Tamaño muestral:** 8.087 entrevistas.
- **Error de muestreo:** ± 1,1% para datos globales, y < ± 5% por estrato con un nivel de confianza del 95% y p=q= 0,5.

2.1.3 Contenido

El contenido de la operación fue el siguiente:

- **Población:** instalaciones con bombas de calor de todo el territorio nacional.
- **Ámbito espacial o geográfico:** zonas climáticas SES y SHARES.

- **Periodo de referencia de la información:** 2014.
- **Variables de la investigación:**
 - Capacidad de las bombas de calor (potencia).
 - Coeficiente de rendimiento de las bombas de calor (COP).
 - Horas de funcionamiento de las bombas de calor.
 - Producción térmica de las bombas de calor (Q_{usable}).
 - Factor de rendimiento medio estacional de las bombas de calor (SPF).
 - Energía renovable suministrada por las bombas de calor (ERES).
- **Variables de clasificación:**
 - Tipo de bomba de calor: aerotérmica, geotérmica e hidrotérmica.
 - Subtipo de bomba de calor: tierra-aire, tierra-agua, agua-aire y agua-agua.
 - Zona climáticas SHARES: clima medio y clima cálido.
 - Sector: industria, comercio y servicios, actividades anexas al transporte y residencial.

2.1.4 Cuestionarios

Se utilizaron dos modelos de cuestionario; uno más sencillo dirigido a usuarios de hogares y pequeños establecimientos y otro algo más complejo con información de tipo técnico para grandes establecimientos. Ambos modelos de formulario fueron sometidos a pruebas de testeo con el fin de verificar la adecuación de su estructura, contenido y tamaño.

En el [Anexo I](#) y el [Anexo II](#) pueden consultarse ambos cuestionarios.

2.1.5 Validación de los cuestionarios

Se realizó un control de calidad de los modelos de cuestionario a través de dos pruebas de validación, una desde un enfoque teórico-técnico y otra desde una perspectiva práctica. En concreto se realizaron un pilotaje de gabinete y un pretest telefónico.

- **Pilotaje de gabinete:** validación del cuestionario desde el punto de vista técnico. Se realizó con expertos en el diseño y tratamiento de cuestionarios y con profesionales en el campo de las energías alternativas y bombas de calor. Se evaluaron, entre otras, la idoneidad de los cuestionarios para obtener la información requerida en la investigación y si las preguntas estaban convenientemente diseñadas.
- **Pretest práctico:** verificación práctica de la entrevista en aspectos como la duración efectiva, comprensión por parte de los entrevistados de todos los conceptos y grado de participación/aceptación de la encuesta. El pretest se llevó a cabo mediante canal telefónico al ser la técnica básica de recogida de información en campo utilizada. El pretest se realizó por separado para cada uno de los cuestionarios.

2.1.6 Depuración de datos de partida

La depuración previa a la grabación de los cuestionarios se realizó manualmente por agentes formados para este fin, al objeto de asegurar que los cuestionarios tuvieran toda la información necesaria y que la misma fuera coherente. Se establecieron los siguientes controles:

- **Control general de situación de la información:** para verificar que los datos estuvieran colocados en los espacios o casillas correspondientes y que no dieran lugar a diferentes interpretaciones.
- **Comprobación de entendimiento:** verificar que se han entendido bien las distintas preguntas del formulario.
- **Análisis y tratamiento de la no respuesta:** conjuntamente con el control de completitud, se revisó y analizó la falta de respuesta en las entrevistas. Se establecieron los campos mínimos considerados como obligatorios para dar por válida la información recogida en la entrevista y no descartarla por falta de información. Se consideró información mínima obligatoria la relativa a la superficie del establecimiento u hogar, número de habitáculos con climatización, potencia y marca de la bomba de calor y año de compra o puesta en funcionamiento.

En este punto destaca, entre otras actividades, la consulta de catálogos de venta de equipos de climatización, obtenidos de los fabricantes. De dicha consulta, se obtuvo información completa y fiable sobre las características técnicas de las distintas bombas de calor existentes en el mercado que completó la información suministrada por los entrevistados.

- **Control de completitud:** para verificar que se ha contestado a todos los datos obligatorios o en caso contrario que existe una causa para la no cumplimentación.

En las ocasiones en las que se detectaron inconsistencias en los datos proporcionados por la unidad de información o en situaciones que se consideraron como de incidencia, se llevó a cabo un nuevo contacto con el entrevistado para que la rectificación o aclaración de la información.

La información recopilada fue sometida a procesos de depuración adicionales para los distintos perfiles que intervinieron en la investigación al objeto de **asegurar un alto porcentaje de datos fiables**.

Las principales comprobaciones realizadas en este proceso fueron:

- **Superficie del establecimiento/hogar:** sumatorio de la superficie de los habitáculos no superior a la superficie del establecimiento/hogar.
- **Superficie climatizada:** no superior a superficie total de habitáculos del establecimiento.
- **Número de bombas de calor individuales:** no superior o menor al número de bombas totales indicadas.
- **Bomba de calor utilizada como sistema auxiliar de calor:** en caso de que existiera, era necesario indicar el otro sistema de calefacción.
- **Horas de funcionamiento:** no disponer de las horas de funcionamiento de la bomba de calor para frío y/o calor cuando se había señalado previamente emplearla para ello.

- **Ratios de potencias nominales térmicas:** tanto de frío como de calor teniendo en cuenta los tipos de tecnologías de las bombas y el sector donde se utilizan.
- **Ratios de potencia eléctrica:** en función del tipo de entrevistado y bomba de calor.
- **Ratios de COP nominal:** en función a las potencias recopiladas.
- **Ratio potencia/superficie:** potencia por unidad de superficie en los habitáculos climatizados.

2.1.7 Validación de la información de partida

Tras grabar los cuestionarios, el proceso de validación de la información fue realizado principalmente de un modo automático, aunque existieron ciertas tareas de validación, como el tratamiento de la información recibida por los canales de fax o correo electrónico, en las cuales las validaciones debieron efectuarse manualmente.

Los controles de validación que se aplicaron fueron los siguientes:

- **Control del número de variables:** verificación del número de variables existentes en el fichero; el cual estará formado por las variables originales de las entrevistas más todas aquellas secundarias derivadas de la depuración y tratamiento de la información.
- **Control del número de registros:** validación del número total de registros que componen la base de datos, debiendo coincidir con el total de elementos entrevistados y que no falten o sobren unidades de información en ninguno de los estratos de la muestra.
- **Controles de rango y grafo:** validación de la coherencia interna de la cumplimentación y grabación de la información de cada cuestionario.
- **Controles cruzados:** determinación de la consistencia de la información mediante el contraste de relaciones entre la información de dos y más campos.

2.1.8 Elevación poblacional de datos

Para la elevación de los datos muestrales a la población se aplicaron los siguientes procesos metodológicos y algoritmos de elevación.

