

Diciembre 2023

# Hogares sostenibles, soluciones asequibles

Costo eficiencia en la rehabilitación energética



La **Fundación Renovables** agradece la colaboración del Patronato y de los amigos y amigas de la Fundación.

Equipo que ha desarrollado este documento: Raquel Paule, Maribel Núñez, Ismael Morales, Juan Fernando Martín, María Manzano, Ladislao Montiel, Carmen Crespo, Diego Ferraz, Alexandra Llave y Alba Gonzalez.

Supervisión: Patronato de la Fundación Renovables:

**Presidente**: Fernando Ferrando Vitales.

**Vicepresidentes**: Llanos Mora López, Juan Castro-Gil Amigo y Mariano Sidrach de Cardona Ortín.

**Patronos**: Luis Crespo Rodríguez, José Luis García Ortega, Assumpta Farran Poca, Daniel Pérez Rodríguez, Marta Victoria Pérez, Javier García Breva, Sara Pizzinato, María José Márquez y Manel Ferri.



Esta publicación está bajo licencia Creative Commons.

Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual (CC BY-NC-SA).

Usted puede usar, copiar y difundir este documento o parte de este siempre y cuando se mencione su origen, no se use de forma comercial y no se modifique su licencia.

## **Fundación Renovables**

(Declarada de utilidad pública) Calle Santa Engracia 108, 5º Int. Izda. 28003 Madrid www.fundacionrenovables.org



## Índice

Nuestras viviendas, nuestros refugios climáticos	. 5
Emergencia climática	. 5
¿Por qué es necesario rehabilitar nuestro parque de viviendas?	. 6
La eficiencia energética, una fuente energética por derecho propio	. 8
El futuro de los edificios, ¿hacia dónde vamos?	.9
Objetivos del sector español de la edificación	10
¿Y qué pasa con la pobreza energética?	12
¿Cómo se ha hecho este estudio?	14
Objetivo: edificios de consumo de energía casi nulo	14
Metodología del estudio	14
Medidas de eficiencia energética que se pueden implementar en un edificio o	
vivienda	
Medidas pasivas	24
Medidas activas	30
Otras medidas y consejos para el hogar eficiente	33
Coste económico de las medidas estudiadas	34
¿Cuáles son las medidas que más ahorro ofrecen con la mínima inversión?	36
Mejores medidas para el clima mediterráneo	37
Mejores medidas para el clima continental	40
Mejores medidas para el clima atlántico	43
Nueva calificación energética tras la implementación de las medidas	47
Conclusiones	48



# Nuestras viviendas, nuestros refugios climáticos

Hogares sostenibles, soluciones asequibles



## Nuestras viviendas, nuestros refugios climáticos

## Emergencia climática

Europa se está calentado el doble de rápido que la media mundial, alcanzando una temperatura media de 2,2°C desde 1900¹, y por su situación geográfica, España es uno de los países con mayor vulnerabilidad<sup>2</sup>. De hecho, ya estamos empezando a sufrir los comienzos de un clima cada vez más extremo, con frecuentes y largas olas de calor, largos periodos de sequías, lluvias torrenciales y mega-incendios. El mar Mediterráneo se calienta un 20% más rápido que el resto de los mares y en los países que lo rodean existe un gran riesgo de inundación por culpa del aumento del nivel del mar. Esta tropicalización del clima mediterráneo también ocasiona la llegada de nuevas especies invasoras y la pérdida de seres vivos autóctonos. Todo ello conlleva grandes pérdidas medioambientales, sociales y económicas.



Ante este escenario tan adverso, nuestras viviendas están llamadas a ser nuestro refugio, pero actualmente no están preparadas para ello. Tenemos un parque edificatorio antiguo, lo que significa que es ineficiente y dependiente de combustibles fósiles. De hecho, el sector de la edificación consume el 30% de la energía y es responsable del 25% de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a nivel nacional<sup>3</sup>. Urge rehabilitar energéticamente los edificios para que las familias puedan mantener unos niveles de confort óptimos, consumiendo la menor energía posible y sin emitir GEI a la atmósfera.

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> Datos del programa Copernicus en el <u>Informe sobre el</u> Estado del Clima en Europa 2022.

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Informe Los impactos del cambio climático en Europa: una evaluación basada en indicadores, Estrategia de Descarbonización a Largo Plazo del MITECO, infografía El impacto del cambio climático en Europa, del Parlamento Europeo.

<sup>&</sup>lt;sup>3</sup> Hoja de ruta para la descarbonización de la edificación en todo su ciclo de vida, de GBCe.

## ¿Por qué es necesario rehabilitar nuestro parque de viviendas?

Existen **5** razones de peso para rehabilitar el parque de viviendas:

Como medida de mitigación y adaptación en la lucha contra el cambio climático. Es necesario reducir drásticamente los 265.000 millones de kWh de consumo energético anual y eliminar los 80 millones de tnC02 que supone.

Aminorar la gran dependencia energética de España con el exterior, que se sitúa en más de un 80%. Esta dependencia hace que nuestra economía esté a expensas de terceros países, como ha pasado con el incremento del precio del gas y de los derivados del petróleo a causa de la guerra de Rusia contra Ucrania. Esto ha supuesto un incremento de precios generalizado, pero sobre todo en las facturas energéticas de nuestros hogares.

Para afrontar el clima adverso que ya estamos padeciendo y que se va a intensificar, tanto en inverno como en verano.

En España la mitad de las construcciones tienen más de 45 años, lo que se traduce en viviendas insalubres, con probabilidad de tener condensaciones y filtraciones de agua que se convierten en humedades, además de otras deficiencias como corrientes de aire no deseadas. Todas estas irregularidades afectan directamente a la salud de sus habitantes.

Para eliminar la pobreza energética. Y cuando hablamos de pobreza energética nos referimos a la que muchas familias padecen en inverno, pero también en verano.

El objetivo es transformar nuestros edificios en edificios de consumo de energía casi nulo, de forma que si se les añade generación in-situ pueden llegar a convertirse en autosuficientes energéticamente.

Desde la Fundación Renovables consideramos que la rehabilitación energética de las edificaciones es fundamental y es una de las principales líneas de actuación a nivel energético y social. Este documento pretende aportar claridad y ayudar en este camino para recorrerlo de la forma más eficiente posible teniendo en cuenta los recursos de los que se dispone.

## La eficiencia energética, una fuente energética por derecho propio

Hogares sostenibles, soluciones asequibles



## La eficiencia energética, una fuente energética por derecho propio

La Unión Europea (UE) lidera la transición energética a nivel mundial. El objetivo es claro; ser el primer continente en alcanzar la neutralidad climática en 2050, desligando el crecimiento económico del uso de los recursos para lograr un escenario sin emisiones netas de GEI. Y todo ello garantizando una transición justa e integradora para que ninguna persona o lugar se quede atrás.

Para conseguirlo está estableciendo una serie de directivas, planes y objetivos, bajo el paraguas de un principio muy importante y que desde su aprobación marca de forma clara la estrategia a seguir en todos los ámbitos, y que no es otro que considerar a la eficiencia energética como una fuente de energía por derecho propio y la primera en la que hay que invertir.

<u>Principio: "Primero, la eficiencia energética"</u> es un principio general que debe tenerse en cuenta en todos los sectores y a todos los niveles, incluido el financiero. Las soluciones de eficiencia energética deben considerarse la primera opción cuando se tomen decisiones en materia de políticas, planificación e inversión.

La aplicación de medidas de mejora de la eficiencia energética también debe ser una prioridad para reducir la pobreza energética.

Este principio busca reducir la cantidad de energía que necesitamos para satisfacer nuestras necesidades, poque reduciendo la energía reducimos el uso de recursos y la contaminación.

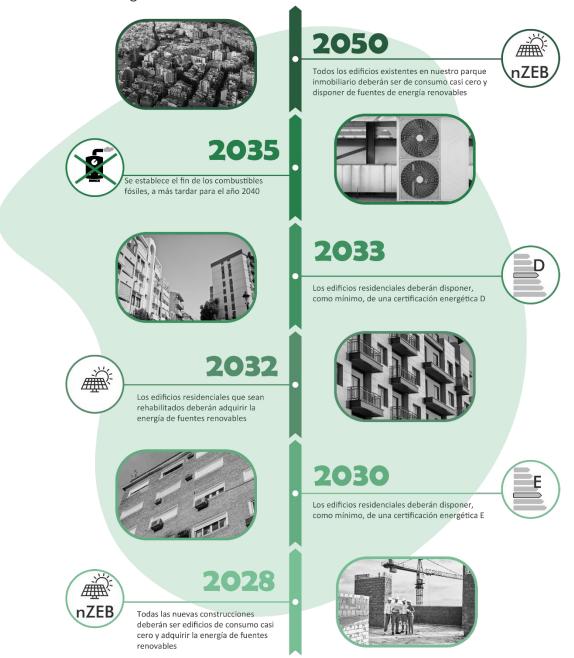
Es decir, cuando se planifica un proyecto se debe prestar una atención significativa a la eficiencia energética como eje fundamental. Y es que la energía más limpia es la que no hay que producir porque no se necesita. La reducción en la demanda de energía debe prevalecer y, en el caso de requerir su uso, tiene que proceder de fuentes renovables.

En el ámbito de nuestras viviendas debemos aplicar este principio evitando perder innecesariamente energía de uso final como en la iluminación, calefacción o refrigeración. Para ello existen una serie de medidas que se han de implementar y que presentaremos más adelante.

