

Bombas de calor para España: reformar la política energética española para impulsar la transición hacia una calefacción limpia

Richard Lowes y Duncan Gibb

Septiembre de 2024

Introducción y panorama general

Las bombas de calor son una tecnología energética limpia de vital importancia para España, que va a necesitar incrementar rápidamente el número de este tipo de equipos en las próximas décadas si quiere alcanzar sus objetivos energéticos y climáticos. Dependiendo de su configuración, esta tecnología puede proporcionar calefacción, agua caliente sanitaria y, además, refrigeración. El agua caliente sanitaria (ACS) es requisito en todas las regiones españolas, pero las necesidades de calefacción y refrigeración presentan variaciones considerables según el lugar. En gran parte del territorio español, las regiones del norte o las situadas a gran altitud, existe una importante demanda de calefacción de espacios; mientras que, en otras zonas, la necesidad prioritaria es la refrigeración.

Para que España alcance su objetivo de descarbonización del sistema energético en 2050, los sistemas de calefacción de espacios y agua caliente deben dejar atrás el uso de combustibles fósiles. España tiene a su disposición los ingredientes clave para impulsar un sistema de calefacción limpio y electrificado: recursos energéticos renovables considerables y un clima cálido con inviernos cortos en muchas regiones, lo que significa que sus necesidades de calefacción suelen ser reducidas en comparación con muchos países europeos y podrían satisfacerse con relativa facilidad mediante el uso de bombas de calor.

A la luz del incremento generalizado de las ventas de bombas de calor en España en los últimos años, el presente informe¹ analiza el papel que jugará esta tecnología en la transición energética

¹ Los autores desean expresar su agradecimiento y reconocimiento a la labor de las siguientes personas por su contribución a los primeros borradores: Francisco Zuloaga (ECODES), Marta San Román (Asociación de Fabricantes de Equipos de Climatización) y Monica Vidal (CAN Europe).

española, así como una serie de palancas de acción políticas necesarias para escalar su adopción hasta los niveles que requieren los objetivos energéticos y climáticos. El informe se basa en los principios publicados en *Heat pump policy toolkit* (Manual de políticas en materia de bombas de calor) del Regulatory Assistance Project (RAP).

La demanda de refrigeración en España está creciendo, debido en parte a un clima cambiante en el que la frecuencia de las olas de calor se ha duplicado y la duración del verano alcanza ya las 10 semanas². Este aumento de la demanda de refrigeración podría favorecer un mayor uso de las bombas de calor. Los sistemas de refrigeración ya instalados (que son en sí mismos bombas de calor) suelen ser «reversibles» y, por lo tanto, capaces de proporcionar también calefacción de forma eficiente, con una capacidad potencial de producción suficiente como para cubrir toda la demanda de calor del edificio. La posibilidad que ofrecen estos sistemas para generar también calefacción representa una oportunidad extraordinaria para España.

No obstante, aunque los sistemas reversibles con calefacción y refrigeración podrían suponer un factor clave para el incremento del número de bombas de calor en España, especialmente en las zonas más cálidas, hay que saber que tampoco son la panacea y que la elevada demanda de calefacción frente a refrigeración en determinadas zonas requerirá de soluciones de calefacción limpia independientes. Por otro lado, cuando se utilicen bombas de calor aire-aire para calefacción (y refrigeración), también habrá que tener en cuenta qué sistema se utilizará para el ACS.

Nuestra recomendación para impulsar un despliegue más rápido de las bombas de calor se traduce en la serie de cambios de política que presentamos a continuación (y que iremos detallando a lo largo del informe):

1. **Reformar las tarifas de la energía** para reducir el coste relativo de la electricidad en comparación con el gas y rebajar los costes de funcionamiento de las bombas de calor.
2. **Reformar el sistema de subvenciones** para ofrecer ayudas a una gama más amplia de bombas de calor, incluidas las bombas de calor para ACS y las bombas de calor aire-aire.
3. **Comprometer una financiación a largo plazo** para el plan de subvenciones a las bombas de calor, a efectos de ofrecer certidumbre de mercado a varios años vista.
4. **Priorizar a una estrategia integral de calefacción y refrigeración** que sirva de orientación para hogares, empresas y el propio mercado de los sistemas de calefacción.
5. **Evaluar el papel de las bombas de calor reversibles aire-aire** como sustitución total de los sistemas de calefacción de gas en España.
6. **Estudiar la posibilidad de adoptar obligaciones nuevas o incrementar la exigencia de las existentes** para los proveedores de energía destinadas a impulsar un suministro más rápido de bombas de calor.
7. **Poner en marcha un plan de comunicación y financiación de centros de formación** de instaladores para apoyar un despliegue eficaz de las bombas de calor.
8. **Diseñar un programa sencillo de préstamos** o fondos de garantía para proporcionar financiación a bajo coste a los hogares que deseen cambiar a una bomba de calor, pero que no dispongan del capital necesario.

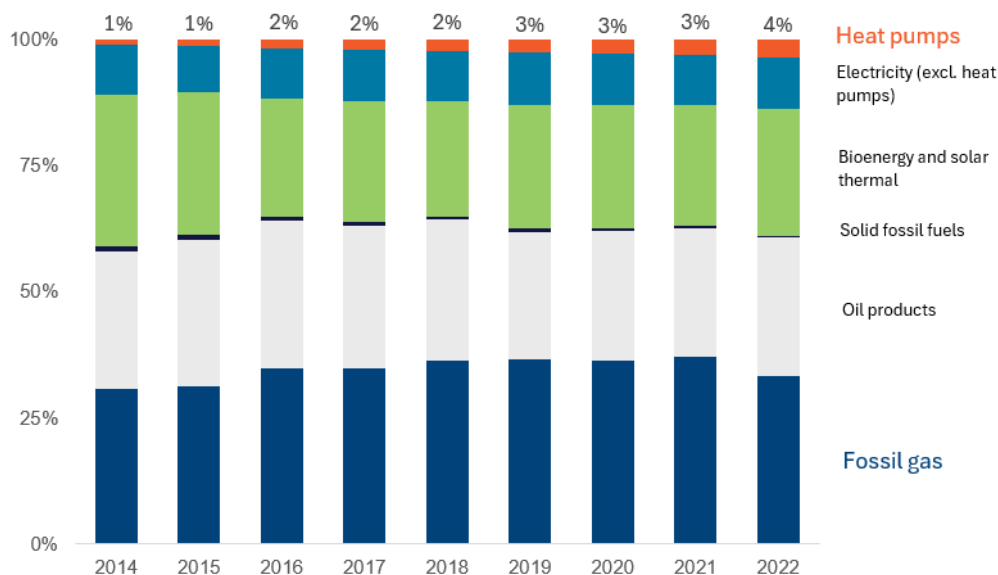
² Ministerio de Transición Ecológica (2024). *Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático: 2021-2030*.

https://www.miteco.gob.es/content/dam/mitesco/es/cambio-climatico/temas/impactos-vulnerabilidad-y-adaptacion/pnacc-2021-2030_tcm30-512163.pdf

El «mix de calefacción» español

Como se aprecia en la Figura 1, a día de hoy, España depende en gran medida de los combustibles fósiles para satisfacer sus necesidades de calefacción y agua caliente en edificios de viviendas. Es más, el gas fósil aumentó su cuota durante el periodo 2014-2021, pasando del 31% al 37%. A eso se suma que los derivados del petróleo cubren alrededor del 25% de las necesidades de calefacción. Los combustibles fósiles para calefacción en España proceden de la importación casi en su totalidad^{3, 4}. Por su parte, la bioenergía también representó una gran cuota en 2021, con un 24%, mientras que los sistemas de calefacción por resistencia eléctrica directa supusieron alrededor del 10%. En 2021, las bombas de calor solo representaban el 3% de la energía utilizada por sistemas de calefacción de espacios; si bien es cierto que, como se muestra en el gráfico, este porcentaje ha aumentado desde el 1% aproximado de 2014⁵.