La primera de las variables considerada para la elevación fue el tipo de muestreo empleado para la obtención de la muestra; el muestreo aleatorio estratificado, tomando como variables de estratificación la zona climática, con sus dos tipos, y el sector, con 4 subsectores, lo que resulta en un total de 8 estratos:

Individuo $i=1 \rightarrow i=n_h$

Estrato $h= 1 \rightarrow h=8$

La distribución de la observación de cada unidad muestral sería;

$$Y_{ih} \begin{cases} 1 & \text{si el individuo } i \text{ del estrato } h \text{ tiene bomba} \\ 0 & \text{si el individuo } i \text{ del estrato } h \text{ no tiene bomba} \end{cases}$$

Siendo:

n_h = tamaño muestral del estrato h

N_h = tamaño poblacional del estrato h

n tamaño de la muestra = $n_1+n_2+\dots+n_8 = n = \sum_{h=1}^8 n_h$

N tamaño de la población = $N_1+N_2+\dots+N_8 = \sum_{h=1}^8 N_h$

En primer lugar, se determinó el total de establecimientos y hogares que disponían de al menos una bomba de calor y así pudo calcularse la proporción muestral de establecimientos/hogares con bomba de calor para cada estrato (p_h):

$$p_h = \frac{\sum_{i=1}^{n_h} Y_{ih}}{n_h}$$

Y se aplicó este porcentaje sobre tamaño de cada uno de los estratos poblacionales respecto del tamaño de la población total para estimar el porcentaje de establecimientos/hogares con bomba de calor para el total de la población (\hat{p}_{st}).

$$\hat{p}_{st} = \sum_{h=1}^8 \frac{N_h * p_h}{N}$$

La estimación del número total de hogares/establecimientos con bomba de calor (\hat{S}_t) sería por tanto la siguiente:

$$\hat{S}_t = \sum_{h=1}^8 N_h * p_h$$

En segundo lugar, se obtuvo el número medio de bombas de calor por cada uno de los hogares/establecimientos que sí tenían bomba en cada uno de los estratos (\overline{B}_h). A partir de estas medias, aplicadas como estimador poblacional al número de hogares y establecimientos con bomba, se estiman los parques de bombas de calor de la siguiente manera:

Siendo \overline{B}_h la media de bombas de calor en el estrato h en los hogares/establecimientos que tienen bomba;

El número total de bombas elevado poblacionalmente (\hat{B}_t) sería:

$$\hat{B}_t = \sum_{h=1}^8 \overline{B}_h * N_h * p_h$$

Por tanto, la estimación de la población total de hogares/establecimientos con bomba de calor, así como el número de aparatos es resultado de la aplicación del estimador poblacional para los muestreos aleatorios estratificados.

2.1.9 Explotación estadística de los datos

La información estadística obtenida, segmentada por año de puesta en marcha, zona climática, sector, aplicación y tecnologías, fue la siguiente:

- Capacidad de las bombas de calor (potencia).
- Coeficiente de rendimiento de las bombas de calor (COP).
- Horas de funcionamiento de las bombas de calor.
- Producción térmica de las bombas de calor (Q_{usable}).
- Factor de rendimiento medio estacional de las bombas de calor (SPF).
- Parque de bombas de calor renovables y no renovables.
- Potencia de las bombas de calor renovables.
- Horas equivalentes de funcionamiento.
- Energía renovable suministrada por las bombas de calor (E_{RES}).

Aunque la mayoría de los parámetros de análisis se obtienen directamente de la encuesta otros son resultado de una inferencia a partir de valores medidos siguiendo unas pautas estandarizadas. Así, para la determinación de ciertos parámetros (SPF y E_{RES}) se utilizaron fuentes de datos externas que posibilitaron la verificación de parte de la información recopilada y proporcionaron un marco estándar para el tratamiento estadístico de los datos:

- [Directiva 2009/28/EC \(RED I\) y Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013](#): utilizadas para la determinación de la energía renovable suministrada por las bombas de calor.

Siguiendo lo establecido por ambas, el SPF mínimo de las bombas de calor accionadas eléctricamente que debe considerarse como energía renovable es 2,5 y la fórmula de cálculo del E_{RES} es:

$$E_{RES} = Q_{usable} \left(1 - \frac{1}{SPF} \right)$$

Siendo la producción térmica de las bombas de calor (Q_{usable}) el calor útil total estimado proporcionado por bombas de calor que superan el mencionado umbral de SPF.

- [Documento reconocido RITE Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios](#): este documento fue utilizado para inferir el valor del SPF a partir del COP informado por el entrevistado dado que no pudo obtenerse el verdadero valor del SPF al no existir mediciones reales del mismo. Según este documento, el SPF se calcula multiplicando el COP nominal de cada bomba de calor obtenido en las entrevistas por un factor de ponderación (FP) y por un factor de corrección (FC).

$$SPF = COP_{nominal} \times FP \times FC$$

donde:

FP: factor de ponderación que considera las diferentes zonas climáticas de España establecidas por el [Código Técnico de la Edificación \(CTE\)](#), el cuál ha sido calculado con una metodología exclusivamente técnica que utiliza valores objetivos y Documentos Reconocidos existentes.

FC: factor de corrección que 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. A efectos del estudio se considera que no existe diferencia alguna entre estas temperaturas y por tanto este factor no se aplica.

Para obtener el FP de cada bomba de calor se tomaron los valores del documento reconocido mencionado que se muestran a continuación:

Fuente energética de la bomba de calor	Factor de Ponderación (FP) por zona climática				
	A	B	C	D	E
Aerotérmica. Equipos centralizados	0,87	0,80	0,80	0,75	0,75
Aerotérmica. Equipos individuales tipo <i>split</i>	0,66	0,68	0,68	0,64	0,64
Hidrotérmica	0,99	0,96	0,92	0,86	0,80
Geotérmico circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	1,05	1,01	0,97	0,90	0,85
Geotérmico circuito cerrado. Intercambiadores verticales	1,24	1,23	1,18	1,11	1,03
Geotérmica de circuito abierto	1,31	1,30	1,23	1,17	1,09

Fuente: [Documento reconocido RITE Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios. Tabla 4.1.](#)

Tabla 1 Factor de ponderación (FP) para sistemas de calefacción y/o ACS

Adicionalmente, se realizaron las siguientes hipótesis:

- Zonas climáticas A, B, C, D y E del CTE: se asimila cada provincia a su capital según el CTE⁴;
- Para la energía aerotérmica, se considera:
 - o Equipo Split:
 - a) En hogar: Menores de 5 kW de potencia.
 - b) Resto: Menores de 12 kW de potencia.
 - o Equipo centralizados: Resto.
- Para la energía geotérmica se considerarán todos los casos como instalación de circuito cerrado e intercambiador vertical.

⁴ Código Técnico de la Edificación. Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía». Apéndice B. Zonas climáticas.

2.1.10 Difusión de los resultados

Una [Síntesis del Estudio del parque de bombas de calor de España](#), con datos agregados para las zonas climáticas SES utilizadas por el departamento de Planificación y Estudios del IDAE en sus investigaciones, se encuentra publicada en la página web del IDAE.

2.1.11 Actualización anual de la información

Dada la necesidad de disponer de datos actualizados sobre la contribución renovable del sector de la aerotermia se estableció un Protocolo de colaboración entre IDAE y la Asociación de Fabricantes de Equipos de Climatización (AFEC) que ha dado como resultado el diseño y puesta en funcionamiento de una aplicación basada en una hoja de cálculo, de nombre RENAERO, para estimar la cantidad de energía renovable utilizada en modo calefacción por el parque de bombas de calor aerotérmicas instaladas en España, partiendo de los valores del “Estudio del Parque de Bombas de Calor en España 2014” realizado por IDAE y de los datos globales obtenidos de las Estadísticas de Mercado de AFEC. Un esquema de la metodología implementada en RENAERO puede observarse en la figura 2.3.