## El futuro de los edificios, ¿hacia dónde vamos?

El objetivo de la UE es tener un parque de edificios plenamente rehabilitado en 2050, aspirando a que todos estén totalmente descarbonizados, a que el consumo de energía que demanden sea muy bajo y a que esa pequeña demanda pueda ser suplida generando su propia energía. Este concepto de edificio recibe el nombre de edificio de consumo de energía casi nulo (nZEB en sus siglas en inglés).

Para ello ha establecido una serie de objetivos que, específicamente, para el sector residencial son los siguientes:



## La ola de renovación

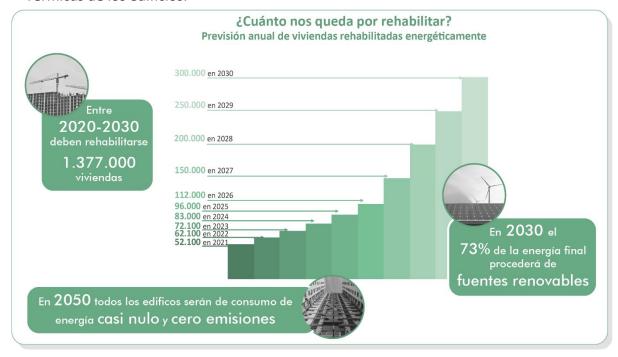
La iniciativa europea *Renovation Wave* u <u>Oleada de renovación</u>, consiste en la rehabilitación a largo plazo del parque inmobiliario de la UE para mejorar la eficiencia energética.

Esta transformación de edificios, tanto públicos como privados, es esencial para cumplir los objetivos del sector de la edificación marcados en el Pacto Verde Europeo y es que la energía demandada para calefacción y refrigeración de todos los países de la UE debe reducirse en un 18% conjuntamente para 2030.

Además de reducir las emisiones, estos cambios mejorarán la calidad de vida de las personas que viven en los edificios y los utilizan y permitirán crear empleos adicionales más sostenibles. Para el año 2030 podrían crearse en el sector de la construcción de la UE 160.000 empleos verdes gracias a los 35 millones de edificios que se quieren rehabilitar.

## Objetivos del sector español de la edificación

Aproximadamente el 55% del parque edificado es anterior a 1980 y el 21% tiene más de 50 años<sup>4</sup>. Estos datos se traducen en que más de la mitad de las viviendas fueron edificadas careciendo de un mínimo de eficiencia energética. Sería a partir de 1979 cuando se comenzó a aplicar con timidez algunas condiciones térmicas de los edificios, tras la ejecución de la Norma Básica de la Edificación NBE-CT-79, sobre Condiciones Térmicas de los edificios.

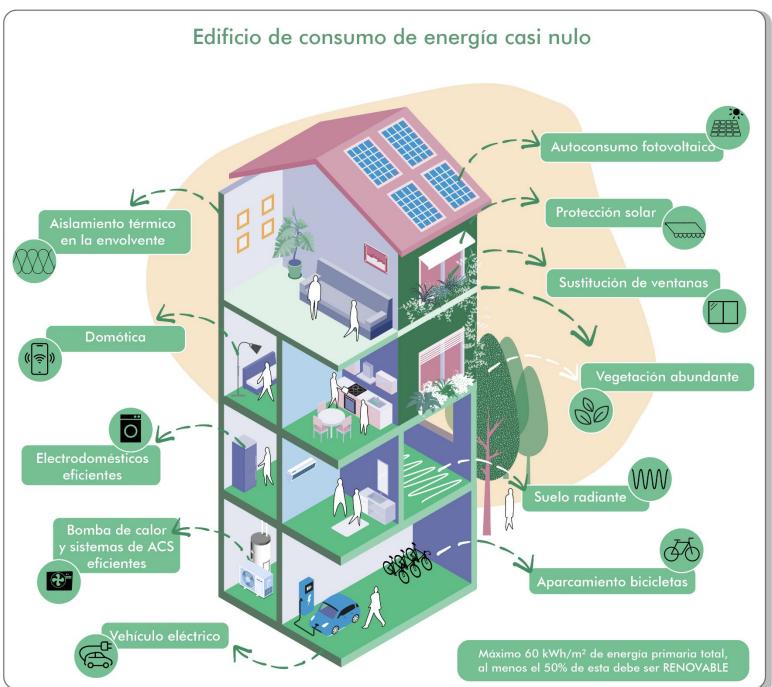


<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> Datos del MITECO.



El sector de la edificación tiene que contribuir a la consecución de los objetivos que establece el <u>Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC)</u>. Para ello se ha reforzado el objetivo de rehabilitación energética del parque edificatorio y la implementación de sistemas de calor y frío más eficientes. El Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (<u>PRTR</u>), ayudará en buena medida a conseguirlo gracias a los 140.000 M€ que le corresponden, aunque serán necesarios otros mecanismos de financiación paralelos.

¿Qué es un edificio de consumo de energía casi nulo (nZEB)?

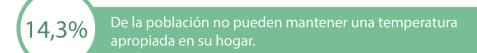


## ¿Y qué pasa con la pobreza energética?

Otro pilar fundamental de la transición energética es el derecho de acceso a la energía. La **pobreza energética** es una situación en la que un hogar no puede satisfacer sus necesidades básicas de energía ya sea por no poder afrontar el pago de las facturas o por evitar, incluso, consumir energía por no poder pagarla.

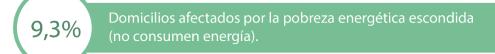
En este contexto, resaltan las posibilidades de mejorar la eficiencia energética de las construcciones e implementar sistemas de autoconsumo, con el propósito de reducir las condiciones de desventaja y escasez energética. A la vez, se debe potenciar el **autoconsumo y, en concreto, el colectivo**, para que los edificios plurifamiliares puedan aprovechar conjuntamente sus tejados para producir su propia energía, asegurando así tener acceso a ella y de forma más económica, pudiendo incluso acceder a la energía generada en los edificios municipales. Estas iniciativas se complementan con acciones específicas destinadas a eliminar la precariedad energética, enmarcadas dentro de la Estrategia Nacional contra la Pobreza Energética 2019-2024.

El informe del MITECO publicado en diciembre de 2022 muestra que:









Por otro lado, en el Objetivo 55 (Fit for 55), se establece un **Fondo Social para el Clima** para apoyar a la ciudadanía europea más afectada o en riesgo de pobreza energética o de movilidad y que no se queden atrás ante las adversidades que está provocando el cambio climático.

## ¿Cómo se ha hecho este estudio?

Hogares sostenibles, soluciones asequibles



## ¿Cómo se ha hecho este estudio?

## Objetivo: edificios de consumo de energía casi nulo

Europa quiere ser el primer continente neutro en emisiones en 2050 y su gran apuesta para el sector residencial son los edificios de consumo de energía casi nulo. Para ello necesitamos rehabilitar energéticamente y de forma integral los edificios que ya tenemos, pero existe un problema: las rehabilitaciones integrales son caras y el dinero limitado.

No debemos permitir que, en esta década crítica, la rehabilitación del parque de edificios se paralice por la imposibilidad de acometer económicamente una rehabilitación integral de los edificios. Hay que idear estrategias paralelas que nos acerquen al objetivo final con los medios de los que disponemos y de la forma más rápida y eficiente posible, aunque la transición no sea "perfecta".

Bajo esta premisa nace este documento en el que analizamos cuáles son las medidas con un mejor balance entre el coste que tienen y la eficiencia que consiguen, evaluando la inversión económica necesaria frente a su impacto en la reducción de consumos y emisiones.

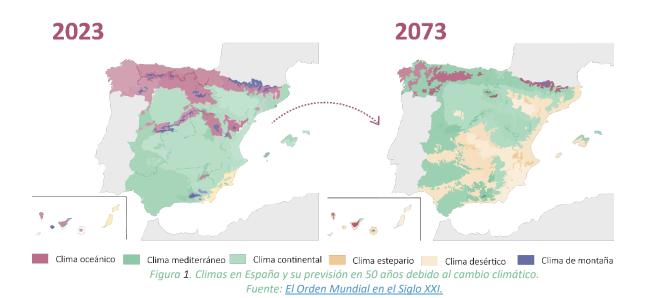
## Metodología del estudio

Este proyecto parte del estudio realizado por <u>Öko-Institut e.V</u>, en el que la Fundación Renovables participó aportando el contexto y la particularidad española y que difiere enormemente de las necesidades de climatización que tienen los países del centro y del norte de Europa. En este estudio no se analizaban las medidas costo/eficientes óptimas para la climatización en verano por lo que hemos añadido un análisis de las medidas en verano, con una metodología similar.

Las acciones consideradas incluyen tanto medidas pasivas que podemos resolver y modificar mediante una rehabilitación energética, como medidas activas como son los sistemas de instalaciones fotovoltaicas.

## Zonas Climáticas de España

España cuenta con tres zonas climáticas representativas. Sin embargo, el cambio climático está provocando que estas zonas cambien, aumentando de forma alarmante el clima estepario y desértico y eliminando casi por completo el clima oceánico y de montaña.



La zona climática tiene una importante influencia en las medidas de eficiencia energética, por lo que en este estudio nos centraremos en los tres climas más predominantes en la actualidad: el clima Atlántico, el Continental y el Mediterráneo.