Figura 1. Energía utilizada para calefacción de espacios y ACS en los hogares españoles, 2014-2021*



*En el gráfico no se ha incluido la energía correspondiente a la calefacción urbana.

Fuente: Eurostat, nrg_d_hqq.

En la actualidad, la electricidad y las bombas de calor representan solo el 14% de los sistemas de calefacción en España. Las bombas de calor, que consumen una cantidad reducida de electricidad en relación con el calor que producen, se están convirtiendo en opciones cada vez más limpias —ante la retirada del sistema eléctrico de los combustibles fósiles más sucios (como el carbón)—, y también más locales, debido al aumento de la generación a partir de energía eólica y solar⁶. En 2023, las energías eólica y solar combinadas proporcionaron el 40% del

³ Agencia Internacional de la Energía (2024). *Spain Oil Security Policy*. <https://www.iea.org/articles/spain-oil-security-policy>

⁴ Agencia Internacional de la Energía (2024). *Spain Natural Gas Security Policy*. <https://www.iea.org/articles/spain-natural-gas-security-policy>

⁵ Eurostat (2024). *Disaggregated final energy consumption in households – quantities (nrg_d_hqq)*. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_d_hqq/default/table?lang=en.

⁶ Ember (2024). *Spain*. <https://ember-climate.org/countries-and-regions/countries/spain/>

consumo de electricidad de España⁷, y se espera que la cuota de electricidad renovable alcance el 81% en 2030, y el 100% en 2050. En este país, las bombas de calor representan ya una opción excepcionalmente limpia como sistemas de calefacción, con cinco veces menos emisiones que las calderas de gas de la red actual⁸.

En promedio y en comparación con la media de la UE, España tiene un número de grados día de calefacción significativamente inferior (44%) y un número de grados día de refrigeración superior (146%)⁹. Sin embargo, la variabilidad de las necesidades españolas de calefacción y refrigeración puede ser bastante acusada. En las áreas de mayor altitud o en zonas del norte, como Soria, las temperaturas pueden llegar a ser negativas durante el invierno, con máximas estivales típicas de 30°C. Por el contrario, Almería, en el sur, en la costa mediterránea, rara vez registra cifras por debajo de los 10°C y puede experimentar temperaturas estivales por encima de los 40°C. Por supuesto, existen zonas intermedias entre estos extremos, y las bombas de calor pueden desempeñar un papel en todas ellas.

El camino hacia la energía limpia

El borrador del Plan Nacional de Energía y Clima (PNIEC) español reconoce la importancia de las bombas de calor y sugiere que la energía que estas producen aumentará de 50,2 terajulios (TJ) en 2022 a 113 TJ en 2030, más del doble en solo ocho años, con repercusiones tanto para los edificios nuevos como para los ya existentes¹⁰. La «Plataforma por la Descarbonización de la Calefacción y el Agua Caliente» también ha destacado recientemente el papel decisivo que jugará esta tecnología en la transición hacia sistemas de calefacción limpios en España¹¹.

Como se muestra en la Figura 2, el mercado español de bombas de calor está creciendo a un ritmo razonable, pero esto no quiere decir que haya que pasar por alto los requisitos recogidos en el PNIEC para la rápida expansión de las bombas de calor. Será necesario un apoyo específico y reforzado y mantener el crecimiento rápido y sin precedentes que se ha conseguido en los últimos años, así como reacondicionar con bombas de calor los hogares que actualmente utilizan combustibles fósiles.

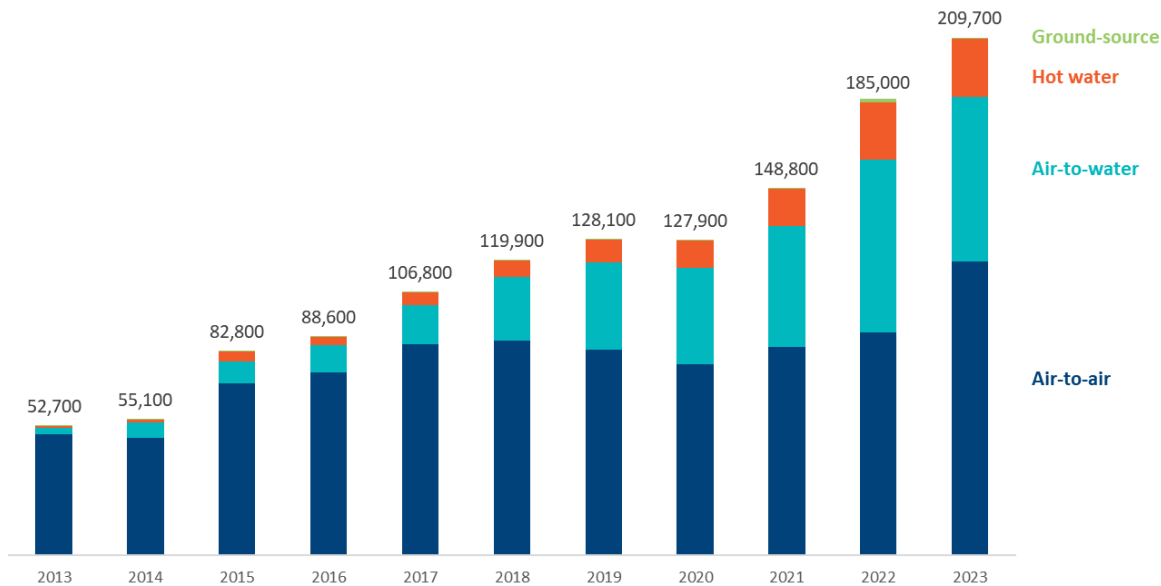
⁷ Ember, 2024.

⁸ Estimación de los autores a partir de Ember, 2024.

⁹ Centro Común de Investigación (2024). *Heat Pump Market: Country Fiches*. <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC137131>

¹⁰ Comisión Europea (2023). *España - Borrador de actualización de PNIEC 2021-2030*. https://commission.europa.eu/publications/spain-draft-updated-necp-2021-2030_en?prefLang=es

¹¹ Plataforma por la Descarbonización de la Calefacción y el Agua Caliente (2024). *Hoja de ruta de la calefacción renovable*. <https://www.descarbonizacalefaccion.es/hoja-de-ruta-calefaccion-renovable/>

Figura 2. Ventas anuales de bombas de calor para calefacción y ACS España

Fuente: Estadísticas de mercado de la Asociación Europea de la Bomba de Calor, <https://stats.ehpa.org>.