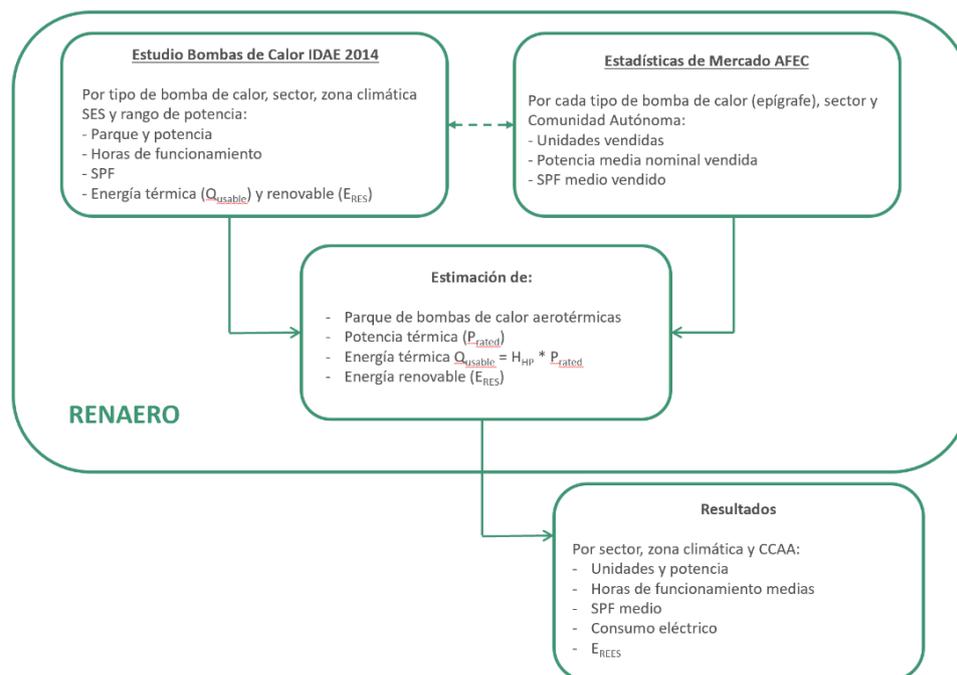


Figura 3 Esquema metodológico de la herramienta RENAERO

El método implementado en la aplicación parte de los resultados del Estudio del parque de bombas de calor 2014 realizado por IDAE aportando información sobre: número de unidades, potencia, horas de funcionamiento anuales, producción térmica, COP, SPF y aportación de las energías renovables, segmentadas por sectores (residencial, comercio y servicios, actividades anexas al transporte e industria), y por zonas climáticas SHARES (clima medio y clima cálido).

También se toma del mismo estudio el número de unidades del parque de bombas de calor, que pertenecen a cada sector, en función de la potencia nominal y del tipo de sistema (aire-aire y aire-agua) al objeto de establecer las correlaciones entre las cifras de los equipos puestos en el mercado, cuyos valores se han obtenido partiendo de las estadísticas de AFEC, segmentados por tipologías y por potencias, y el sector al que van destinados los citados equipos.

Posteriormente, desde las estadísticas de ventas anuales de bombas de calor de AFEC se incorpora a la aplicación:

- Incremento del número de unidades instaladas por diferentes segmentos agrupados por tipo y rangos de potencias. Se asume que se pueden equiparar que las unidades instaladas se corresponden con los equipos vendidos.
- El rango de potencia y el valor de Potencia media Nominal (PmN) de cada segmento. Estos valores de PmN se obtienen partiendo del valor promedio de potencia correspondiente al rango de potencias de los equipos del correspondiente segmento, aplicando un valor corrector estimativo en función del tipo de equipos y la amplitud del rango.
- SPF considerado para los equipos de cada segmento. Estos valores se obtienen partiendo de datos facilitados por los fabricantes y se corresponden a valores para clima medio.
- La proporción de equipos que se utilizan como sistema de calefacción. Se utiliza el criterio de AFEC, obtenido basándose en la naturaleza de los equipos y el uso habitual al que están destinados. Esta proporción se corresponden con un coeficiente global del 51,2%, coincidente con el valor resultante de la encuesta realizada por IDAE en el marco del Estudio del parque de bombas de calor 2014.
- Un coeficiente de mayoración para el número de equipos vendidos por marcas blancas. Se ha considerado un 25% sólo en el caso de equipos del sector residencial, para cubrir aquellas ventas de equipos no incluidas en las estadísticas de AFEC.
- Proporción de equipos en cada Comunidad Autónoma, identificados según el tipo de clima; que se aplicarán tanto al número de unidades, como al valor de energía aportada por los equipos.

Con la información anterior se establece el parque de equipos por sectores: industria, residencial, comercio y servicios y actividades anexas al transporte. Este parque, correspondiente al existente a 31 de diciembre del año anterior al de la estadística, se calcula como:

$$PF_A = PI_A + EI_A - ER_A$$

Siendo:

PF_A : parque al final del año A

PI_A : parque al inicio del año A

ER_A : equipos retirados en el año A que pasa a ser residuos

Los residuos generados se obtienen teniendo en cuenta la vida útil de los equipos, estimada en alrededor de 20 años, como una proporción sobre el parque de equipos al final del año precedente. Por su parte, para el valor del SPF de los residuos se considera la información con origen en el Estudio del Parque de Bombas de Calor en España 2014 diferenciados por zona clima climática SHARES.

Determinado el incremento del parque de cada año la potencia térmica anual (P_{rated}) se obtiene como producto del número de unidades por la Potencia media Nominal (PmN) de los equipos dentro de cada una de las segmentaciones establecidas.

A partir de este punto, se aplica el método de cálculo establecido en la [Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013](#) para inferir la producción térmica (Q_{usable}) y la aportación de las energías renovables (E_{RES}).

$$Q_{usable} = H_{HP} \times P_{rated}$$

$$E_{RES} = Q_{usable} \left(1 - \frac{1}{SPF} \right)$$

Siendo:

Q_{usable} = calor útil total estimado proporcionado por bombas de calor que superan un umbral de SPF de 2,5

H_{HP} = horas equivalentes de funcionamiento a plena carga

P_{rated} = potencia térmica de las bombas de calor instaladas

SPF = factor de rendimiento medio estacional estimado

2.2 Bombas de calor geotérmicas e hidrotérmicas

Como ya se ha señalado anteriormente, el Estudio de bombas de calor 2014 arrojó entre sus resultados una baja penetración en el mercado español de sistemas de climatización de las bombas de calor geotérmicas o hidrotérmicas. Este hecho junto a la existencia de instalaciones muy atomizadas y con numerosos actores, justificó la necesidad de realizar un estudio estadístico diferente, adaptado a la situación de este tipo de instalaciones, por lo que se procedió a efectuar una operación estadística detallada basada en un censo de las instalaciones de bomba de calor geotérmicas e hidrotérmicas existentes en el territorio español.