Para el clima Atlántico, nos situamos en la provincia de Ourense, en representación del clima Mediterráneo, en Sevilla, y en cuanto al Continental en Madrid. En la siguiente tabla recogemos un resumen de las principales características de estos climas.

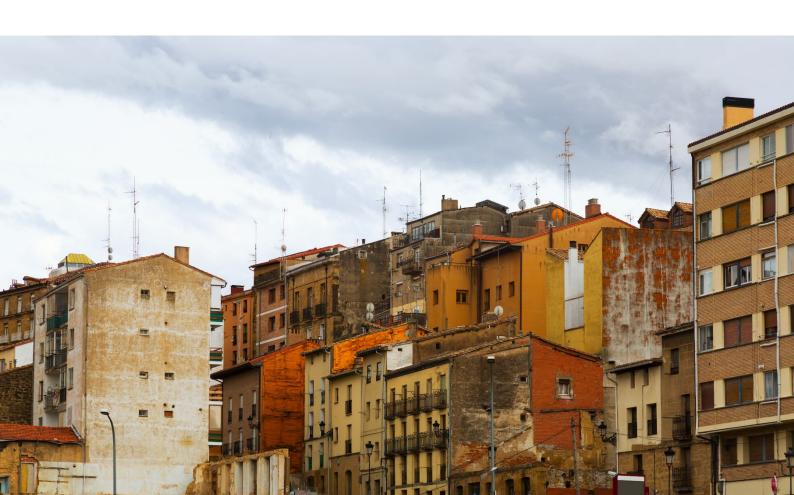
Características de los climas en España					
Variables	Clima Continental	Clima Atlántico	Clima Mediterráneo		
Localización	Depresión del Ebro y Meseta	Litoral atlántico gallego y cornisa Cantábrica	Zona Mediterránea, Andaluza, Baleares y Ceuta y Melilla		
Proximidad al mar	No	Sí	Sí		
Precipitaciones anuales	Escasas (300-800 mm)	Abundantes (>1000mm)	Escasas (<800 mm)		
Amplitud térmica	olitud térmica 25°C – 13°C 10		12°C – 15°C		
Inviernos	s Frescos Frescos		Suaves		
Veranos	Suaves	Frescos Calurosos		s Frescos Calui	Calurosos
Zona climática (según CTE)	D3/C3	D2/E1	C4/B4		

## ¿Cuál es el edificio tipo en España?

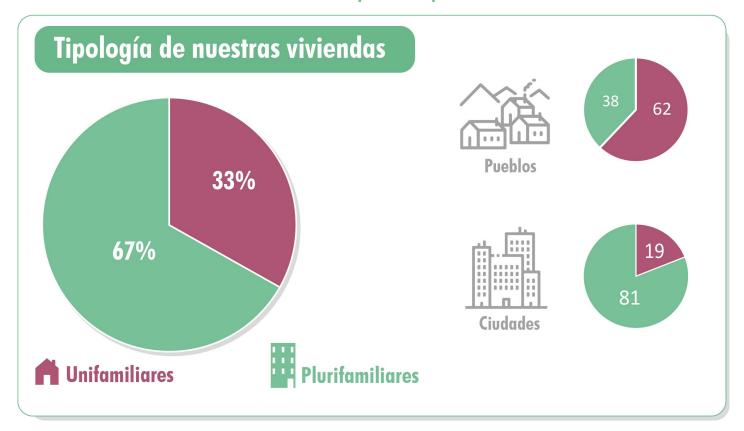
En España, según la Estrategia a largo plazo para la Rehabilitación Energética en el Sector de la Edificación en España (ERESEE) y los datos proporcionados por el INE, ambos para el año 2020, aproximadamente el 67% de las viviendas son plurifamiliares, aunque esta distribución está muy relacionada con el tamaño del municipio, de forma que en los municipios rurales predominan las viviendas unifamiliares, un 62%, y en los urbanos las viviendas plurifamiliares con un 81%.

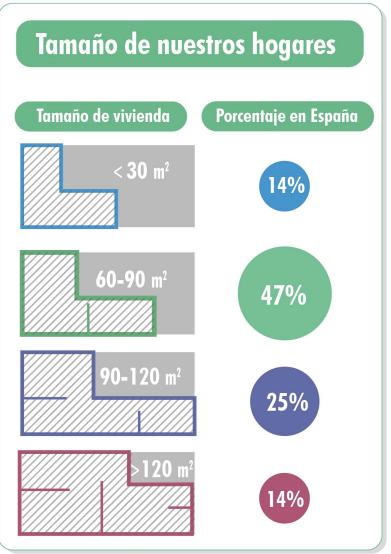
Entre las viviendas plurifamiliares predominan las que están situadas entre medianeras. Este dato es importante, pues, al carecer de huecos en las fachadas tangentes a las otras edificaciones, las propiedades térmicas son mayores por estar rodeadas por otros edificios, actuando las medianeras adyacentes como una especie de aislamiento natural y facilitando una menor exposición a condiciones climáticas como el viento, las precipitaciones o la radiación solar.

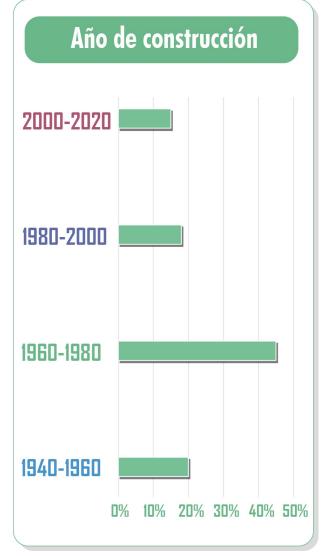
A su vez, la mayoría de las viviendas fueron construidas en la década de 1960 debido al éxodo rural y al desarrollo del país durante estos años. Así, identificamos el periodo entre 1940-1960 como el primer ciclo de la expansión urbana y el de 1960-1980 el segundo. En cuanto al tamaño de los hogares casi el 45% de las viviendas españolas dispone de una superficie útil entre los 60 m² y los 90 m² y el 42% son viviendas de más de 90 m².



## Edificio tipo en España



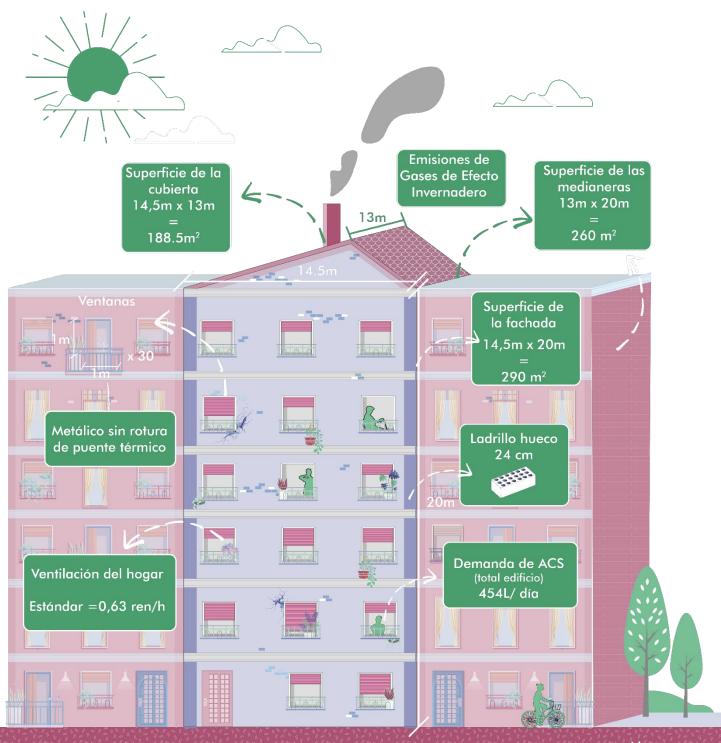






Con estos datos y con el fin de elegir un modelo característico del parque edificatorio español se ha definido un edificio plurifamiliar construido en los primeros años de la década de 1960 formado por viviendas de 90 m² cada una.

Las características más comunes de las edificaciones construidas en la década de los años 60 son las que aparecen representadas en la siguiente imagen y son las que hemos usado en el estudio.



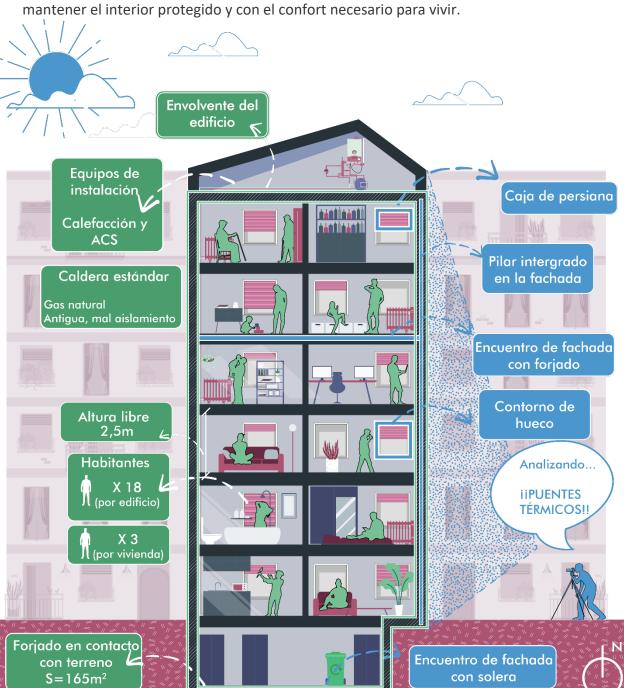
## Características de los elementos que rehabilitar

## Envolvente del edificio

La envolvente es el conjunto de cerramientos que aíslan el exterior (no habitable) del interior (habitable) de los edificios; es decir, es la "piel" que separa los espacios donde se vive del exterior. En estos cerramientos se encuentran las fachadas con sus respectivos huecos y las cubiertas cuando son habitables.