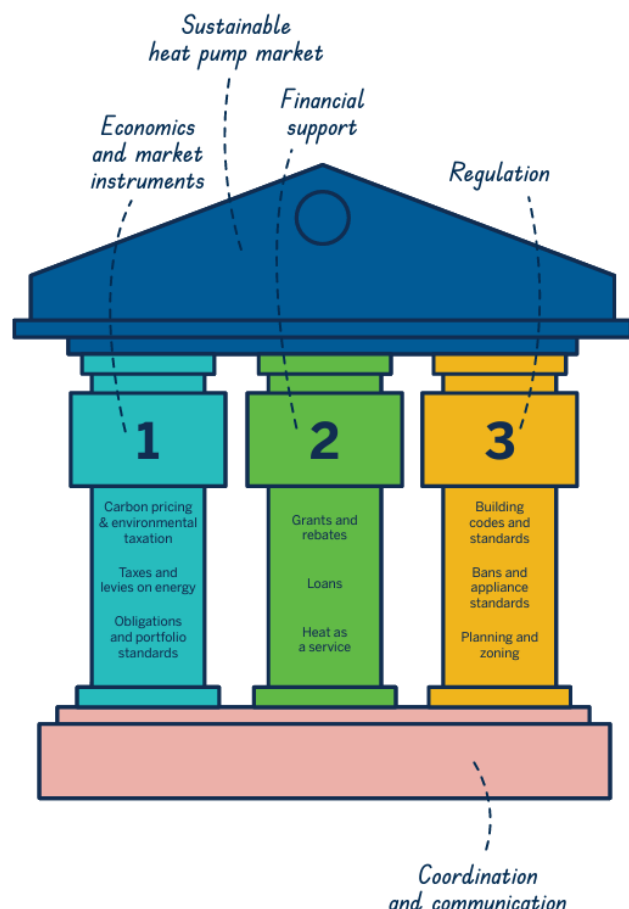
Dentro de este incremento en el número de bombas de calor, las ventas de bombas de calor aire-aire destinadas principalmente a refrigeración se han disparado a un ritmo aún mayor, con 276 585 instaladas en 2020¹². Existe el riesgo de que un mayor uso de sistemas de refrigeración suponga un aumento de emisiones, al sumarse a las de las calefacciones alimentadas por combustibles fósiles que no hayan sido sustituidas. Pero también cabe la posibilidad de considerar la calefacción y la refrigeración conjuntamente, un punto que desarrollamos en profundidad más adelante.

Cómo se aplica el *Manual* al mercado español de bombas de calor

Para elaborar este informe y analizar la política española en materia de bombas de calor, hemos seguido la estructura del *Manual de políticas en materia de bombas de calor*¹³ (ver Figura 3), publicado en 2022. El *Manual* destaca la importancia de diseñar paquetes de medidas políticas para asegurar un reequilibrio económico más amplio, el papel de la regulación y las normas, el soporte financiero para gestionar los costes de capital de los propietarios de edificios, y medidas de apoyo para coordinar la transición.

¹² Centro Común de Investigación (2024). *Heat Pump Market: Country Fiche: Spain*. https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC137131/JRC137131_010.pdf

¹³ Regulatory Assistance Project (2022). *A policy toolkit for global mass heat pump deployment*. <https://www.raonline.org/knowledge-center/policy-toolkit-global-mass-heat-pump-deployment/>

Figura 3. El templo del Manual de políticas de bombas de calor

Asequibilidad de las bombas de calor en España

Para conseguir una adopción a escala de las bombas de calor, un principio fundamental es que su coste total de propiedad, compuesto por los costes iniciales y de funcionamiento, sea inferior al de los sistemas de calefacción por combustibles fósiles. Pero en la actualidad, este no suele ser el caso en España.

Costes iniciales

En el momento de redactar este informe, el coste inicial de las bombas de calor aire-agua es considerablemente superior al de las calderas de gas. Las estimaciones facilitadas por la Asociación Española de Fabricantes de Equipos de Climatización (AFEC) indican que una bomba de calor aire-agua para calefacción y agua caliente tiene un coste aproximado de 9000 euros en concepto de equipo e instalación. Una bomba de calor aire-aire resulta bastante más económica, unos 2 000 euros, y cubrirá también la refrigeración, aunque no produce ACS.

Con el mismo coste de 2 000 euros, una caldera de gas también es más barata que una bomba de calor aire-agua. Sin embargo, no suministra refrigeración, por lo que en muchos hogares se necesitan dispositivos adicionales para soportar las temperaturas cada vez más altas y los prolongados periodos de calor.

Para amortiguar los costes relativos de las bombas de calor, España lleva varios años ofreciendo a los propietarios de edificios de viviendas una subvención para las bombas de calor aire-agua de 500 euros/kW con un máximo de 3 000 euros¹⁴. Esto se incluye en el análisis que figura a continuación, que contempla las bombas de calor aerotérmicas, una tecnología percibida generalmente como de importancia clave. También se han concedido subvenciones para las bombas de calor geotérmicas, que nosotros no hemos analizado.

En la práctica, puede resultar difícil acceder a la financiación y sus perspectivas son inciertas¹⁵. En España, la aprobación de las subvenciones está estrictamente regulada por los gobiernos autonómicos para garantizar su uso adecuado, lo que significa que el desembolso puede ser lento y no estar garantizado para todos los hogares. No existe ninguna subvención o subsidio de carácter nacional para las bombas de calor aire-aire o las calderas de gas, aunque algunas comunidades españolas (por ejemplo, Castilla y León) sí subvencionan la sustitución de una caldera de gas de más de 10 años por una caldera de gas nueva.

Costes de funcionamiento

Con los precios actuales típicos de la energía en España¹⁶, el funcionamiento de una bomba de calor con un coeficiente de rendimiento estacional de 3,65 cuesta menos al año que un sistema de calefacción con caldera de gas¹⁷. Tomando como referencia los precios de la energía residencial en el segundo semestre de 2023, el funcionamiento de una bomba de calor aire-agua cuesta unos 610 euros al año para un hogar medio, frente a los 780 euros de una caldera de gas¹⁸. Esta diferencia de 170 euros significa que el mayor coste inicial de una bomba de calor aire/agua en España tardará más de 20 años en amortizarse con el ahorro en costes de funcionamiento. Los costes de funcionamiento de las bombas de calor aire-agua están significativamente inflados debido a los elevados precios de la electricidad, que a su vez son el resultado de impuestos y gravámenes que no penalizan al fuelóleo ni al gas fósil¹⁹. Si bien es cierto que los impuestos se redujeron durante la crisis de precios, se han ido situando de nuevo en sus niveles anteriores desde entonces²⁰.

Las bombas de calor aire-aire suelen tener unos costes similares a los de las bombas de calor aire-agua, en torno a un 20% menos que el gas, pero el uso de un calentador de agua eléctrico

¹⁴ El régimen de subvenciones prestará apoyo financiero para algunos sistemas hasta finales de 2024, pero existe una gran incertidumbre sobre el impacto de las propuestas anunciadas recientemente sobre el mercado. AFEC, comunicación personal con RAP, 8 de agosto de 2024.

¹⁵ AFEC, comunicación personal con RAP, 29 de abril de 2024.

¹⁶ Los hogares españoles tienen la opción de elegir una tarifa para la electricidad y el gas regulada o de mercado. La tarifa regulada, conocida como Precio Voluntario para el Pequeño Consumidor (PVPC), se basa en los niveles de oferta y demanda de energía a tiempo real. La tarifa de mercado se contrata con empresas privadas, normalmente por una tarifa estable durante un año natural. Existe una tarifa social para hogares con bajos ingresos, aunque debido al complejo proceso de solicitud puede resultar difícil acceder a ella. Ver <https://www.endesa.com/es/la-cara-e/sector-energetico/mercado-libre-mercado-regulado-pvpc> y <https://www.endesa.com/es/te-ayudamos/bonosocial/bono-social>.

¹⁷ El coeficiente de rendimiento estacional de 3,65 es la media de los hogares según el IDAE, Síntesis del Estudio Parque de Bombas de Calor en España, p. 29, https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Bombas-de-calor_FINAL_04ee7f42.pdf.