2.2.1 Clase de operación estadística

La unidad de investigación a la que van referidos los datos es la instalación de bomba de calor.

Las unidades informantes de la instalación han sido:

- Departamentos de Energías Renovables de las Comunidades Autónomas.
- Departamentos responsables del registro de instalaciones del Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios (RITE) de las Comunidades Autónomas.
- Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE).
- Organismos de Cuenca (Confederaciones Hidrográficas, Cuencas internas) y Consejos Insulares de Aguas (CCHH, OOCC y CIA).
- Actores de la cadena de valor de la geotermia e hidrotermia, que incluyen:
 - Fabricantes y distribuidores de equipos.
 - Desarrolladores de instalaciones.
- Expertos del sector de la geotermia y la hidrotermia nacional y asociaciones del sector.

La metodología de recopilación de la información se basó en la elaboración de un censo a través del intercambio de información específica con las unidades informantes identificadas. Tras la recepción de la información, el departamento de Planificación y Estudios de IDAE inicia las

actividades de subsanación, depuración y validación de la información, así como la fase de reclamación de la información no recibida.

Posteriormente se procede a la elaboración y validación de las tablas de salida agregadas, al objeto cumplir con la protección del secreto estadístico prevista en la Ley 12/1989 de la Función Estadística Pública, que serán utilizadas tanto en la remisión del cuestionario anual AIE/EUROSTAT/UNECE de energías renovables y residuos como en la publicación de información en la [página web de IDAE](#).

2.2.2 Contenido

El contenido de la operación es el siguiente:

- Unidad de investigación: instalación de bomba de calor.
- Ámbito tecnológico:

	Tecnología	Medio de intercambio-distribución
Geotermia	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de calor 	<ul style="list-style-type: none"> • Tierra – Aire • Tierra – Agua
Hidrotermia	<ul style="list-style-type: none"> • Bomba de calor 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua – Aire • Agua – Agua

Tabla 2 Ámbito tecnológico

- Ámbito sectorial: se consideran los sectores y subsectores establecidos por el [Reglamento \(UE\) 2017/2010 de la Comisión de 9 de noviembre de 2017](#):

	Descripción ⁵
Sectores de consumo final	<ul style="list-style-type: none"> • Industria, transporte, servicios comerciales y públicos, residencial, agricultura-forestal y pesca.
Consumos en los sectores energéticos	<ul style="list-style-type: none"> • incluye la energía consumida por el sector energético para apoyar las actividades de transformación.

Tabla 3 Ámbito sectorial

- **Ámbito geográfico:** provincial.
- **Periodo de referencia de la información:** desde el año de partida 1992, por ser el primer año del que se dispone de información fiable, y hasta el año 2018.

⁵ Con arreglo a lo establecido en las Recomendaciones Internacionales para las Estadísticas de Energía (IRES) de Naciones Unidas; EUROSTAT; AIE, OCDE, y UNECE.

- **Variables de la investigación:**
 - Tipo de bomba de calor: geotérmica o hidrotérmica.
 - Fecha de puesta en funcionamiento.
 - Campo de captación geotérmico: número de sondeos y profundidad media.
 - Tipo de instalación: individual, colectiva, red de calor/frío.
 - Uso de las bombas de calor: calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria (ACS) o cualquier combinación de las anteriores.
 - Sistema de apoyo si existe: caldera gasóleo, gas, biomasa, solar térmica, otros.
 - Sistema de distribución interior de la climatización: suelo radiante, fancoil, radiadores, otros.
 - Cantidad y capacidad de las bombas de calor.
 - Horas de funcionamiento de las bombas de calor.
 - Coeficiente de rendimiento de las bombas de calor: COP, EER, SCOP, SEER.
 - Factor de rendimiento medio estacional de las bombas de calor (SPF o SCOP_{net}).
 - Producción térmica de las bombas de calor (Q_{usable}) diferenciando calefacción, ACS y refrigeración.
 - Consumo eléctrico de las bombas de calor.
 - Energía renovable suministrada por las bombas de calor (E_{RES}).
- **Variables de clasificación:**
 - Año: año de puesta en funcionamiento de la bomba de calor.
 - Tipo de bomba de calor: geotérmica e hidrotérmica.
 - Subtipo de bomba de calor: tierra-aire, tierra-agua, agua-aire y agua-agua.
 - Zona climática: SHARES, SES y CTE.
 - Sector: 13 subsectores industriales y doce ramas de usos diversos.

Sector	Subsectores
Industria	Industrias extractivas no energéticas, Alimentación, bebidas y tabaco, Textil, cuero y calzado, Pasta, papel e impresión, Química (incluyendo petroquímica), Minerales no metálicos, Siderurgia y fundición, Metalurgia no férrea, Transformados metálicos, Equipo de transporte, Construcción, Madera, corcho y muebles y Otras industrias.
Usos diversos	Administraciones Públicas, Agricultura, Pesca, Comercio, Educación, Hospitales, Hoteles, Restaurantes, Oficinas, Residencial, Otros Servicios y Servicios Públicos y Otras Actividades no especificadas.

Tabla 4 Sectores y subsectores de clasificación

Todos los contenidos de la operación se encuentran definidos en los Términos de referencia de la base de datos Bdfcr de IDAE que se comparten con los departamentos de energías renovables de las Comunidades y Ciudad Autónomas.

2.2.3 Depuración de datos de partida

Se realiza una depuración manual previa al objeto de asegurar que la completitud y coherencia de la información. Se realizan los siguientes controles:

- **Control de completitud:** verificación de contestación a todos los datos obligatorios o en caso contrario que exista una causa para la no cumplimentación.
- **Control general de situación de la información:** para verificar que los datos estén colocados en los espacios o casillas correspondientes y que no den lugar a diferentes interpretaciones.
- **Comprobación de entendimiento:** verificar que se ha entendido bien la información requerida. A tal efecto, se comprueban los contenidos con los Términos de referencia de la base de datos de energía renovables de IDAE.
- **Análisis y tratamiento de la no respuesta:** revisión y análisis de la falta de respuesta en la información requerida. Se revisan los campos mínimos considerados como obligatorios para dar por válida la información recopilada. De acuerdo con los Términos de referencia de la base de datos de energías renovables se considera información mínima obligatoria la relativa tanto a la caracterización de la instalación (ubicación geográfica y año de puesta en funcionamiento, tipo y subtipo de bomba de calor, sector, uso,) como la energética (potencia, horas de funcionamiento, COP). Ante la falta de respuesta técnica se consultan de catálogos de venta de equipos de climatización para obtener información completa y fiable sobre las características técnicas de las bombas de calor existentes en el mercado que completa la información suministrada por las Comunidades y Ciudades Autónomas.

Cuando se detectan inconsistencias en los datos proporcionados por la unidad de información o en situaciones consideradas como de incidencia, se contacta nuevamente con la unidad de información para que la modificación o aclaración de la información.

La información recopilada se somete a un proceso de depuración al objeto de asegurar un alto porcentaje de datos fiables. Las principales comprobaciones realizadas durante el proceso de depuración son:

- **Horas de funcionamiento:** se comprueba que las horas de funcionamiento se encuentra dentro del rango en línea con las establecidas en la [Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013](#), en caso contrario se contacta con la unidad de información al objeto de modificarlas o aclarar las razones de la diferencia.
- **Ratios de potencias nominales térmicas:** en función del sector y del uso de la bomba de calor.
- **Ratios de potencia eléctrica:** en función del sector y del uso de las bombas de calor.
- **Ratios de COP nominal:** en función a las potencias recopiladas.