## Huecos en fachada

Se entienden por huecos en la fachada tanto las ventanas como los ventanales o las puertas. Los huecos tienen el inconveniente de que carecen de aislamiento y pueden ocasionar la entrada de aire, agua, partículas, etc., dentro del edificio. Es imprescindible que estén bien protegidos frente a las condiciones externºas para mantener el interior protegido y con el confort necesario para vivir.

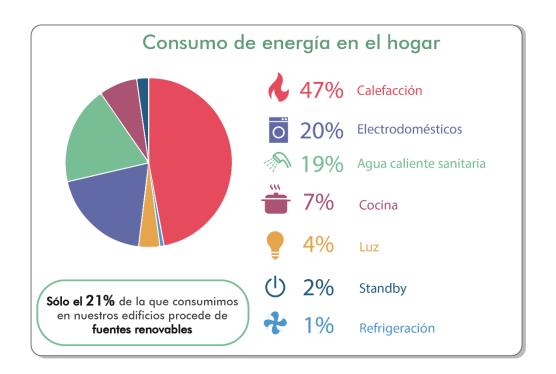


## **Puentes térmicos**

Son las áreas o puntos de la envolvente donde se transmite más fácilmente el calor ya que se cambia significativamente la resistencia térmica. La diferencia de temperatura proporciona un problema de aislamiento que se traduce en trasladar el calor y el frío dentro y fuera de la fachada. Esto ocasiona grandes pérdidas de energía y posibles condensaciones y humedades.

## Instalaciones del edificio

Según los datos proporcionados por el <u>IDAE</u>, el consumo de energía media de los hogares españoles se distribuye como figura en la siguiente imagen:





# ¿Cómo se ha hecho este estudio?

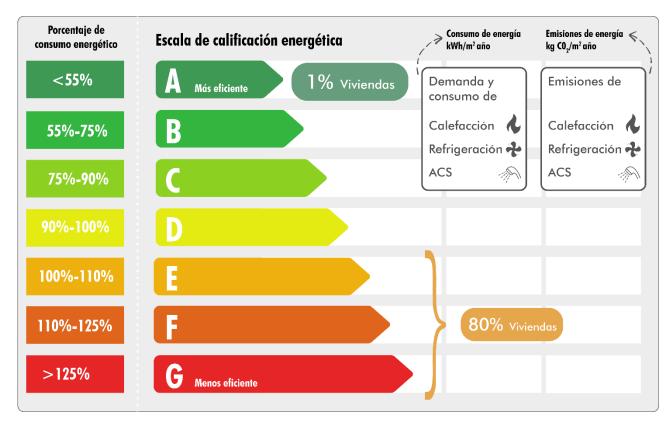
## Calificación de la eficiencia energética de los edificios

Para evaluar la eficiencia energética que aporta cada una de las medidas que vamos a estudiar utilizaremos el "Certificado de eficiencia energética", documento que es actualmente la forma oficial de medir la calificación energética de los edificios.

A partir de 2013 todos los edificios nuevos o aquellos que se van a vender o alquilar deben tener el certificado de eficiencia energética. En él se recogen las características de un edificio o vivienda y cuáles son sus emisiones de GEI y la demanda energética necesaria para cubrir las necesidades de sus habitantes.

Para determinar la calificación energética se tienen en cuenta diversos factores que comprenden la climatología de la zona donde se sitúa la vivienda, la envolvente térmica (fachadas, cubierta, medianeras, huecos, puentes térmicos, etc.), las instalaciones (el sistema de calefacción y refrigeración) y el uso o no de fuentes renovables.

En el documento de <u>Calificación de la eficiencia energética de los edificios</u> aparecen varias tablas dónde se establecen los valores límite para cada una de las letras en función de la zona climática y del uso del edificio.



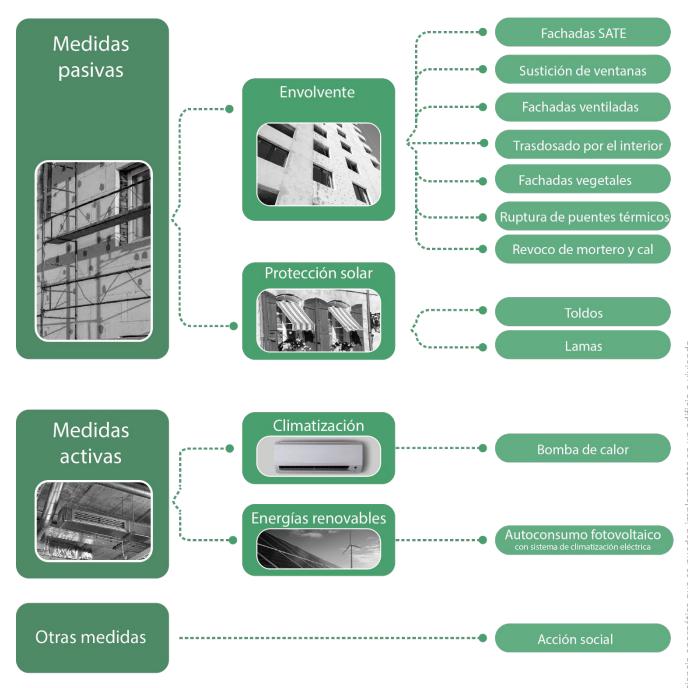
# Medidas de eficiencia energética

Hogares sostenibles, soluciones asequibles



## Medidas de eficiencia energética que se pueden implementar en un edificio o vivienda

Se han analizado doce medidas para cada uno de los tres climas descritos. Para su análisis, se han utilizado los programas <u>CE3X y CYPETHERM</u> para las medidas disponibles en el software, y para las que no, se ha realizado un estudio técnico.



## **Medidas pasivas**

Las medidas de arquitectura pasiva son aquellas que tienen el objetivo de reducir la demanda energética del edificio sin requerir un gasto energético. Se trata de aislar el edificio con el fin de preservar su temperatura y la protección frente a la intemperie. Con esto se consigue una mejora en las condiciones de habitabilidad y calidad de vida de sus ocupantes, siendo la medida más efectiva para eliminar la pobreza energética.

Para rehabilitar la envolvente del edificio nos focalizaremos en las fachadas ya que los edificios plurifamiliares son verticales, por lo que la mayor superficie de la envolvente térmica (y por tanto la posibilidad de pérdida/ganancia de calor) se localiza en las fachadas y no en las cubiertas, siendo este el punto diferencial más relevante a la hora de tratar las rehabilitaciones energéticas en España respecto a la mayoría de los países de la UE.

En todas aquellas medidas que implican la utilización de planchas de aislamiento térmico (fachada SATE, fachada vegetal y trasdosado interior), se ha optado por el uso de lana mineral e implementado un espesor estándar de 12 cm.

## **Fachadas SATE**

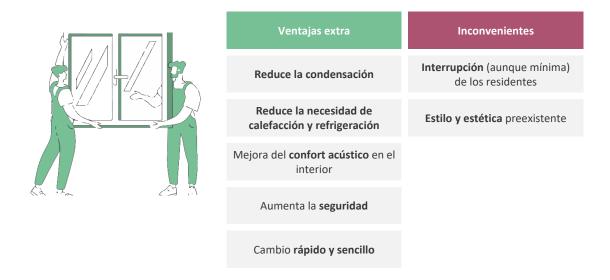
La fachada SATE, o Sistema de Aislamiento Térmico por el Exterior, consiste en la aplicación de una capa aislante por fuera de la estructura del edificio. Las capas se colocan por el lado exterior, sobre el muro original, y el orden de adhesión al muro original es el siguiente:



Ventajas extra	Inconvenientes
<b>Mínima interferencia</b> para los habitantes	Cambio visual en el diseño preexistente
No se reduce la superficie útil del edificio o vivienda	Requiere de un <b>gasto económico</b> grande
Se eliminan prácticamente los puentes térmicos	Es necesario poner a la comunidad de vecinos de acuerdo
Se <b>aprovecha el calor</b> <b>guardado</b> en el material	Necesita <b>instalar andamios</b> , invadiendo la vía pública
Se puede implantar prácticamente en <b>cualquier</b> <b>edificio</b>	
Mejoran el <b>confort térmico y</b> <b>acústico</b>	

## Sustitución de ventanas

Esta es una solución aconsejable cuando el marco de la ventana se encuentra en mal estado o los vidrios están dañados o son insuficientes. Consiste en la sustitución de todo el conjunto por uno de mejores prestaciones. Es un cambio rápido y sencillo.



Se recomienda triple acristalamiento y que los espesores de la cámara de aire sean mayores o igual a 12 mm. En cuanto a la carpintería, ésta debe ser capaz de romper los puentes térmicos evitando las condensaciones. En este caso, hemos optado por implantar una carpintería de PVC con ruptura de puente térmico.