¹⁸ Precios de Eurostat una vez aplicados todos los impuestos y gravámenes para la electricidad (232,32 €/MWh) https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_PC_204/default/table?lang=en y el gas (101,00 €/MWh) https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/NRG_PC_202/default/table?lang=en.

¹⁹ RAP y 3E (2022). *Levelling the playing field: Aligning heating energy taxes and levies in Europe with climate goals*. <https://www.raonline.org/knowledge-center/aligning-heating-energy-taxes-levies-europe-climate-goals/>

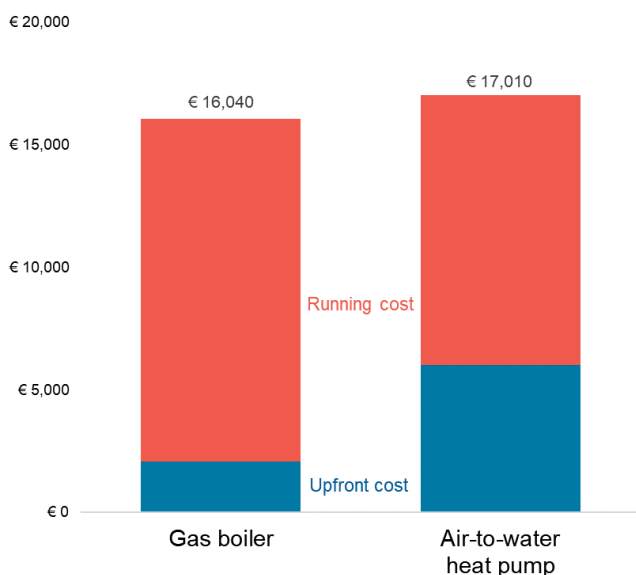
²⁰ Sur in English (2024). *Tax increases make gas and electricity prices more expensive in Spain as of today, 1 April*. <https://www.surinenglish.com/spain/tax-hike-makes-gas-and-electricity-bills-20240401114212-nt.html>

adicional puede dar lugar a unos costes de funcionamiento superiores a los de una caldera de gas. El uso de una bomba de calor de agua caliente en combinación con una bomba de calor aire-aire dará lugar normalmente a facturas más bajas que una caldera de gas.

Coste total de propiedad de las opciones de bomba de calor

La Figura 4, elaborada a partir del análisis de RAP, muestra cómo en España los costes totales de propiedad típicos de las bombas de calor aire-agua son superiores a los de los sistemas de calefacción de gas, incluso cuando se incluye en el cálculo la subvención en vigor. Asimismo, los precios del gasóleo de calefacción en España, aproximadamente 1,06 euros por litro en abril de 2024, hacen que los sistemas de calefacción por calderas de gasóleo resulten más rentables que las bombas de calor a los precios actuales de la electricidad²¹. Es probable que el coste inicial de una caldera de gasóleo sea similar al de una caldera de gas, o quizá un algo superior, lo que significa que es poco probable que se produzcan grandes ahorros al cambiar del gasóleo a una bomba de calor con los precios actuales de la electricidad, aun accediendo a la subvención actual.

Figura 4: Coste total de propiedad de un sistema de calefacción y ACS con una caldera de gas y una bomba de calor aire-agua en España, incluida la subvención de 3 000 euros para las bombas de calor aire-agua



Fuente: análisis propio de RAP. Para consultar la lista completa de las fuentes de datos, ver el Anexo.

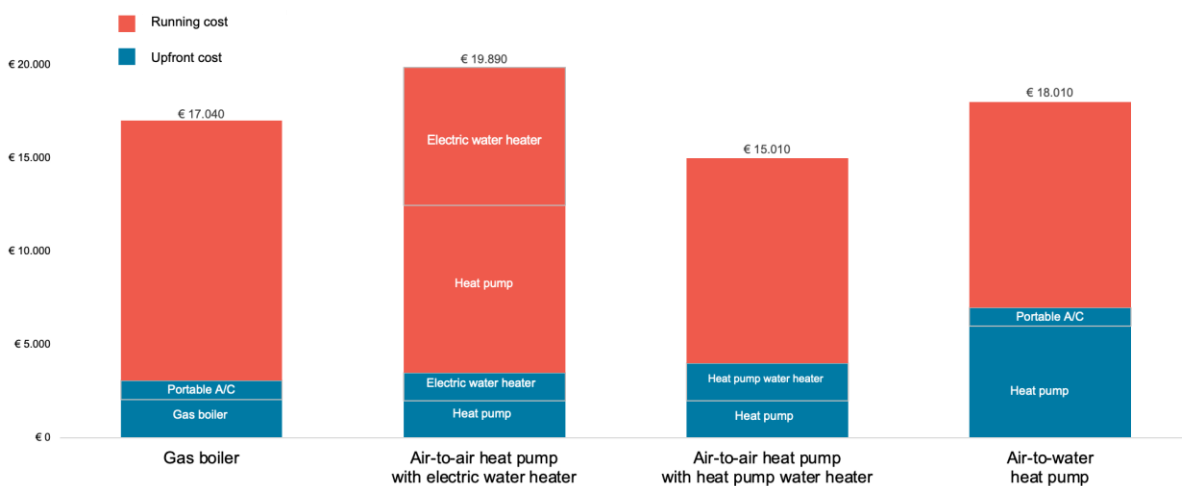
La Figura 5 ofrece una comparativa de costes entre opciones que incluyen refrigeración²². Esto complica ligeramente el panorama, dado que las bombas de calor aire-aire suelen proporcionar

²¹ El precio del gasóleo de calefacción a 1,06 €/l se traduce en 106 €/MWh, lo que, teniendo en cuenta la demanda media española de calefacción y agua caliente en los hogares, equivaldría a unos 630 €/año, una cifra inferior a los costes de funcionamiento de las bombas de calor recogidos en la Figura 4.

²² Datos de AFEC, comunicación personal, y Eurostat, 2021.

refrigeración y calefacción, pero no agua caliente, y las bombas de calor aire-agua y las calderas de gas producen calefacción y agua caliente, pero no refrigeración. Por ello, a los escenarios de la caldera de gas y la bomba de calor aire-agua hay que añadir el aire acondicionado, mientras que en las dos situaciones aire-aire, el agua caliente se produce mediante un calentador de agua eléctrico y una bomba de calor de agua caliente independiente. La bomba de calor de agua caliente produce agua caliente de forma mucho más eficiente que el calentador eléctrico, lo que conlleva costes de funcionamiento muy inferiores.

Figura 5. Coste total de propiedad de una caldera de gas, una bomba de calor aire-agua y una bomba de calor aire-aire (con calentador de agua eléctrico y calentador de agua con bomba de calor)



Fuente: análisis propio de RAP. Para consultar la lista completa de las fuentes de datos, ver el Anexo.

Los costes iniciales incluyen una subvención de 3 000 euros para las bombas de calor aire-agua. Los costes de funcionamiento de la refrigeración no se tienen en cuenta y serían uniformes en todos los sistemas en los que la refrigeración es posible.