2.2.4 Sistematización de la información.

Tras analizar toda la información recibida sobre instalaciones de bombas de calor geotérmicas, hidrotérmicas se sistematizó la misma de acuerdo con el siguiente protocolo:

- Priorización del uso de información proveniente de fuentes oficiales.
- Depuración y evitar problemas de duplicidad de información.

2.2.5 Depuración de la información

Se realizó una depuración de errores de completitud, consistencia y coherencia con la unidad informante correspondiente proveedora de los registros:

- Control de consistencia: análisis de los campos recogidos y comprobación de la naturaleza de la información (texto, numérico) para cada campo recogido (consistencia de reporte en los campos requeridos).
- Control de coherencia: análisis y control de las variables numéricas para averiguar su nivel de fiabilidad. Se aplican ratios para comprobar que los valores se encuentran entre unos rangos fiables, aclarando las razones de la diferencia. Se aplica a:
 - Horas de funcionamiento
 - Ratios de potencias nominales térmicas: en función del sector y del uso de la bomba de calor.
 - Ratios de COP nominal: en función a las potencias recopiladas.
- Control de completitud: análisis del número de campos incompletos y si éstos están incorporados en otros campos relativos a otras variables y/o en campos de texto.
- Control general errores: si se detectan cualquier otra categoría de errores explícitos, ej. tipográficos y/o ortográficos.

2.2.6 Detección de duplicidades

En una segunda fase, y en aquellos casos en los que la información recibida en una misma unidad geográfica ha procedido de diversas fuentes, se ha llevado a cabo un minucioso análisis *ad hoc* para evitar la duplicidad de las instalaciones. En el caso de que existiera alguna duda de la duplicidad de la instalación, se ha empleado un enfoque conservador que evite maximizar el número de instalaciones existentes. Cabe destacar que en ningún caso se ha mezclado, en un mismo sector y/o unidad geográfica, una aproximación censal con un registro complementario estimado de otra forma.

En un primer filtro se ha observado si las bases de datos facilitadas por las distintas fuentes han presentado un campo excluyente (p. ej. titular de la instalación o dirección de la instalación). Allí donde este primer filtro no se ha podido aplicar, ha sido necesario elaborar una metodología de cruce basada en los siguientes campos, listados en orden de prioridad:

- Municipio: si se detectan coincidencias se analiza el campo “año”.
- Año: en coincidencias de 3 años consecutivos (año ± 1) se evalúa el campo “potencia”.
- Potencia: se han considerado dos posibilidades:

- Para las instalaciones de las que se dispone de la marca/modelo de bomba de calor, se ha utilizado el rango de la potencia señalado en las especificaciones técnicas del catálogo
- Allí donde no se dispone del modelo de bomba de calor, si el origen de la información reporta potencias próximas a las de catálogos, se ha procedido a evaluar el campo “sector”
- Sector: para este campo se han tenido en cuenta dos consideraciones:
 - Si la instalación indica como sector “Otras actividades no especificadas” o “Sin información”, se ha ampliado la comparativa a la totalidad de los sectores de la otra base de datos.
 - Si la instalación analizada identifica el sector, se ha cruzado con las instalaciones de las otras fuentes de datos coincidentes en el sector, potencia, año y municipio, así como “Otras actividades no especificadas” o “Sin información” para garantizar que no exista una duplicidad bajo alguno de los sectores no concretados.

Cabe destacar que allí donde se han identificado instalaciones duplicadas se ha optado por incluir en el censo final la información procedente de fuentes oficiales.

2.2.7 Lagunas de información: inferencia e hipótesis adoptadas.

Para reducir las carencias de datos, se han revisado todos los campos que pudieran incluir información extra o incluso, certificar que la información aportada es correcta (es decir, los campos “Titular”, “Instalación” y campos de texto descriptivos). Además, allí donde las instalaciones han facilitado la dirección, se ha comprobado la pertenencia al sector que indicado.

Sin embargo, después de esta revisión de información, ha sido necesario aplicar una metodología específica para inferir los datos allí donde han continuado las carencias.

Carencia	Método de solución
Subárea	Solo necesaria para las bombas de calor geotérmicas. Revisión del campo “descripción” y asignación del valor correspondiente.
Aplicaciones	Revisión de los campos “descripción” y “ubicación”. Para los casos en lo que no ha sido posible encontrar información se asume como aplicación la calefacción.
Tipo de obra	Revisión del campo “descripción” Se ha inferido en función de los campos “ámbito tecnológico”, “comunidad autónoma” y “sector” aportados por otras fuentes de información.
Número de plantas	Se adopta por defecto 1 en todas aquellas instalaciones que no han reportado este dato.
Tipo de sistema	Por defecto individual, aunque se ha hecho una revisión específica de las direcciones y potencias del sector residencial, por si pudiera tratarse de un sistema colectivo. La inferencia a red de calor se descartó por tener un registro muy exhaustivo de estas instalaciones.
Sistema de distribución interior	Revisión del campo “descripción”. Se infiere de la información aportada por el resto de las fuentes de información, según los campos “tipo de obra”, “ámbito tecnológico”, “comunidad autónoma” y “sector”, y de sus patrones de distribución.
Sistema de captación	Se infiere de la información aportada por el resto de las fuentes en función de los campos “ámbito tecnológico”, “comunidad autónoma” y “sector”, y de sus patrones de distribución.