## Fachadas ventiladas

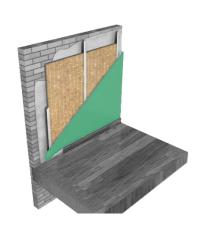
Sistema para proporcionar una cámara de aire en las fachadas, formado por una hoja interior, una capa aislante y una hoja exterior. Sobre la hoja interior de la fachada se ancla una subestructura metálica destinada a soportar la hoja exterior de acabado. El aislamiento se coloca entre las dos y puede hacerse con placas aislantes de lana mineral ancladas con tacos de espiga o con un mortero termoaislante proyectado mecánicamente de forma continua sobre la hoja interior. Una vez colocada la capa aislante, se monta la hoja de acabado.



Ventajas extra	Inconvenientes
Mínima interferencia para los habitantes	Incompatibilidad con el sistema SATE y el trasdosado por el interior
No se reduce la superficie útil del edificio o vivienda	Montaje complejo
Se eliminan prácticamente los puentes térmicos	Cambio visual
Se aprovecha el calor guardado del material	Necesita instalar andamios, invadiendo la vía pública
Elimina condensaciones y humedades	

## Trasdosado por el interior

Consiste en un revestimiento adicional en las paredes interiores del edificio para incrementar el aislamiento, reducir el ruido y mejorar la apariencia. Se instalan sobre la pared placas de yeso laminado o paneles de madera. Este sistema no altera la estructura original del edificio y ofrece la ventaja de ocultar instalaciones detrás del revestimiento. Es una solución comúnmente utilizada en construcción y renovación para mejorar el confort y la estética de los espacios interiores.



Ventajas extra	Inconvenientes
Intervención <b>rápida y sencilla</b>	Pérdida de superficie útil
No necesita instalar andamios	Pérdida de profundidad de las ventanas
Permite <b>instalaciones</b> por el interior	Cambio visual en el diseño interior
Se puede <b>ejecutar en una</b> <b>única vivienda</b>	No reduce puentes térmicos
<b>Mejora el aislamiento</b> térmico y acústico	

Esta solución perdura en el tiempo, no sufre asentamientos porque el poliuretano queda adherido al muro y no se deteriorará porque no absorbe humedad del ambiente. Pese a ser una solución barata y que mejora la eficiencia energética, se reduce la superficie útil habitable del inmueble.



## **Fachadas vegetales**

Van adyacentes a la fachada exterior, como una fachada ventilada donde la vegetación funciona como un aislante térmico añadido. Para construirla es necesario colocar paneles modulares que alberguen sustrato y vegetación. Además de funcionar como un gran aislante, mejorando la eficiencia energética, también absorben dióxido de carbono y contribuyen a filtrar el aire y reducir los niveles de contaminación. Reducen el ruido y aumentan la biodiversidad urbana.



## Revoco de mortero y cal

Este sistema consiste en aplicar en la fachada exterior una capa de mortero compuesto por cal y arena. Es una medida muy utilizada en la arquitectura tradicional mediterránea, ya que la cal tiene propiedades reflectantes.

	Ventajas extra	Inconvenientes
	Mayor transpirabilidad	Limitada capacidad de aislamiento
	Protección frente a la humedad	Necesita mantenimiento
	Aumenta la reflectancia solar	
	Estética atractiva y tradicional de la arquitectura mediterránea	
	Compatibilidad con otras soluciones	

Al reflejar una mayor radiación solar se reduce la cantidad de calor que ingresa al edificio, disminuyendo así la necesidad de refrigeración. Además, la cal es transpirable, permite que el agua se evapore a través de ella, reduciendo la humedad de las paredes. Es un material que se obtiene a partir de recursos naturales y su producción genera bajas emisiones de CO<sub>2</sub> en comparación con otros materiales de construcción.

## Ruptura de puentes térmicos

Como hemos explicado anteriormente, para mejorar la eficiencia energética de una vivienda es necesario evitar los puentes térmicos ya que es por donde se producen fugas de calor o de frío. La ruptura de los puentes térmicos consiste en evitar esos escapes térmicos mediante la continuidad del aislante térmico y cuidando que los materiales implementados tengan una transferencia de calor uniforme.



Ventajas extra	Inconvenientes
Compatibilidad con otras soluciones	Necesidad de identificar el área de actuación
Reducción de condensación y humedad	Complejidad de ejecución
	Diferentes soluciones para cada zona

## **Toldos**

Consiste en instalar estructuras de tela en la parte superior de las ventanas y/o balcones para proporcionar sombra y reducir la entrada de radiación solar directa, y por tanto el calentamiento excesivo del interior, disminuyendo las necesidades de refrigeración. Pero, también ofrecen otros beneficios, como la reducción de deslumbramiento o la protección de los muebles y acabados interiores de la decoloración causada por la luz solar directa.



Ventajas extra	Inconvenientes
Protección del interior de la vivienda de la radiación solar directa	Desgaste y dependencia climática
Posibilidad de aprovechar la luz natural sin el exceso de calor asociado	Posible bloqueo visual
Extensión de la vida útil de elementos interiores, como muebles y textiles, al protegerlos de la radiación solar directa	Interferencia con elementos exteriores
	Cambios en la estética

El color del toldo influye en su eficiencia, debido a su índice de reflectancia solar, (SRI)<sup>5</sup>. Un tono claro reflecta más el sol que un tono más oscuro y, por tanto, **los toldos de tonos más claros son más eficientes** y cumplen mejor su función.

## Lamas o celosías

Las lamas o celosías se colocan en las ventanas para bloquear o filtrar la radiación solar directa, reduciendo la entrada de calor y el deslumbramiento en el interior. Regulan la cantidad de luz y calor que ingresa al interior, reduciendo la necesidad de refrigeración.

Las lamas pueden ser ajustables, lo que permite controlar la cantidad de luz y calor deseada en diferentes momentos del día. Y pueden ser de los mismos materiales que los marcos de las ventanas. Cada material tiene sus ventajas y desventajas, y la elección final debe basarse en una evaluación completa de las necesidades específicas del edificio y las preferencias personales. En nuestro caso de estudio hemos optado por implementar lamas de PVC.



<sup>&</sup>lt;sup>5</sup> El SRI, índice de reflectancia solar muestra la capacidad que tiene un material para reflejar el **calor del sol.** Cuanto más alto es el SRI, mayor facilidad para rechazar el calor generado por la radiación solar y, por lo tanto, mayor tendencia a mantenerse más fresco. El color negro tiene un SRI del 0% y el blanco del 100%.



Cabe recalcar que, en nuestro país, utilizamos las persianas<sup>6</sup> como método similar a las lamas o celosías desde el siglo XIX. Es un elemento esencial en la construcción arquitectónica española para controlar la radiación solar y el aislamiento del hogar.

## **Medidas activas**

## Bombas de calor

Estos sistemas de climatización aprovechan la energía térmica disponible del exterior para transformarla en calor o frio utilizando solo una pequeña cantidad de energía eléctrica. Durante el invierno funcionan extrayendo el calor del aire, agua o suelo y transfiriéndolo al interior. En el verano, se extrae calor del interior y se expulsa al exterior para enfriar el ambiente.

Uno de los beneficios clave de las bombas de calor es que con un único aparato podemos satisfacer nuestras necesidades de calefacción y refrigeración, generando hasta cuatro veces más de energía de calor y frío de lo que consumen en electricidad. Esto se mide mediante el coeficiente estacional de desempeño (SCOP) para inverno y el índice estacional de eficiencia de refrigeración (SEER) en verano. Esta eficiencia hace que sean más económicos y sostenibles en comparación con otros sistemas de calefacción y refrigeración convencionales.

Existen distintos tipos de bomba de calor: aire-aire<sup>7</sup>, aire-agua y agua-agua.



<sup>&</sup>lt;sup>6</sup> En el análisis que llevamos a cabo, al situarnos en regiones españolas y teniendo en cuenta que en los años 60 ya se implementaban, damos por hecho la utilización de persianas en la vivienda tipo y el cambio simultáneo de las mismas.

<sup>&</sup>lt;sup>7</sup> Las bombas de calor aire-aire al ser no inerciales pueden, (y deben) apagarse cuando no hay gente en la vivienda.



Ventajas	Inconvenientes
Reducción de gases contaminantes	Inversión inicial alta
Durabilidad y vida útil	Menor eficiencia en temperaturas muy bajas
Un único equipo para calefacción y refrigeración	
Contribuye al uso responsable de los recursos energéticos	
Aumento de la eficiencia energética	

El valor añadido más importante que ofrecen las bombas de calor, además de su eficiencia energética, es que al funcionar con electricidad permiten la descarbonización de los sistemas de calefacción y con ello una reducción drástica de las emisiones de GEI y otros contaminantes atmosféricos, lo que supondrá una mejora de la calidad del aire en los municipios. Además, con un solo aparato se cubren las necesidades de calor en invierno y de frio en verano, esta última cada vez más acuciante en más zonas de la península.

Este sistema aún está evolucionando, lo que significa que su eficiencia seguirá mejorando y su coste bajará con el tiempo.

## **Autoconsumo fotovoltaico**

Gracias a los paneles solares fotovoltaicos situados en las cubiertas de los edificios las familias pueden generar su propia electricidad. De hecho, el autoconsumo es la principal herramienta para democratizar el sistema eléctrico, permitiendo a la ciudadanía convertirse en gestora de su propia energía eléctrica. Este empoderamiento promueve una mayor conciencia sobre el consumo y fomenta prácticas de ahorro y eficiencia energética en el edificio y en el entorno cercano.