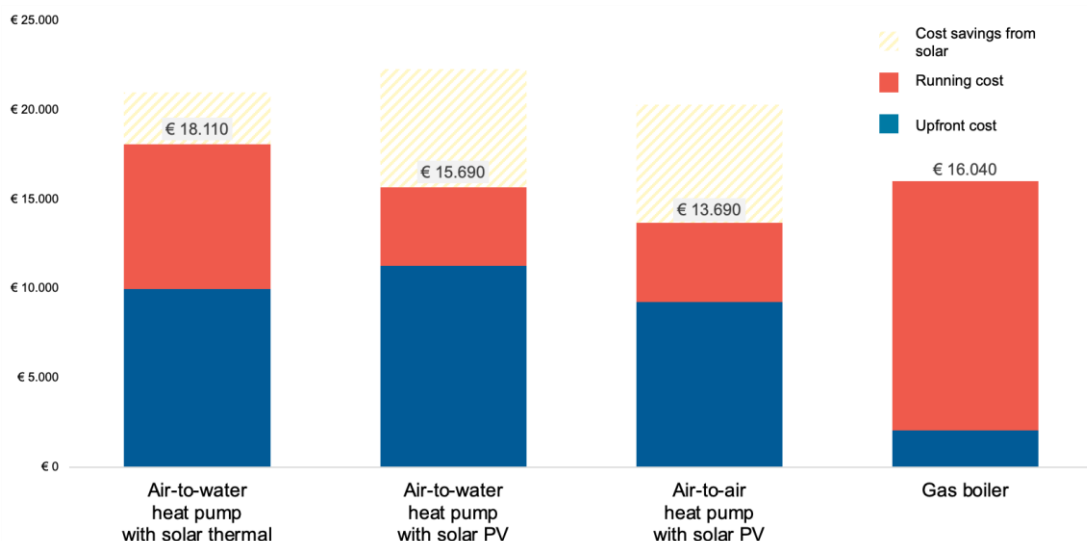
Cuando se necesita refrigeración, el análisis sugiere que, para una vivienda típica, el coste total de propiedad más bajo es el resultante de combinar una bomba de calor aire-aire con una bomba de calor de agua caliente, también en los casos en los que no se contempla subvención. Cabe destacar igualmente que esta configuración suele costar menos que la caldera de gas sin refrigeración.

La energía solar, valor seguro

La instalación de un sistema solar de agua caliente o solar fotovoltaico (FV) integrado con el sistema de calefacción permitiría reducir significativamente el coste total de propiedad, a pesar de los costes de capital. La Figura 6 lo ilustra claramente. Incorporar un sistema solar térmico (agua caliente) a la bomba de calor aire-agua generaría una reducción de la demanda de agua caliente del 80%, lo que supondría un ahorro de 2 900 euros durante la vida útil del sistema. La incorporación de un sistema fotovoltaico solar, por su parte, podría cubrir el 60% de la demanda de electricidad de la bomba de calor, lo que se traduce en un ahorro de 6 600 euros. Con la adición de un sistema fotovoltaico solar, el coste total de propiedad de una bomba de calor aire-agua resulta inferior al de una caldera de gas, en torno a 15 700 y 16 000 euros

respectivamente. El escenario de menor coste total de propiedad incluye una bomba de calor aire-aire para calefacción, una bomba de calor para agua caliente y un sistema de energía solar fotovoltaica. Esta combinación resulta mucho más barata a lo largo de su vida útil que los sistemas de calefacción de gas y, además, incluye la refrigeración.

Figura 6. Coste total de propiedad de una bomba de calor aire-agua con energía solar térmica y energía solar fotovoltaica, una bomba de calor aire-aire con energía solar fotovoltaica y una caldera de gas



Fuente: análisis propio de RAP. Para consultar la lista completa de las fuentes de datos, ver el Anexo.

Nota: La bomba de calor aire-aire también incluye un calentador de agua con bomba de calor. La bomba de calor aire-aire también proporciona refrigeración, un importante valor añadido que no se refleja aquí.

El valor añadido de los sistemas reversibles

Las bombas de calor aire-aire son reversibles y pueden utilizarse para refrigeración, lo que les da ventaja frente a las bombas de calor aire-agua, que requieren modificaciones considerables para poder refrigerar, o las calderas de gas, que no proporcionan ningún tipo de refrigeración. Si bien este valor añadido es demasiado complejo para tenerlo en cuenta en el análisis (debido al coste variable de los sistemas de refrigeración y la dificultad a la hora de analizar sus pautas de uso), los responsables políticos deberían tenerlo muy en cuenta. En las regiones más cálidas, donde la refrigeración supone un uso energético más significativo, es probable que los sistemas aire-aire tengan un valor añadido particular.

En los edificios que ya disponen de una bomba de calor reversible (principalmente para refrigeración), si los hogares recurren a este sistema para la calefacción en lugar de optar por una caldera de gas o gasóleo, es posible que se consiga una reducción significativa de las emisiones y se amplíe el uso de energías renovables. Podrían instalarse sistemas aire-aire adicionales para cubrir la necesidad restante de calefacción, dando como resultado que el único uso de combustibles fósiles restante sería para la producción de ACS. El agua caliente a menudo puede electrificarse, puede funcionar con energía solar fotovoltaica o solar térmica, o incluso puede ser suministrada por una bomba de calor de agua caliente independiente.

Políticas de apoyo a las bombas de calor en España

En los siguientes apartados, analizamos si los elementos del *Manual de políticas en materia de bombas de calor* (Figura 3) están presentes en la política energética española, y si se aplican tanto a las bombas de calor aire-aire como a las de aire-agua.

Los instrumentos económicos y de mercado pueden reducir los costes de funcionamiento relativos de las bombas de calor²³ y apoyar su despliegue si se impone a las empresas la obligación de suministrarlas²⁴.

- **La tarificación del carbono y las tasas medioambientales** sobre los combustibles empleados en los sistemas de calefacción pueden reducir los costes de funcionamiento relativos de las bombas de calor, pero no hay indicios de que el gobierno español tenga previstas medidas en este sentido. El sistema de comercio de derechos de emisión de la UE (ETS2) puede aportar algún elemento en materia de tarificación del carbono a finales de esta década.
- **Los impuestos y gravámenes sobre la energía** también afectan a los costes de funcionamiento, pero hoy en día, el gobierno español no tiene planes de modificar ni trasladar la carga de unos impuestos y gravámenes por valor de unos 150 euros anuales que se añaden a los costes de funcionamiento de una bomba de calor aire-agua. Es cierto que la «Excepción Ibérica», que se introdujo con la intención de limitar el impacto de las subidas más severas del precio del gas sobre el precio mayorista de la electricidad, puede haber reducido el coste de la electricidad en comparación con el del gas, pero, en cualquier caso, este mecanismo ha llegado a su fin. El tipo del impuesto sobre el valor añadido (IVA) que se aplica a la electricidad (actualmente del 10%) aumentará hasta el 21% a finales de año; el impuesto especial sobre la electricidad (IEE) alcanzará el 3,8%²⁵; y el impuesto sobre la producción de electricidad (IVPEE) también subió en junio, del 5,25% al 7%²⁶. En conjunto, los impuestos sobre la electricidad están desincentivando el uso de bombas de calor en España.
- **Se pueden imponer obligaciones y normas de cartera** a las empresas del mercado energético, tales como los proveedores o los fabricantes de aparatos que consumen energía, que las obliguen a implantar bombas de calor²⁷. A pesar de que en la actualidad no existe ni está prevista ninguna norma específica sobre bombas de calor en España, el sistema de certificados blancos de eficiencia energética, «Sistema de CAE», sí incluye a las bombas de calor como medida de ahorro energético. Y, aunque no disponemos de información precisa sobre los resultados concretos que ha generado el sistema²⁸, sabemos que ha contribuido en

23 RAP y 3E (2022).

24 Regulatory Assistance Project (2023). *Clean heat standards: New tools for the fossil fuel phaseout in Europe*. <https://www.raonline.org/knowledge-center/clean-heat-standards-new-tools-for-fossil-fuel-phaseout-in-europe/>

25 KPMG (2024). *Spain: Tax measures in new laws approved at end of 2023*. <https://kpmg.com/us/en/home/insights/2024/01/tmf-spain-tax-measures-new-laws-approved.html#:~:text=Increase%20in%20rate%20of%20the,applicable%20until%2031%20December%202023>

26 Sur in English (2024).

27 Regulatory Assistance Project (2024). *Clean Heat Standards Handbook*. <https://www.raonline.org/knowledge-center/clean-heat-standards-handbook/>

28 Los datos del primer año del programa no estaban disponibles en la fecha de redacción de este informe.

cierta medida al despliegue de bombas de calor aerotérmicas²⁹.