Carencia	Método de solución
Tecnología de aplicación	<p>Revisión del campo de descripción.</p> <p>Si el sistema de captación es abierto, se ha optado por la tecnología de aplicación de “Energía Geotérmica de circuito abierto”.</p> <p>Si el sistema de captación es cerrado se ha procedido de acuerdo con el siguiente método:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Si existe información sobre pozos y sondeos de más de 3 m se considera “Energía Geotérmica de circuito cerrado. Intercambiadores verticales”. - Si no existe información sobre pozos se infiere a partir de la información aportada por otras de fuentes información en función de los campos “ámbito tecnológico”, “comunidad autónoma” y “sector” para entre intercambiadores verticales y horizontales.
Sistema de apoyo	<p>Clasificación de las instalaciones en función de su potencia térmica máxima con los rangos < 50 kW, ≥ 50 kW y < 100 kW, ≥ 100 kW y < 500 kW, ≥ 500 kW y < 1.000 kW, ≥ a 1.000 kW.</p> <p>Revisión de la distribución de los sistemas de apoyo de las instalaciones con información según tres niveles de jerarquización, primero el sector, segundo, los rangos de potencia y, tercero, la zona climática. Esto permite determinar la frecuencia de cada sistema de apoyo por sector, rango y zona.</p> <p>Para aquellos sistemas de apoyo de los que no existía información, se ha inferido una distribución proporcional a la distribución de los sistemas de apoyo conocidos siguiendo en función de cada uno de los tres niveles de clasificación anteriores (sector, rango y zona). En aquellos sectores en los que no existía información suficiente desagregada por zona climática, la inferencia se ha hecho únicamente basándose en el sector y los rangos de potencia.</p>
COP	<p>Si se conoce la marca y el modelo de la bomba, se obtiene el COP a partir del catálogo.</p> <p>Cuando esto no ha sido posible, el COP se ha inferido a partir del COP promedio vendidos por año y por tipo de bomba, procedente del “Estudio Parque de Bombas de Calor en España. 2014. IDAE”.</p>
Potencia de calor	Este dato se ha obtenido del catálogo del equipo instalado
Potencia de frío	Cuando se conoce el modelo de bomba, el dato se obtiene del catálogo del fabricante. Si el catálogo no diferencia entre potencia frío y potencia calor, se asume que ambos valores son iguales.
Horas de funcionamiento de calor	Cuando no existe esta información se asume, en función del sector, las horas estimadas anuales de calefacción y ACS del “Estudio estadístico de consumo térmico de biomasa, biogás y residuos en España. 2009. IDAE”.
Horas de funcionamiento frío	Partiendo de la información con origen en la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET) se obtuvieron los grados día de refrigeración para los meses de verano (junio, julio, agosto y septiembre). Estos grados día se corrigieron de acuerdo con los con los patrones básicos de comportamiento de los distintos sectores: Residencial, Comercial e Industria.
Horas de funcionamiento ACS	<p>Análisis del comportamiento y uso de ACS en los distintos sectores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Residencial: Se han calculado las demandas de ACS por provincia (en kWh/persona año) basándose en documentos técnicos empleados para el Código Técnico de la Edificación. - Para el resto de los sectores, las horas de funcionamiento se ajustan de acuerdo con los patrones específicos de comportamiento de los distintos sectores.
Horas de funcionamiento climatización piscinas	Se asumen 2.000 h/año basándose en entrevistas a empresas diferentes del sector que cubren diferentes zonas climáticas.
Sector	Identificación del sector en función de los campos “titular”, “dirección”, o “descripción de la instalación”. Para los casos en los que no se ha podido determinar el sector se ha imputado la instalación a “Otros servicios y servicios públicos”.

Tabla 5 Método para la revisión de carencias

Es necesario mencionar que las instalaciones en cuyos campos haya tenido lugar una inferencia o aplicación de cualquier hipótesis o asunción arriba mencionadas, se han codificado con las siguientes etiquetas, acordes con la metodología utilizada por EUROSTAT:

- Etiqueta “P” cuando la información tiene su origen en las unidades informantes:
- Etiqueta “E” cuando la información ha sido estimada por la metodología anteriormente expuesta;
- Etiqueta “M” cuando la información no aplica por no existir:

2.2.8 Fase de contraste del censo resultante

La primera versión del censo de instalaciones, así como las principales magnitudes de potencia instalada y el suministro de energía se remitieron a cada una de las Comunidades y Ciudades Autónomas y a diferentes actores del sector como el Instituto Geológico y Minero de España (IGME), la Plataforma Española en Geotermia (Geoplat) y a empresas de esta plataforma, con el objetivo de contrastar los resultados.

Este contraste hizo necesaria una revisión de las instalaciones en determinadas Comunidades y Ciudades Autónomas y se volvió a contactar con las mismas organizaciones que habían comunicado discrepancias con los resultados iniciales para actualizar la información.

2.2.9 Explotación estadística de los datos

La información estadística obtenida, segmentada por año de puesta en marcha, zona climática, sector, aplicación y tecnologías, es la siguiente:

- Capacidad de las bombas de calor (potencia).
- Coeficiente de rendimiento de las bombas de calor (COP).
- Horas de funcionamiento de las bombas de calor.
- Producción térmica de las bombas de calor (Q_{usable}).
- Factor de rendimiento medio estacional de las bombas de calor (SPF).
- Energía renovable suministrada por las bombas de calor (E_{RES}).

Aunque la mayoría de los parámetros se obtienen directamente de las unidades de información, otros son resultado de una inferencia a partir de valores medidos siguiendo unas pautas estandarizadas. Así, para la determinación de ciertos parámetros se utilizan las siguientes fuentes de datos externas que posibilitan la verificación de parte de la información recopilada y proporcionan un marco estándar para el tratamiento estadístico de los datos:

- [Directiva 2009/28/EC \(RED I\)](#) y [Decisión de la Comisión de 1 de marzo de 2013](#): utilizadas para la determinación de la energía renovable suministrada por las bombas de calor.

Siguiendo lo establecido por ambas, el SPF mínimo de las bombas de calor accionadas eléctricamente que debe considerarse como energía renovable es 2,5 y la fórmula de cálculo del E_{RES} es:

$$E_{RES} = Q_{usable} \left(1 - \frac{1}{SPF} \right)$$

Siendo la producción térmica de las bombas de calor (Q_{usable}) el calor útil total estimado proporcionado por bombas de calor que superan el mencionado umbral de SPF.

- [Documento reconocido RITE Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios](#): este documento es utilizado para inferir el valor de del SPF a partir del COP informado por el entrevistado dado que no puede obtenerse el verdadero valor del SPF al no existir mediciones reales del mismo. Así, el SPF se calcula multiplicando el COP nominal de cada bomba de calor obtenido en las entrevistas por un factor de ponderación (FP) y por un factor de corrección (FC).

$$SPF = COP_{nominal} \times FP \times FC$$

donde:

FP: factor de ponderación que considera las diferentes zonas climáticas de España establecidas por el [Código Técnico de la Edificación \(CTE\)](#), que ha sido calculado con una metodología exclusivamente técnica que utiliza valores objetivos y Documentos Reconocidos existentes.

FC: factor de corrección que 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. A efectos de estas actualizaciones se considera que no existe diferencia alguna entre estas temperaturas y por tanto este factor no se aplica.

Para calcular el FP de cada bomba de calor se toman los valores del documento reconocido mencionado que se muestra a continuación:

Fuente energética de la bomba de calor	Factor de Ponderación (FP) por zona climática				
	A	B	C	D	E
Aerotérmica. Equipos centralizados	0,87	0,80	0,80	0,75	0,75
Aerotérmica. Equipos individuales tipo <i>split</i>	0,66	0,68	0,68	0,64	0,64
Hidrotérmica.	0,99	0,96	0,92	0,86	0,80
Geotérmica circuito cerrado. Intercambiadores horizontales	1,05	1,01	0,97	0,90	0,85
Geotérmica circuito cerrado. Intercambiadores verticales	1,24	1,23	1,18	1,11	1,03
Geotérmica de circuito abierto	1,31	1,30	1,23	1,17	1,09

Fuente: [Documento reconocido RITE Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios. Tabla 4.1..](#)

Tabla 6 Factor de ponderación (FP) para sistemas de calefacción y/o ACS

Adicionalmente, se consideran las siguientes hipótesis:

- Zonas climáticas A, B, C, D y E del CTE: se asimila cada provincia a su capital según el CTE⁶;
- Para la energía geotérmica se considerarán todos los casos como instalación de circuito cerrado e intercambiador vertical.

⁶ Código Técnico de la Edificación. Documento Básico DB-HE «Ahorro de Energía». Apéndice B. Zonas climáticas.

2.2.10 Difusión de los resultados

Los datos de resultados agregados por las diferentes variables de clasificación se encuentran publicados en la [página web de IDAE](#).