El autoconsumo permite que la población gane autosuficiencia energética, algo que nos facilita reducir la dependencia que tenemos de los combustibles fósiles y, por tanto, garantiza energía barata, independientemente de los conflictos políticos del exterior. Además, al tratarse de una energía renovable, lo hace sin emisiones y de forma económica, siendo la fotovoltaica una de las energías más baratas actualmente.



Además de sus beneficios ambientales y económicos, los paneles solares también pueden ser un activo para la comunidad en términos de resiliencia energética. En períodos de cortes de electricidad o emergencias, los edificios con sistemas fotovoltaicos pueden mantener una fuente de energía local, lo que proporciona mayor estabilidad y seguridad para los residentes.



## Otras medidas y consejos para el hogar eficiente

Los mismos residentes de las viviendas también pueden mejorar sus hábitos y prácticas a la hora de consumir energía, algo que conlleva una reducción de emisiones de GEI y un ahorro económico en sus facturas de agua, luz y gas.

Desde la **Fundación Renovables** abogamos por la sensibilización climática de la población y la importancia de un consumo consciente y responsable. En este sentido, proponemos como medidas extra a las mencionadas las siguientes:

- Vestir acorde con la estación del año también en el interior de las viviendas.
- Calentar solo las habitaciones que se van a usar. En invierno se recomienda mantener la temperatura entre 19°C y 20°C durante el día, siempre y cuando haya personas en el hogar. En verano la temperatura óptima del hogar es de unos 25°C, cada grado por debajo supone un consumo de entre un 6% y un 8% más de energía.
- Ventilar a mediodía en invierno y a primera hora del día en verano durante, al menos, 10 minutos. Si la casa dispone de ventilación cruzada, es decir, que las ventanas se encuentren una frente a la otra, es importante no obstaculizar el flujo de aire y así aprovecharlo lo máximo posible. Esto permitirá que se refresque el interior sin necesidad de utilizar sistemas de enfriamiento, además de evitar humedades y condensaciones.
- Domotizar los termostatos para radiadores. Emplear termostatos y temporizadores programables para controlar la temperatura de la calefacción.
- Usar bombillas LED dentro del hogar.
- Aplicar tonalidades claras en las paredes y techos. Mediante la colocación de espejos en espacios estratégicos podemos crear ambientes más frescos y luminosos que eviten encender las luces.

## Coste económico de las medidas estudiadas

Los costes de las medidas han sido calculados mediante el generador de precios de <a href="CYPE">CYPE</a>, teniendo en cuenta las características de los elementos, definidos en el apartado "Características de los elementos".

Coste económico de las medidas estudiadas			
Medidas de mejora	Rango de coste (€)	Coste edificación (€)	Coste medida (€/m²)
Fachada SATE (€/m²)	60-150	55.500	103
Sustitución de ventanas (€/ud)	300-1.000	40.000	74
Fachada ventilada (€/m²)	80-200	88.200	163
Trasdosado por el interior (€/m²)	30-100	29.650	55
Fachadas vegetales (€/m²)	100-300	150.000	276
Revoco mortero y cal (€/m²)	20-80	15.500	29
Ruptura de puentes térmicos (€/m)	10-100	16.000	30
Toldos (€/ud)	80-400	18.500	34
Lamas (€/ud)	40-400	9.000	17
Calefacción eléctrica con autoconsumo fotovoltaico (€/kWp)	2.400-11.000	47.000	109
Bomba de calor (€/kW)	200-300	77.000	73
Bomba de calor con autoconsumo	3.900-18.000	103.000	190
Concienciación y sensibilización	-	3.700	46



¿Cuáles son las medidas que más ahorro ofrecen con la mínima inversión?

Hogares sostenibles, soluciones asequibles



## ¿Cuáles son las medidas que más ahorro ofrecen con la mínima inversión?

Una vez dibujada cómo es una vivienda tipo en España, hemos analizado la eficiencia de cada una de las medidas de rehabilitación energética presentadas, teniendo en cuenta el coste económico, para las tres zonas climáticas seleccionadas.

Para ello, hemos partido de la calificación energética inicial que tiene cada casuística y la hemos comparamos con la nueva calificación después de aplicar las medidas. Se ha calculado el ahorro en calefacción en la estación del año más fría y el ahorro en refrigeración en la estación del año más calurosa y, posteriormente, se han comparado los ahorros conseguidos con el coste económico que han supuesto. De esta manera, se han identificado cuáles son las medidas más costo-eficientes en función de la situación geográfica y la época del año. Para ello, hemos elaborado una gráfica comparativa entre la eficiencia energética y el precio de cada una de las medidas.

## **Medidas incompatibles**

Existen medidas diferentes para una misma solución, de tal forma que si eliges una de no puedes utilizar la otra. Un ejemplo muy claro es el de la fachada porque, aunque existan el SATE y la fachada ventilada, solo puedes escoger una; en primer lugar, por incompatibilidad de sistemas y, en segundo, porque aún en el caso de sistemas compatibles (SATE y trasdosado interior) seria redundante y no supondría una mejora en la eficiencia.





#### Mejores medidas para el clima mediterráneo

Nos situamos en Sevilla, donde en 2023 la temperatura media en invierno fue de 13,2°C y en verano de 27,4°C, según <u>AEMET</u>. Es un escenario con un clima intenso en verano y suave en invierno, por lo que la rehabilitación energética debe enfocarse en medidas que frenen las consecuencias de las altas temperaturas que se alcanzan en verano, que conllevan un excesivo calor en el interior de las viviendas y, por tanto, una gran necesidad de refrigeración para mantener el confort.

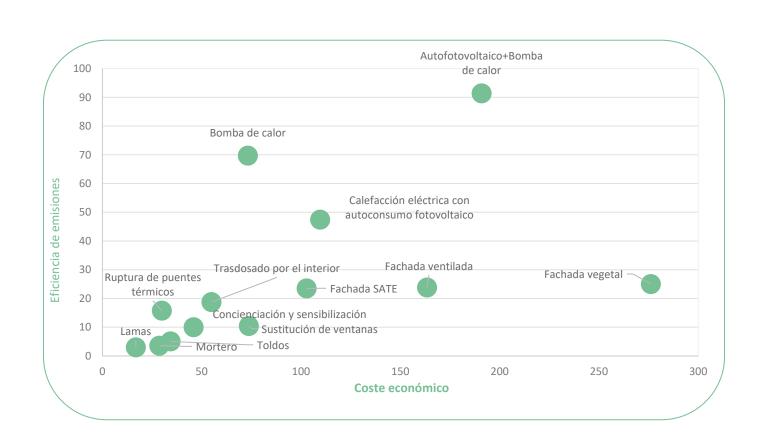
Utilizando como base el **edificio tipo** presentado anteriormente, obtenemos que para este clima obtiene una **calificación energética E**, con un indicador global de emisiones de **33,6 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup>**.



Con estos datos de partida se ha analizado cómo mejora la demanda energética del edificio (y por tanto las emisiones) aplicando cada una de las medidas descritas en el apartado medidas de eficiencia que implementar. En la siguiente tabla se recogen el ahorro de emisiones en calefacción y refrigeración, así como de las globales, a las que luego se les ha aplicado el coste económico de cada medida para obtener el ranking de las medidas más costo eficientes para el clima mediterráneo. Se ha seguido el mismo procedimiento para el continental y el atlántico.

# Análisis costo eficiente para el clima mediterráneo

Medidas de mejora	Ahorro emisiones calefacción (%)	Ahorro emisiones refrigeración (%)	Ahorro emisiones globales (incluye ACS) (%)	Coste (€/m²)	Relación ahorro/coste
Bomba de calor	72,2	47,6	69,7	73,2	****
Ruptura de puente térmico	21,6	15,4	15,8	29,9	***
Bomba de calor con autoconsumo fotovoltaico	93,2	86,8	91,4	190,9	***
Calefacción eléctrica con autoconsumo fotovoltaico	69,9	0,0	43,0	109,6	***
Trasdosado por el interior	26,7	17,6	18,8	54,9	★★☆☆☆
Fachada SATE	33,0	22,0	23,5	102,8	★☆☆☆☆
Concienciación y sensibilización	10,0	10,0	10,0	45,9	***
Lamas	0,0	9,9	2,7	16,8	* ~ ~ ~ ~ ~
Toldos	0,0	18,7	5,1	34,3	****
Fachada ventilada	33,5	22,0	23,8	163,4	★☆☆☆☆
Sustitución de ventanas	11,9	14,3	10,4	73,7	<b>★</b> ☆☆☆☆
Mortero	3,4	5,5	3,6	28,6	<b>★</b> ☆☆☆☆
Fachada vegetal	33,5	26,4	25,0	276,1	<b>★</b> ☆☆☆☆



Los resultados obtenidos para el clima mediterráneo muestran que, con diferencia, la medida más costo eficiente es la bomba de calor que conlleva una más que destacable reducción de las emisiones globales del 70%. Es la segunda medida que más reduce las emisiones y la quinta más cara.

La segunda medida más costo eficiente es una medida pasiva, la ruptura del puente térmico, que obtiene ese lugar debido a su bajo precio, pues es la tercera medida más barata, pero, como contrapartida, aporta una reducción de emisiones del 16% (octava en el ranking de ahorro de emisiones).