El apoyo financiero puede ayudar a los propietarios de edificios a sufragar el posible coste inicial adicional de las bombas de calor en comparación con otras alternativas.

- **Las subvenciones y los descuentos** son medidas en esta línea y, desde 2021, el gobierno español viene concediendo subvenciones a los hogares que optan por bombas de calor³⁰. España ha subvencionado con 500 €/kW las bombas de calor aire-agua, hasta un máximo de 3 000 euros por unidad. Las bombas de calor geotérmicas o hidrotérmicas han recibido entre 1600 y 2250 €/kW, hasta un máximo de 9000 y 13 500 euros, respectivamente, por hogar. Los sistemas aire-aire y las bombas de calor de agua caliente no han recibido ayudas. Las subvenciones se han administrado a nivel autonómico, y no tenemos constancia de ninguna diferencia en las políticas de apoyo entre comunidades, ni de ninguna ayuda adicional específica para los hogares con bajos ingresos. El programa proporcionará financiación hasta finales de 2024, pero existen limitaciones en cuanto a quién puede solicitarla y cierta incertidumbre sobre el impacto de las medidas propuestas introducidas a principios de agosto de 2024³¹. El carácter cortoplacista de esta perspectiva de financiación es una preocupación de sobra conocida en el sector y se entiende que está limitando la inversión.
- **Los préstamos** pueden permitir a los hogares acceder a capital para financiar la adaptación de bombas de calor. No tenemos constancia de que en España existan préstamos para bombas de calor garantizados por el gobierno.
- Los planes de **calefacción como servicio**, al igual que los préstamos, permiten pagar a plazos los costes de adaptación de las bombas de calor, y en ocasiones pueden incluir también los costes de funcionamiento y mantenimiento dentro de un mismo paquete³². No tenemos constancia de que existan planes de este tipo en España.

Las políticas regulatorias pueden establecer el abandono progresivo de las tecnologías de calefacción por combustibles fósiles y promover las bombas de calor en determinados tipos de edificios mediante la restricción de determinados productos en el mercado y la fijación de barreras geográficas a lo que se puede vender y dónde.

- **Los códigos y normas en materia de construcción** vigentes en España obligan a que los edificios nuevos sean «edificios de consumo de energía casi nulo», atendiendo a la definición bastante laxa que ofrece la UE. Esta falta de concreción ha provocado que se sigan utilizando combustibles fósiles en edificios nuevos³³, aunque es cierto que las normas de construcción reducen la probabilidad de que se instalen sistemas de calefacción por combustibles fósiles³⁴. La Directiva de Eficiencia Energética de los Edificios (EPBD), en su versión recientemente

29 Comunicación personal con el Ministerio español para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

30 IDAE (2024). *Para energías renovables en autoconsumo, almacenamiento, y térmicas sector residencial (RD 477/2021. PRTR)*. <https://www.idae.es/ayudas-y-financiacion/para-energias-renovables-en-autoconsumo-almacenamiento-y-termicas-sector>

31 AFEC, comunicación personal con RAP, 8 de agosto de 2024.

32 IEA HPT (2021). *Heat as a service proposition*. <https://heatpumpingtechnologies.org/heat-as-a-service-proposition-one-of-the-keys-to-unlocking-the-residential-retrofit-market-for-heat-pumps/>

33 BPiE (2021). *NEARLY ZERO: A REVIEW OF EU MEMBER STATE IMPLEMENTATION OF NEW BUILD REQUIREMENTS*. https://www.bpie.eu/wp-content/uploads/2021/06/Nearly-zero_EU-Member-State-Review-062021_Final.pdf.pdf

34 Luis M. López-Ochoa, Jesús Las-Heras-Casas, Juan M. González-Caballín, Manuel Carpio (2023). Towards nearly zero-energy residential buildings in Mediterranean countries: The implementation of the Energy Performance of Buildings Directive 2018 in Spain. *Energy* 276, 127539. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2023.127539>.

revisada, exige que los edificios nuevos no generen emisiones *in situ* a partir de 2030, y que se lleve a cabo la planificación de un parque de edificios sin emisiones para 2040³⁵.

- En varios Estados miembros de la UE se han adoptado **prohibiciones y normas sobre aparatos eléctricos que consumen energía** para limitar la disponibilidad de sistemas de calefacción por combustibles fósiles en los edificios existentes. En España no se han planteado hasta el momento³⁶.
- En España no se habla mucho de **planificación y zonificación** de los sistemas de calefacción limpios³⁷, pero el plan nacional integrado de energía y clima (PNIEC) atribuye un papel destacado a las redes de calor. En el momento de redactar este documento, el actual Mapa de calor de España no estaba operativo³⁸. La refundición de la Directiva de Eficiencia Energética (EED) introduce la obligación de que los municipios más grandes elaboren planes de calefacción y refrigeración y probablemente impulsará algunas medidas en este sentido³⁹.

La coordinación de los esfuerzos políticos es esencial para desplegar las bombas de calor a la escala y al ritmo necesarios para dar cumplimiento a los objetivos de energía limpia y descarbonización. Hoy en día, las bombas de calor todavía no se contemplan de manera estratégica en la política energética española.

- **La comunicación** puede ayudar a generar confianza en el consumidor e impulsar su demanda. No conocemos ningún programa de comunicación del gobierno español para reforzar la confianza de los consumidores en las tecnologías de bombas de calor.
- **La comunicación, la formación y la certificación/verificación de los instaladores** pueden impulsar el desarrollo del mercado y consolidar las cadenas de suministro. En Francia, por ejemplo, se ha anunciado recientemente la creación de un centro de expertos en bombas de calor desde el que se ofrece asistencia a los instaladores y al público en general⁴⁰. En el caso de España no tenemos constancia de que el gobierno apoye ningún programa de este tipo.
- **La integración en los servicios públicos** pasa por incorporar eficazmente las bombas de calor a los sistemas energéticos mediante un funcionamiento eficiente y un uso «inteligente», que permita aprovechar al máximo las energías renovables de potencia variable y reducir los costes de la red. En la mayoría de los casos, en España se puede acceder a tarifas variables en función del tiempo de uso, que son posibles gracias al despliegue generalizado de contadores inteligentes⁴¹. Los usuarios domésticos de energía pueden optar a la tarificación por horas, aunque también existen ofertas menos flexibles y de precio fijo.