2.2.11 Actualización anual de la información

La actualización anual de la información estadística relativa a las bombas de calor geotérmicas e hidrotérmicas se integra en la operación anual de actualización estadística de las energías renovables térmicas. De forma anual se recopila información sobre las instalaciones de bombas de calor geotérmicas e hidrotérmicas de las diferentes Comunidades y Ciudades Autónomas que permite añadir nuevas unidades censales a la estadística anual de este tipo de instalaciones. Esto es posible ya que, en esta operación estadística, se recopila por cada instalación todos los campos necesarios para la elaboración de la estadística de energías renovables, coincidentes con los detallados en el epígrafe 2.2.9.

En un futuro inmediato está previsto ampliar el Protocolo de Colaboración IDAE – AFEC al objeto de incorporar también información sobre ventas al objeto de poder incorporar, como en la estadística de bombas de calor aerotérmicas, la parte que corresponde a los mercados privados.

A más medio y largo plazo se prevé una nueva edición de este estudio detallado de las estadísticas de bombas de calor geotérmicas e hidrotérmicas, no únicamente para reflejar los avances tecnológicos de este tipo de mercado, sino también de cara a cumplir con los nuevos requerimientos derivados de las actualizaciones del Reglamento estadísticas energéticas, como de los cambios en las Directivas comunitarias en esta materia.

3 Referencias

Plan de Fomento de las Energías Renovables: nueva base de datos para el seguimiento de proyectos (BDFER). Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). IDAE, 2001.

Directiva 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 y por la que se modifican y se derogan las Directivas 2001/77/CE y 2003/30/CE.

Decisión de la Comisión, de 1 de marzo de 2013, 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.

Síntesis del Estudio del parque de bombas de calor de España. J.P. García Montes, C. Míguez Gómez, F. Monedero Gómez, I. Rico Arroyo, C. García Barquero, C. López Ocón. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Estudios IDAE 001. Año 2016.

SHARES. *SHARES Tool Manual Version 2019.02102020*. EUROPEAN COMMISSION. EUROSTAT. 2019.

Reglamento (CE) Nº 1099/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo de 22 de octubre de 2008 relativo a las estadísticas sobre energía.

Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para la producción de calor en edificios. Documento RITE reconocido. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE). Febrero 2014.

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.

Anexo I

Localidad _____	Provincia: _____
ID Encuesta _____	Fecha: _____

CUESTIONARIO PARA HOGARES RESIDENCIALES

1. ¿Dispone su hogar de aire acondicionado (para frío o para calor)?

- Sí
 No dispone (preguntar hasta p_4 para descartar)

2. ¿Dispone su hogar de suelo radiante?

- Sí
 No dispone

3. ¿Dispone su hogar de otro sistema de calefacción?

- Caldera (central, biomasa, gas, etc.)
 Otro sistema (radiadores eléctricos, etc.)
 No dispone

4. ¿Cómo consigue el agua caliente?

- Caldera central
 Caldera individual (gas, butano...)
 Termo eléctrico
 Termo/ depósito cuyo calor lo produce otro sistema
 Otro (indicar cómo):
 No dispone de agua caliente
 Ns/Nc

Si se detecta que no tiene bomba de calor de ningún tipo, fin de la encuesta. Si tiene aire acondicionado, se continúa con la encuesta.

5. Número de aparatos exteriores de aire acondicionado

PREGUNTAS SOBRE LOS APARATOS DE AIRE ACONDICIONADO DEL HOGAR (una ficha por cada aparato exterior)

APARATO n.º: _____ (desde 1 hasta el número total de aparatos indicados en p_5)

6. Fecha en que compró el aparato (mes y año): _____

Si el aparato fue comprado con posterioridad a enero de 2014, la encuesta del mismo no se considerará válida para dicho aparato.

7. **Número de habitaciones en las que funciona el aire acondicionado**

8. **Metros cuadrados de las habitaciones en las que funciona el aire acondicionado:**

1: _____ m²

2: _____ m²

3: _____ m²

4: _____ m²

5: _____ m²

_____ m²

9. **¿El aparato de aire acondicionado sirve para frío y / o calor? (respuesta múltiple)**

Frío (*Hacer 10.1*)

Calor (*Hacer 10.2*)

10. **¿Utiliza el aire acondicionado como sistema principal o auxiliar?**

10.1 Frío (*se refiere a si existe otro sistema para refrigeración y el aire acondicionado en cuestión se utiliza como apoyo del sistema (caso en que sería auxiliar) o si el aire acondicionado en cuestión es el encargado de proporcionar las condiciones de confort mayoritariamente*).

Sí, sistema principal

Sí, sistema auxiliar. Sistema principal _____

No lo utilizo

10.2 Calor (*se refiere a si existe otro sistema para calefacción y el aire acondicionado en cuestión se utiliza como apoyo del sistema (caso en que sería auxiliar) o si el aire acondicionado en cuestión es el encargado de proporcionar las condiciones de confort mayoritariamente*)

Sí, sistema principal

Sí, sistema auxiliar. Sistema principal _____

No lo utilizo

11. **Horas estimadas de funcionamiento al año** (*deberá realizarse una estimación lo más cercana a la realidad pensando en 1 año tipo*):

MESES AL AÑO	FRÍO		CALOR	
	DÍAS AL MES	HORAS AL DÍA	DÍAS AL MES	HORAS AL DÍA
ENERO				
FEBRERO				
MARZO				
ABRIL				
MAYO				
JUNIO				
JULIO				
AGOSTO				
SEPTIEMBRE				
OCTUBRE				
NOVIEMBRE				
DICIEMBRE				

12. Como le hemos indicado, el objetivo de esta encuesta es la caracterización del parque de aires acondicionados en el territorio nacional, así como identificar el consumo energético producido por dichos aparatos, por ello, **¿Me podría indicar la marca y modelo de su aire acondicionado?**

Marca _____

Modelo _____

13. ¿Tiene a mano el folleto, libro de instrucciones, la etiqueta energética, etc. del aire acondicionado? En caso de que disponga de alguno de ellos, ¿Podría indicarnos los siguientes datos que aparecen en dicha documentación?:

- Cooling Capacity (Potencia Nominal Frío): _____
- Heating Capacity (Potencia Nominal Calor): _____
- Input Power (Potencia Eléctrica): _____
- COP nominal: _____

Si no lo tiene a mano ahora mismo o no encuentra la información que le estamos solicitando, **¿podría remitirnos una fotografía vía email de la página en la que se indique esta información?** (xxxx@xxxxx.xx)

En estos casos tomaremos nota bien de su correo para remitirle exactamente la página e información necesaria o bien anotaremos en la base que esta persona nos va a facilitar los datos que faltan.

También cabe la posibilidad de llamarle en otro momento en el que ya haya podido recoger los datos solicitados.

Anotar:

Anexo II

CUESTIONARIO INDUSTRIA, ACTIVIDADES ANEXAS AL TRANSPORTE Y GRAN COMERCIO-SERVICIOS

Las preguntas se refieren a cada local por separado, independientemente de que una empresa tenga varios locales. El cuestionario se solicita preferentemente para las instalaciones (locales) de fabricación / producción.