La tercera medida es la bomba de calor, pero hibridada con autoconsumo fotovoltaico. Esta combinación consigue la mayor reducción de emisiones de todas las medidas estudiadas con un abrumador 91%, aunque en contrapartida es la segunda más cara. De todas formas, teniendo en cuenta la reducción que consigue con el importe económico que supone, ocupa el tercer puesto.

En relación con la hibridación autoconsumo/calefacción se ha estudiado otra medida más, pero en vez de optar por una bomba de calor se ha elegido una calefacción eléctrica convencional. En la tabla se observa que esta combinación conlleva una inversión menor, pero el ahorro de emisiones cae a la mitad, lo que implica que, en términos de costo eficiencia, la calefacción eléctrica convencional es mucho menos interesante, bajando a un cuarto puesto.

Continuando con el análisis de las medidas pasivas y, en concreto, de aquellas enfocadas al aislamiento de la envolvente (fachada), hay, con una similar relación ahorro/coste, dos que son incompatibles entre sí: el trasdosado por el interior y la fachada SATE, consiguiendo esta última más ahorro energético (y de emisiones) pero siendo más cara que el aislamiento interior. Por otro lado, la fachada ventilada ofrece un ahorro de emisiones similar a la fachada SATE, pero con un coste económico superior, lo que supone que, en términos de costo eficiencia, la fachada ventilada sea menos interesante.

En cuanto a las lamas y los toldos, típicas del clima mediterráneo vemos que los toldos aíslan el doble que las lamas, pero su precio es mucho más alto, por lo que las lamas están por encima en cuanto a costo eficiencia, aunque con una diferencia muy ajustada. Estas dos medidas tienen la peculiaridad de que solo actúan sobre las emisiones de refrigeración, por lo que considerando el global su impacto positivo baja.





### Mejores medidas para el clima continental

El siguiente análisis se ha realizado en Madrid, que está situada en la zona climática D3, la que más edificios tiene en España. La temperatura media en invierno en Madrid durante el año 2023, según AEMET, fue de 6,5°C y los meses de verano tuvieron una temperatura media de 24,4°C.

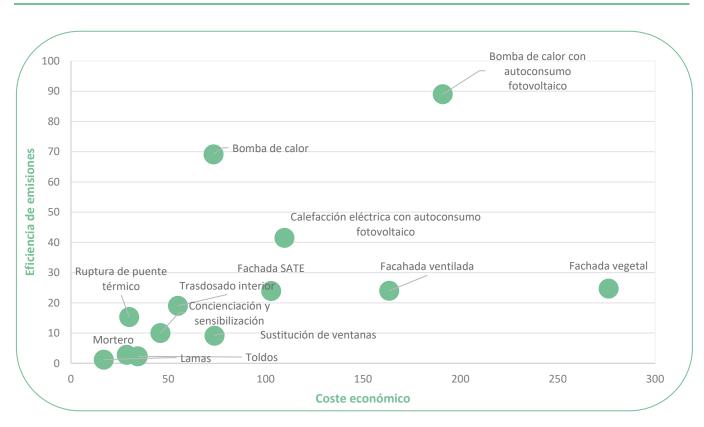
En la siguiente figura podemos observar la calificación energética que tiene el edificio tipo en este clima. Se repite una calificación energética E, aunque en este caso la demanda aumenta casi al doble, llegando a los 60 kgCO<sub>2</sub>/m² al año, consecuencia del incremento de las necesidades de calefacción que se multiplica dos veces y media. La demanda de refrigeración se reduce, aunque en menor medida.





# Análisis costo eficiente para el clima continental

Medidas de mejora	Ahorro emisiones calefacción (%)	Ahorro emisiones refrigeración (%)	Ahorro emisiones globales (incluye ACS) (%)	Coste (€/m²)	Relación ahorro/coste
Bomba de calor	72,2	40,0	69,1	73,2	****
Ruptura de puente térmico	17,2	20,0	15,3	29,9	****
Bomba de calor con autoconsumo fotovoltaico	88,6	76,4	89,0	190,9	****
Calefacción eléctrica con autoconsumo fotovoltaico	61,7	0,0	41,5	109,6	***
Trasdosado interior	21,8	20,0	19,0	54,9	***
Fachada SATE	27,3	25,5	23,9	102,8	★★☆☆☆☆
Concienciación y sensibilización	10,0	10,0	10,0	45,9	<b>★★☆☆☆</b>
Fachada ventilada	27,5	27,3	24,0	163,4	<b>★</b> ☆☆☆☆
Sustitución de ventanas	9,5	20,0	9,1	73,7	★☆☆☆☆
Mortero	2,8	7,3	2,8	28,6	<b>★</b> ☆☆☆☆
Fachada vegetal	27,8	30,9	24,7	276,1	
Lamas	0,0	14,5	1,2	16,8	
Toldos	0,0	25,5	2,3	34,3	



En cuanto al clima continental el pódium se repite. La medida costo eficiente más recomendada es la bomba de calor, con una reducción de emisiones muy similar a la que se obtiene en el clima mediterráneo (cercana al 70%). Es la segunda medida que más reduce las emisiones y la quinta más cara.

La segunda medida más costo eficiente también se repite, la ruptura del puente térmico, una medida que, aunque su porcentaje de ahorro de emisiones es reducido, sólo un 15%, su bajo precio la hace escalar hasta el segundo puesto si analizamos la relación ahorro y coste.

La tercera es la bomba de calor hibridada con autoconsumo fotovoltaico. Esta combinación consigue una reducción de emisiones un punto mayor que en el clima mediterráneo, llegando al 89%. Una drástica reducción que consigue que, aunque sea la segunda más cara, tenga un retorno costo eficiente muy alto.

La hibridación de autoconsumo fotovoltaico con calefacción tradicional obtiene un cuarto puesto en el ranking de costo eficiencia.

En quinta posición aparece una medida pasiva, el trasdosado interior, con una reducción del 19%. Al igual que en el caso de la ruptura del puente térmico, consigue ese puesto por su bajo precio. Otras medidas que actúan sobre la fachada consiguen ahorros mayores, pero se sitúan más atrás en el ranking por ser más caras. Este es el caso de la fachada SATE, la ventilada y la vegetal; todas ellas consiguen una reducción de emisiones del 24%, pero sus altos precios las relegan a una sexta, octava y undécima posición, respectivamente. En resumen, si se opta por una actuación sobre la envolvente prima la ruptura de puentes térmicos, por un mejor resultado en cuanto a inversión y ahorros, pero, si es posible hacer un desembolso mayor, se recomienda la fachada SATE pues consigue una mayor eficiencia. Además, la fachada SATE rompe los puentes térmicos y establece un revestimiento que facilita la refrigeración en verano si es de un material que repele el calor como puede ser el revoco de cal.

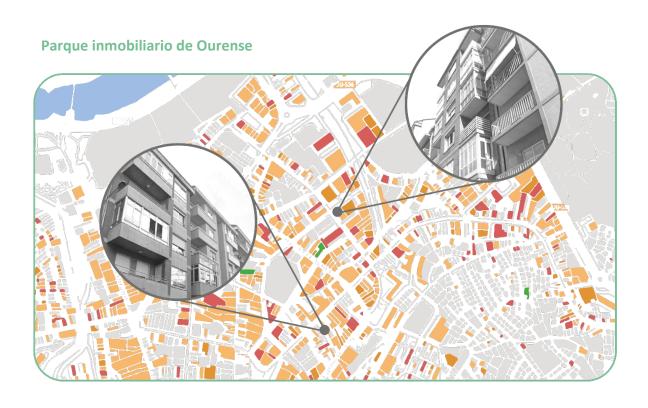
La concienciación y sensibilización consigue un séptimo puesto y es que invertir en formación de la ciudadanía para un consumo responsable y consciente siempre es una buena forma de reducir las emisiones, a la vez que se inculca una nueva cultura de la energía, algo sumamente necesario en la lucha contra el cambio climático.



Analizamos el mismo edificio en el norte de España, concretamente en Orense, Galicia. Este territorio pertenece a la categoría D2, según el CTE. La temperatura media durante el invierno de 2023 fue de 7,2°C y en verano de 19,7°C.

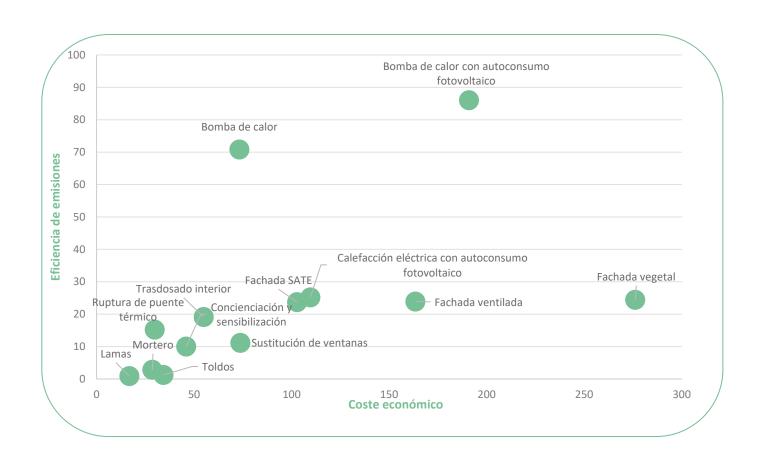
Se repite una calificación energética E. En este clima las emisiones son ligeramente menores que en el clima continental, con 56 kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> al año. La demanda de calefacción es similar, pero la de refrigeración se reduce considerablemente.