³⁵ Comisión Europea (2024). *Preguntas y respuestas sobre la revisión de la Directiva relativa a la eficiencia energética de los edificios (DEEE)*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/es/qanda_24_1966

³⁶ EHPA (2024). *Which countries are scrapping fossil fuel heaters? Update*. <https://www.ehpa.org/news-and-resources/news/which-countries-are-ending-fossil-fuel-heaters/>

³⁷ Energy Cities (2024). *EU Tracker – Planes locales de calefacción y refrigeración en España*. https://energy-cities.eu/country_trans/spain-spanish/

³⁸ IDEA (2020). *Mapa de calor de España*. <https://www.idae.es/tecnologias/eficiencia-energetica/transformacion-de-la-energia/mapa-de-calor-de-espana>

³⁹ Comisión Europea (2023). *New energy efficiency directive published*. https://energy.ec.europa.eu/news/new-energy-efficiency-directive-published-2023-09-20_en

⁴⁰ Ministerio francés de Transición Ecológica y Cohesión Territorial (2024). *Heat pumps*. <https://www.ecologie.gouv.fr/pompes-chaleur>

⁴¹ Florence School of Regulation (2020). *The Spanish experience with dynamic tariffs*. <https://fsr.eui.eu/the-spanish-experience-with-dynamic-tariffs/#:~:text=ToU%20energy%20charges%20under%2Dregulated,0.5%20c%E2%82%AC%2FkWh>

Discusión

El establecimiento de un sistema energético limpio en España pasa necesariamente por las bombas de calor. Las temperaturas cálidas promedio del país favorecen un rendimiento óptimo de las bombas de calor aerotérmicas en las zonas en las se necesita calefacción. No obstante, este análisis nos ha permitido constatar que las necesidades de bombas de calor en España presentan diferencias potenciales en comparación con las de gran parte del resto de la Europa continental, más fría.

En primer lugar, la variedad climática de España, con zonas que presentan climas «húmedos con temperaturas frescas» a «tropicales secos», implica que algunas partes del país pueden demandar principalmente refrigeración, mientras que otras solo necesitan calefacción⁴². En franjas muy extensas del país se utiliza tanto algo de calefacción como de refrigeración, por lo que, para gran parte de España, las bombas de calor reversibles aire-aire —que ofrecen tanto calefacción como refrigeración— serán de gran valor. De hecho, la demanda de los consumidores por sistemas de refrigeración podría suponer un fuerte incentivo favorable a las bombas de calor, que permiten a los hogares satisfacer también sus necesidades de calefacción con el mismo aparato. En los casos en los que solo se necesita un aparato de calefacción (en lugar de una caldera de gas más un sistema de refrigeración), esta opción podría reducir los costes. Y, pese a esto, los sistemas aire-aire no cuentan con ningún apoyo político a día de hoy.

Para descarbonizar completamente las propiedades equipadas con bombas de calor aire-aire para calefacción y refrigeración, es necesario encontrar una solución para el ACS, que podría consistir en energía solar térmica, una bomba de calor de agua caliente autónoma o un sistema de calefacción eléctrica directa por inmersión. El almacenamiento de agua caliente permite utilizar electricidad más barata para la producción de agua caliente y se integra bien con sistemas fotovoltaicos solares. Los sistemas «todo en uno», que suministran calefacción, refrigeración y agua caliente a partir de una unidad externa, todavía no se han generalizado, pero su popularidad va ya en aumento. El análisis de RAP sugiere que, actualmente, las combinaciones de bombas de calor reversibles aire-aire y bombas de calor de agua caliente podrían ser una opción muy rentable y limpia para el parque inmobiliario español.

En cualquier caso, es probable que las instalaciones de energía solar en tejados representen un alto valor para los edificios de este país, ya que su producción será elevada gracias al clima soleado de España y es probable que coincida con los niveles de demanda de electricidad para refrigeración. Estos sistemas solares fotovoltaicos, solares térmicos o combinados de energía solar y fotovoltaica, también podrían contribuir a la calefacción y a la generación de agua caliente, y aportarían importantes ventajas en términos de costes de funcionamiento para las bombas de calor. Por su parte, aunque la energía solar térmica no se utilice para la refrigeración, sí puede producir grandes cantidades de agua caliente por unidad de superficie en comparación con la fotovoltaica. El análisis sugiere que las combinaciones de bombas de calor que incluyen energía solar fotovoltaica pueden ser considerablemente más económicas que las calderas de gas a lo largo de su vida útil. Los costes de vida útil más bajos corresponden a las

⁴² Spain Climate Zones (2024). Forest – JRC. https://forest.jrc.ec.europa.eu/media/filer_public/a3/e8/a3e85e9c-b856-49f9-9d23-8ef09023c8d9/esp_climate.pdf

combinaciones de bombas de calor aire-aire, bombas de calor de agua caliente y energía solar fotovoltaica.

Un elemento que aporta complejidad al caso de España es la elevada proporción de población que vive en apartamentos (más del 60%)⁴³. Aunque las bombas de calor, y en particular las de tipo aire-aire, se utilizan con éxito como sistemas independientes en apartamentos de todo el mundo, las limitaciones de espacio pueden hacer que los sistemas de bomba de calor a escala de edificio sean más apropiados si se necesita almacenamiento de agua caliente, sobre todo cuando en la propiedad hay energía solar compartida. La instalación de múltiples unidades de bomba de calor en el exterior de los edificios también podría generar problemas de contaminación visual⁴⁴. El suministro de sistemas de calefacción limpia a escala de edificio es una cuestión que los responsables políticos españoles deben abordar de forma muy detallada.

Conclusiones y recomendaciones de políticas

España goza de un gran potencial para acelerar fácilmente el despliegue de las bombas de calor y apoyar así su transición hacia un sistema energético limpio, además de seguir desarrollando un sector eléctrico cada vez más verde. Debido al clima cálido generalizado con el que cuenta el país, muy probablemente las bombas de calor ofrezcan un rendimiento óptimo que, unido a la posibilidad de utilizar la energía solar fotovoltaica a escala de edificio para alimentar las bombas de calor, podría dar lugar a muy buenos costes de funcionamiento para los propietarios de los edificios. De este modo, las combinaciones de bomba de calor y energía solar supondrían costes de vida útil más bajos que los sistemas de gas, incluso con impuestos extremadamente altos sobre la electricidad.

Sin embargo, en la actualidad y teniendo en cuenta que el principal incentivo fiscal es la subvención a las bombas de calor aire-agua, el marco político y de mercado no está prestando el apoyo que el despliegue de esta tecnología requiere. Este marco también conduce a la posibilidad de que, en España, utilizar bombas de calor para calefacción resulte más caro que los combustibles fósiles. A continuación, presentamos una serie de recomendaciones específicas de reforma de la política energética española que impulsarían un despliegue más rápido de las bombas de calor.

- 1. Reformar las tarifas de la energía** para reducir el coste relativo de la electricidad en comparación con el gas y rebajar así los costes de funcionamiento. Esta reforma puede lograrse reduciendo los impuestos sobre la electricidad, aplicando impuestos sobre el carbono a los combustibles fósiles o eliminando la carga de los gravámenes de las facturas de electricidad. Un planteamiento de este tipo también incrementaría los ingresos fiscales del gobierno.