Localidad _____	Provincia: _____
Sector de actividad de la empresa: _____	
Sector de actividad del establecimiento: _____	
M ² del establecimiento _____	

- 1. ¿Dispone su establecimiento de equipos de climatización (bombas de calor) (tanto para frío como para calor)?**
 - Sí N°: _____
 - No dispone (preguntar hasta p_4 para descartar)
- 2. ¿Dispone su establecimiento de suelo radiante?**
 - Sí
 - No dispone
- 3. ¿Dispone su establecimiento de otro sistema de calefacción?**
 - Caldera (central, biomasa, gas, etc.)
 - Otro sistema (radiadores eléctricos, etc.) _____
 - No dispone
- 4. ¿Cómo consigue el agua caliente?**
 - Caldera central
 - Caldera individual
 - Termo eléctrico
 - Termo/depósito cuyo calor lo produce otro sistema
 - Otro sistema (indicar) _____
 - No dispone de agua caliente
 - Ns/Nc

Si hemos detectado que no tiene bomba de calor de ningún tipo, fin de la encuesta. Agradeceremos la colaboración con nosotros. Si tiene bomba de calor, seguimos con la encuesta.

5. El servicio de mantenimiento de sus equipos de climatización es:

- Propio (de la empresa)
- Externo (otra empresa sub-contratada)

En caso de que el mantenimiento sea externo:

Debido a la complejidad de alguno de los datos que solicitamos en la encuesta consideramos que sería necesario ponernos en contacto con el mantenedor. **¿Daría Ud. su consentimiento para ponernos en contacto con su mantenedor y solicitarle la información técnica relativa a sus equipos de climatización?**

Nombre _____

Teléfono _____

Correo electrónico _____

A partir de este momento, la información a suministrar se presentará para cada bomba de calor instalada. La encuesta deberá repetirse tantas veces como bombas de calor tenga instaladas.

APARATO n.º: _____ (desde 1 hasta el número total de aparatos indicados en p_1)

6. Fecha de puesta en funcionamiento de la instalación: _____

7. Área, subárea y aplicación:

- a. **Área** Energía aerotérmica Energía geotérmica Calor hidrotérmico
- b. **Subárea** Aire – Aire Aire – Agua Aire de salida – Aire
- Aire de salida – Agua Tierra – Aire Tierra – Agua
- Agua – Aire Agua – Agua

c. Aplicación (respuesta múltiple):

- Calefacción Refrigeración ACS Reversible

8. Tipo de sistema principal o auxiliar (El sistema será auxiliar si se utiliza como apoyo del sistema)

8.1 Frío:

- Sistema principal
- Sistema auxiliar. **Sistema principal** _____
- No lo utilizo

8.2 Calor:

- Sistema principal
- Sistema auxiliar. **Sistema principal** _____
- No lo utilizo

9. Como le hemos indicado, el objetivo de esta encuesta es la caracterización del parque de equipos de climatización en el territorio nacional, así como identificar el consumo energético producido por dichos aparatos, por ello, **¿Me podría indicar la marca y modelo de su equipo de climatización?**

Marca _____

Modelo _____

10. **Horas estimadas de funcionamiento** (realizar estimación lo más cercana a la realidad pensando en 1 año tipo):

MESES AL AÑO	FRÍO		CALOR	
	DÍAS AL MES	HORAS AL DÍA	DÍAS AL MES	HORAS AL DÍA
ENERO				
FEBRERO				
MARZO				
ABRIL				
MAYO				
JUNIO				
JULIO				
AGOSTO				
SEPTIEMBRE				
OCTUBRE				
NOVIEMBRE				
DICIEMBRE				

11. **Potencia y rendimiento tanto para frío como para calor.**

	FRÍO	CALOR
Potencia térmica nominal (kW)		
Potencia eléctrica		
COP nominal		

12. **Tipo de compresor**

- Herméticos Semiherméticos Abiertos Alternativos
 Rotativos de paletas Scroll De tornillo
 Centrífugos

13. SPF de la instalación (sólo para datos reales con medidores de termias)

EPa (kWht) (Energía térmica producida anualmente). _____

EeCa (kWhe) (Energía eléctrica consumida anualmente por los equipos). _____

SPF = EPa / EeCa _____

Para cualquier tipo de comunicación con nosotros (datos técnicos, del mantenedor, etc.) ponemos a su disposición un correo electrónico (xxxx@xxxxx.xx).

También cabe la posibilidad de llamarle en otro momento en el que ya haya podido recoger los datos solicitados o bien tomar nota de su correo para remitirle exactamente la página e información necesaria o bien anotaremos en la base que esta persona nos va a facilitar los datos que faltan.

Anotar:

Anexo III

CUESTIONARIO DE INTERCAMBIO DE INFORMACIÓN Bdfer

MODULO 1: DATOS GENERALES																
CODIGO DE INSTALACIÓN			NOMBRE INSTALACIÓN	NÚMERO DE PLANTAS	AREA TÉCNICA	SUBAREA TÉCNICA	APLICACION	SECTOR	TITULAR	RECEPTOR	PROVINCIA	FECHA REAL OPERACIÓN	FECHA PARADA DEFINITIVA	CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA	MUNICIPIO	
INFORMANTE	EXPEDIENTE	AÑO														

MODULO 2: DESCRIPCIÓN DE LA INSTALACIÓN
DESCRIPCIÓN INSTALACIÓN

MODULO 3: DATOS ECONÓMICOS					
INVERSIÓN ENERGÉTICA (€)	FINANCIACIÓN POR TERCEROS (€)	ORIGEN DE LA AYUDA A LA INVERSIÓN	DESCRIPCIÓN DE LA LÍNEA DE AYUDA A LA INVERSIÓN	AYUDA A LA INVERSIÓN (€)	TIPO DE AYUDA A LA INVERSIÓN

MODULO 4: DATOS ENERGÉTICOS															
AÑO	SECCIÓN 1: CONSUMO DE COMBUSTIBLE		SECCIÓN 2: PRODUCCIÓN TERMOELECTRICA				SECCIÓN 3: SUPERFICIE INSTALADA DE ENERGÍA SOLAR	SECCIÓN 4: PRODUCCIÓN DE COMBUSTIBLES RENOVABLES				SECCIÓN 5: TECNOLOGÍAS DE BOMBA DE CALOR			
	FUENTE ENERGÉTICA	CONSUMO (tep)	AREA	POTENCIA ELECTRICA (kW)	PRODUCCIÓN ELECTRICA (MWh)	POTENCIA TERMICA (kW)	PRODUCCIÓN TERMICA (tep)	SUPERFICIE (m ²)	MATERIA PRIMA UTILIZADA	CONSUMO DE MATERIA PRIMA (t)	TIPO DE COMBUSTIBLE PRODUCIDO	CAPACIDAD DE PRODUCCION (t)	HORAS DE FUNCIONAMIENTO	TECNOLOGÍA Y APLICACIÓN	COP

MODULO 5: DATOS TECNOLÓGICOS				
TIPO DE EQUIPO	UNIDADES	FABRICANTE	MODELO	CAPACIDAD UNITARIA

ZONA CLIMÁTICA



IDAE, Calle Madera 8, 28004 Madrid. Tel. 91 456 49 00
comunicacion@idae.es www.idae.es