	Calificación energética d	el edificio tipo en Ourense		
	A B C 56,5	Demanda de calefacción (kWh/m²)  Demanda de refrigeración (kWh/m²)  Emisiones de calefacción (kgCO <sub>2</sub> /m²)	141,8 6,8 42,7	E D E
Į	(kg CO <sub>2</sub> /m²)	Emisiones de refrigeración (kgCO <sub>2</sub> /m²)  Emisiones de ACS (kgCO <sub>2</sub> /m²)	1,8 7,4	D G
	G			



# Análisis costo eficiente para el clima atlántico

Medidas de mejora	Ahorro emisiones calefacción (%)	Ahorro emisiones refrigeración (%)	Ahorro emisiones globales (incluye ACS) (%)	Coste (€/m²)	Relación ahorro/coste
Bomba de calor	72,2	33,3	70,8	73,2	****
Ruptura de puente térmico	17,2	27,8	15,2	29,9	***
Bomba de calor con autoconsumo fotovoltaico	84,7	61,1	86,0	190,9	***
Trasdosado interior	21,6	22,2	19,1	54,9	***
Calefacción eléctrica con autoconsumo fotovoltaico	47,9	0,0	32,1	109,6	***
Fachada SATE	27,1	27,8	23,7	102,8	***
Concienciación y sensibilización	10,0	10,0	10,0	45,9	***
Sustitución de ventanas	12,5	16,7	11,2	73,7	* ~ ~ ~ ~ ~
Fachada ventilada	27,3	27,8	23,9	163,4	* ~ ~ ~ ~ ~
Mortero	2,8	11,1	2,8	28,6	***
Fachada vegetal	27,5	38,9	24,4	276,1	<b>★</b> ☆☆☆☆
Lamas	0,0	22,2	0,9	16,8	
Toldos	0,0	33,3	1,2	34,3	<b>★</b> ☆☆☆☆



Por último, en el clima atlántico el resultado se repite por tercera vez. La mejor medida costo eficiente es la bomba de calor, con una reducción de emisiones muy similar a la de los otros dos climas (un 71%). Es la segunda medida que más reduce las emisiones y la quinta más cara.

La segunda medida más costo eficiente también se repite, la ruptura de puentes térmicos, con una reducción del 15%. Cabe señalar que esta medida aumenta la protección calorífica y evita condensaciones y, por tanto, un mayor uso de sistemas de calefacción.

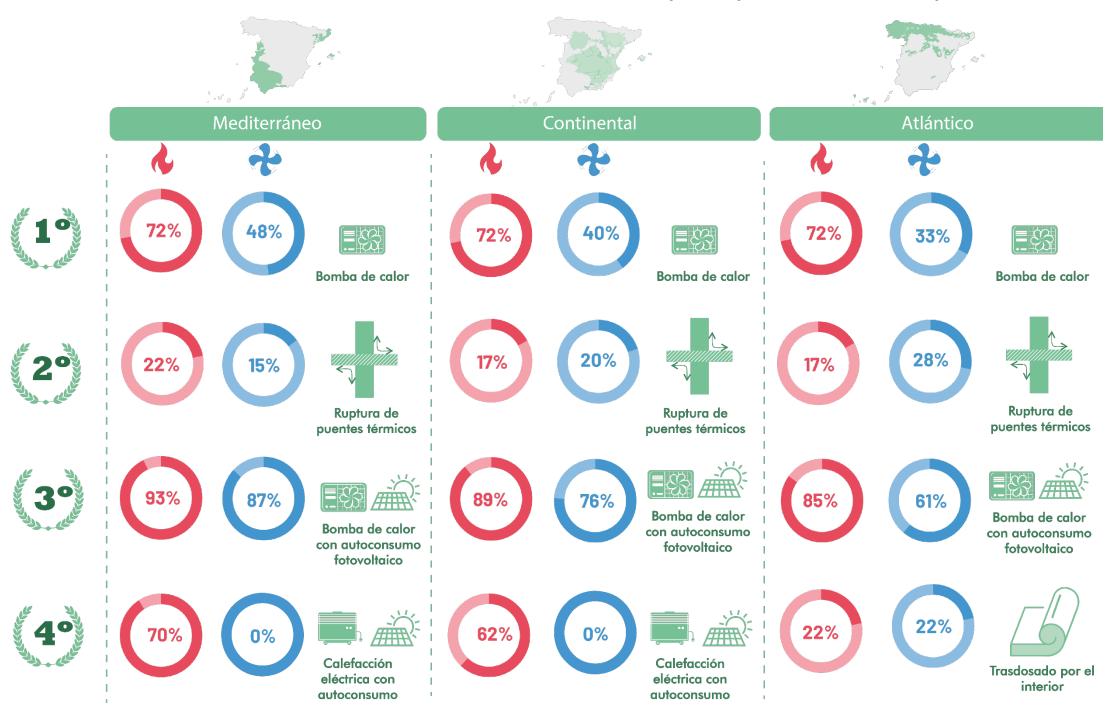
En tercera posición está la bomba de calor hibridada con autoconsumo fotovoltaico. Esta combinación consigue una reducción de emisiones ligeramente menor (86%) que en los otros dos climas debido a que el autoconsumo tiene una menor producción. La medida de hibridación autoconsumo/calefacción eléctrica convencional pasa a un quinto puesto en cuanto a la relación ahorro/coste.

En cuarto lugar, está el trasdosado por el interior y en sexto la fachada SATE que permite un ahorro del 24% en este clima.

La concienciación y sensibilización mantiene el séptimo puesto y la sustitución de ventanas sube al octavo, siendo en el clima atlántico en el que tiene una mejor relación inversión/ahorro de los tres climas analizados.

Por último, resaltar la fachada vegetal, una medida que, pese a obtener unos buenos resultados en cuanto a reducción de emisiones en los tres climas (en torno al 25%), siempre es una de las medidas menos costo eficientes por su alto coste. Es la medida que más inversión requiere, aunque cabe señalar que la fachada vegetal tiene un beneficio extra y es su papel en la renaturalización de las ciudades, ayudando a combatir el efecto isla de calor y la mala calidad del aire en las áreas urbanas. Un valor añadido muy importante que se ha de tener en cuenta a nivel municipal.

### ¿Cuáles son las cuatro medidas más costo eficientes para implementar en nuestro país?



### Nueva calificación energética tras la implementación de las medidas

Cada medida analizada proporciona un ahorro energético y, por tanto, de emisiones, lo que se traduce en una mejora en la calificación energética de las viviendas.

Recordando que partimos de una letra E en todos los casos y que cada letra tiene un rango amplio de emisiones, por ello se ha calculado la nueva calificación.

Medidas de mejora	Clima mediterráneo	Clima continental	Clima atlántico
Bomba de calor con autoconsumo fotovoltaico	A	A	A
Bomba de calor	С	С	С
Calefacción eléctrica con autoconsumo fotovoltaico	С	С	D
Ruptura de puentes térmicos	E	E	E
Trasdosado interior	E	E	E
Fachada SATE	E	E	E
Acción social	E	E	E
Sustitución de ventanas	E	E	E
Fachada ventilada	E	E	E
Mortero	E	E	Е
Fachada vegetal	E	E	E
Lamas	E	E	E
Toldos	E	E	Е

Llama especialmente la atención que una única medida (aunque es doble) consiga llegar a la máxima calificación, el dúo perfecto que forman la bomba de calor y el autoconsumo, y lo hace, además, en los tres climas. Las otras dos medidas que consiguen cambiar de letra son una variación de esta; la bomba de calor que hace mejorar dos letras en toda la península y el autoconsumo fotovoltaico asociado a una calefacción eléctrica convencional.

Por otro lado, no existe un cambio en la letra con la implementación de las medidas de arquitectura pasiva, aunque esto no quiere decir que no exista una mejora en la reducción de las emisiones, como hemos visto previamente.



**Conclusiones** 

La **bomba de calor** es la medida más costo eficiente, es decir, la medida que consigue un **mayor ahorro de emisiones por inversión económica**.

La hibridación de bomba de calor más autoconsumo fotovoltaico es la medida que ofrece una mayor reducción de emisiones, de casi un 90%. Además, tiene una muy buena relación ahorro-coste.

LA DESCARBONIZACIÓN DE NUESTROS EDIFICIOS PASA
POR SU PLENA ELECTRIFICACIÓN Y LA AUTOPRODUCCIÓN
DE ENERGÍA EN ELLOS.



## LA APUESTA POR LA ELECTRIFICACIÓN IMPLICA:



#### **EFICIENCIA ENERGÉTICA**

Tres veces menos demanda.



### AUTOSUFICIENCIA ENERGÉTICA

Nuestros recursos energéticos son el sol y el viento, renovables eléctricas.



#### **100% RENOVABLES**

Renovables eléctricas.



#### AHORRO ECONÓMICO

La energía más barata es la generada por la solar fotovoltaica y la eólica.



#### **CERO EMISIONES**

En uso y, si se genera con renovables, en origen.



# DEMOCRATIZACIÓN DE LA ENERGÍA

Gracias al autoconsumo la ciudanía podrá generar su propia energía con la que abastecer sus hogares.



Santa Engracia, 108. 5º Int. Izda. 28003 Madrid

www.fundacionrenovables.org