⁴³ Eurostat (2021). *House or Flat: where do you live?* <https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-eurostat-news/-/ddn-20210521-1>

⁴⁴ MSN (2024). *Hot headed villagers battle over illegal air-conditioner units in Italy's iconic Portofino*. <https://www.msn.com/en-gb/news/world/hot-headed-villagers-battle-over-illegal-air-conditioner-units-in-italy-s-iconic-portofino/ar-AA1oIUQ6?apiversion=v2&noservercache=1&domshim=1&renderwebcomponents=1&wcseo=1&batchservertelemetry=1&noservertelemetry=1>

2. **Reformar el sistema de subvenciones** para ofrecer ayudas a una gama más amplia de bombas de calor, incluidas las bombas de calor para ACS y las bombas de calor aire-aire. En ambos casos, es posible que las subvenciones deban ser menores que para los sistemas aire-agua, y se debería prestar especial atención a la selección de los beneficiarios. Las subvenciones aire-agua podrían aumentarse y cabría ofrecer un mayor apoyo a los hogares con ingresos más bajos. También sería conveniente prever ayudas específicas para los edificios plurifamiliares. El sistema podría simplificarse para reducir la burocracia.
3. **Comprometer una financiación a largo plazo** para el plan de subvenciones a efectos de ofrecer certidumbre de mercado a varios años vista.
4. **Priorizar una estrategia global de calefacción y refrigeración** que sirva de orientación para hogares, gestores y propietarios de edificios de viviendas, empresas y el propio mercado de los sistemas de calefacción.
5. **Evaluar el papel de las bombas de calor reversibles aire-aire** como sustitución total de los sistemas de calefacción de gas en España. Resultaría útil investigar más a fondo cómo la formulación de políticas puede servir de apoyo a este tipo de sistemas y cómo las tecnologías innovadoras pueden sustituir la producción de agua caliente a partir de combustibles fósiles.
6. **Estudiar la posibilidad de adoptar obligaciones nuevas o incrementar la exigencia de las existentes** para los proveedores de energía o los propietarios de edificios de cara a impulsar un suministro más rápido de bombas de calor.
7. **Poner en marcha un plan de comunicación y financiación de centros de formación** de instaladores para apoyar un despliegue eficaz de las bombas de calor.
8. **Diseñar un programa sencillo de préstamos** o fondos de garantía para proporcionar financiación a bajo coste a los hogares que deseen cambiar a una bomba de calor combinada con energía solar, pero que no dispongan del capital necesario.

Anexo: metodología de cálculo del coste total de propiedad

En este documento se presentan estimaciones del coste total de propiedad de una bomba de calor aire-aire, una bomba de calor aire-agua, una caldera de gas y una caldera de gasóleo en España. El modelo del que se sirve RAP calcula el coste total de propiedad por año para cada tipo de tecnología en 2023/2024. Los parámetros utilizados en el modelo se analizan a continuación.

La demanda residencial de sistemas de calefacción de espacios y agua caliente en 2021 se tomó de la base de datos de Eurostat *Household final energy consumption disaggregated*⁶⁴. La demanda media de sistemas de calefacción de espacios por país se dividió por el número de hogares para obtener una demanda media de calefacción y ACS por hogar⁶⁵.

Se asumen eficiencias de conversión estacionales promedio para una bomba de calor aire-agua con un coeficiente de rendimiento estacional (SCOP) de 3,65 y una caldera de gas de condensación con una eficiencia del 95%. La eficiencia del calentador de agua eléctrico incluido con la bomba de calor aire-aire es del 100%. Estas eficiencias están ampliamente aceptadas como estándares del sector y pueden incluso infravalorar el rendimiento de las bombas de calor en España, donde las temperaturas medias del aire exterior son más elevadas. Por ejemplo, la Autoridad de Energía Sostenible de Irlanda informó de un SCOP medio de 3,95 en 2020, y Dinamarca y los Países Bajos han visto cómo sus SCOP se situaban incluso por encima de 4⁴⁵. Todos estos países son considerablemente más fríos que España.

La mediana del SCOP se tomó de un estudio del IDAE, *Síntesis del Estudio Parque de Bombas de Calor en España*⁴⁶. El valor de eficiencia utilizado en este estudio también puede estar siendo generoso con las calderas de gas, teniendo en cuenta que corresponde al mínimo definido en el Apéndice X de la nota orientativa de la Directiva de Eficiencia Energética de la Comisión Europea⁴⁷. El parque de calderas existente en España no se compone exclusivamente de las opciones más eficientes desde el punto de vista energético, por lo que probablemente funcionaría con una eficiencia en conjunto muy inferior al 95%.

Para cada tipo de tecnología, el cálculo consta de un componente de costes de capital y otro de costes de funcionamiento. Los valores relativos a los costes iniciales fueron suministrados por AFEC. España ha concedido subvenciones de hasta 3 000 euros para bombas de calor aire-agua en viviendas unifamiliares. Aunque estas subvenciones se tuvieron en cuenta en el cálculo, actualmente puede resultar difícil acceder a las mismas en la práctica. Para todos los tipos de tecnologías se ha tenido en cuenta una vida útil de 18 años. Los costes iniciales utilizados en el modelo son los siguientes:

⁴⁵ Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA) (2022). *Renewable Solutions in End-Uses: Heat Pump Costs and Markets*. <https://www.irena.org/Publications/2022/Nov/Renewable-solutions-in-end-uses-Heat-pump-costs-and-markets>

⁴⁶ IDAE, *Síntesis del Estudio Parque de Bombas de Calor en España*, p. 29. https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Bombas-de-calor_FINAL_04ee7f42.pdf

⁴⁷ Comisión Europea (2019). Apéndice a la Recomendación (UE) 2019/1658 de la Comisión, de 25 de septiembre de 2019, relativa a la transposición de las obligaciones de ahorro de energía en virtud de la Directiva de eficiencia energética. <https://eur-lex.europa.eu/eli/reco/2019/1658>

- Bomba de calor aire-agua: 9 000 €
- Bomba de calor aire-aire: 3 060 €
- Caldera de gas: 2 070 €

Para los escenarios que incluyen refrigeración, se considera un coste inicial de 1 000 euros correspondiente a los aires acondicionados portátiles en los supuestos de bomba de calor aire-agua y caldera de gas. Para la bomba de calor aire-aire se incluye un coste inicial de 1 500 euros para un calentador de agua eléctrico, o de 2 000 euros para una bomba de calor de agua caliente. Estimamos que los costes iniciales de un sistema solar térmico y de un sistema solar fotovoltaico (3 kilovatios-pico) son de 4 000 y 5 280 euros respectivamente⁴⁸.

En cuanto a los costes de funcionamiento, los precios actuales de la electricidad y el gas fósil se tomaron de Eurostat y se recogen en la siguiente tabla.

Tabla 1. Precios al por menor del gas y la electricidad utilizados en nuestro análisis

	Precio de la energía (céntimo/kWh)
Electricidad después de impuestos, tarifas en la segunda mitad de 2023	23,23
Gas fósil	10,10

Fuente: Eurostat.

Los costes de mantenimiento fueron confirmados por parte de AFEC y se sitúan en 180 euros al año para la bomba de calor y 190 euros al año para la caldera de gas. Los gastos fijos de las redes eléctrica y de gas se han estimado en 90 y 115 euros al año, respectivamente.

⁴⁸ Las estimaciones de los precios de la energía solar se sitúan en 1600 €/kWp con un 10% de IVA y proceden de Solarpower Europe, *Solar Powers Heat 2023*, https://api.solarpowereurope.org/uploads/0523_SPE_Solar_Heating_report_09_mr_98b11ef7ab.pdf?updated_at=2023-03-09T06:13:41.408Z, y las estimaciones de los costes de la energía solar térmica se han tomado de estudios de mercado.



Regulatory Assistance Project (RAP)®
Bélgica · China · Alemania · India · Estados Unidos

en colaboración con



Rue de la Science 23
B – 1040 Bruselas
Bélgica

+32 2 789 3012
info@raponline.org
raponline.org