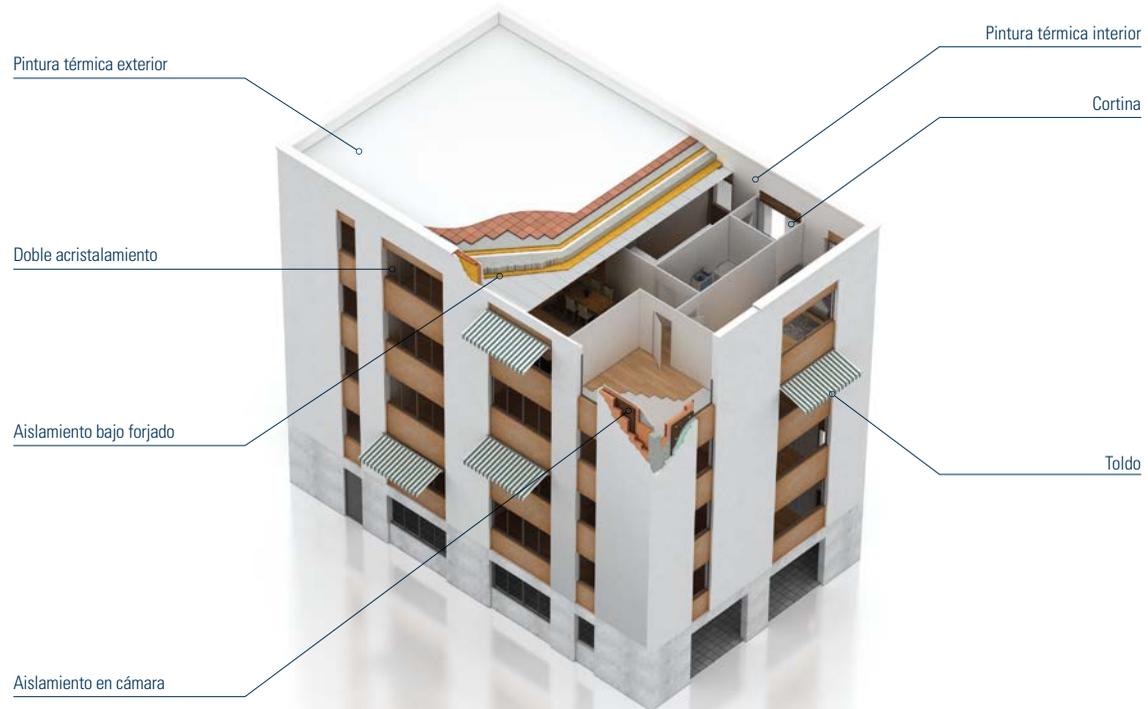


Re-habilitación exprés para hogares vulnerables

Soluciones de bajo coste



Margarita de Luxán García De Diego

Dra. Arquitecta, Catedrática de la Universidad Politécnica de Madrid en la Escuela técnica Superior de Arquitectura. Directora del Seminario de Arquitectura Integrada en su Medio Ambiente (S.A.I.M.A.), U.P.M., 1980-2016. Miembro del Grupo de Investigación para Arquitectura y Urbanismo más Sostenibles GIAU+S. U.P.M. 2005/2016. Tres sexenios de Investigación reconocidos, 27 artículos publicados en Revisitas Profesionales reconocidas y 49 Ponencias y Comunicaciones en Congresos Internacionales, 12 de ellas como Ponente Invitada. Ponente General por España, "Problemas de Asentamientos Humanos en Europa Meridional", Naciones Unidas 1992. Experta para el Gobierno Central en Arquitectura y Urbanismo Sostenibles en el I, XIV y XV Concurso de Buenas Prácticas de la Naciones Unidas Habitat 1996- Estambul, y para el Ministerio de Fomento en el 2014-Dubai y 2016. Directora de 42 Proyectos de Investigación, Estudios y Trabajos sobre Arquitectura y Medio Ambiente, para Ministerios y Comunidades Autónomas. Ha proyectado y dirigido la construcción de 75 Edificios y 5 Conjuntos Bioclimáticos de viviendas, con sistemas de climatización pasivos y activos: viviendas aisladas, agrupadas, en bloque, en conjuntos y edificios de enseñanza.

Carmen Sánchez-Guevara Sánchez

Dra. Arquitecta por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM). Profesora en el Máster en Medio Ambiente y Arquitectura Bioclimática de la UPM. Investigadora en el Grupo de Investigación Arquitectura Bioclimática en un entorno sostenible (ABIO-UPM) donde desarrolla proyectos de investigación nacionales e internacionales sobre el comportamiento energético de edificios, el bienestar térmico y su impacto sobre la salud de las personas y la población vulnerable. Su tesis doctoral (2016) presenta una "Propuesta metodológica de evaluación de la pobreza energética en España. Nuevos indicadores para la rehabilitación de viviendas".

Emilia Román López

Dra. Arquitecta por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM). Profesora asociada del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la ETSAM, UPM. Perteneció al Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad (GIAU+S) de la Universidad Politécnica de Madrid. Es socia de cc60 Estudio de Arquitectura SLP desde su fundación, donde realiza proyectos de arquitectura y urbanismo integrados en su medio ambiente. Ha participado en numerosos cursos, estudios e investigaciones sobre sostenibilidad, eficiencia energética, paisaje, territorio y patrimonio.

María del Mar Barbero Barrera

Dra. Arquitecta por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM). Profesora Ayudante Doctor del Departamento de Construcción y Tecnología Arquitectónicas de la ETSAM, UPM. Perteneció al Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Sostenibilidad (GIAU+S) de la Universidad Politécnica de Madrid. Ha participado en numerosas investigaciones sobre rehabilitación y restauración energética así como sostenibilidad desde el punto de vista de los materiales y sistemas constructivos. En esta línea es coautora de diversas publicaciones a nivel nacional e internacional.

Gloria Gómez Muñoz

Dra. Arquitecta por la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (ETSAM). Socia de cc60 Estudio de Arquitectura SLP desde su fundación. Experta en arquitectura y urbanismo integrado en su medio ambiente. Ha redactado diversos proyectos de obras de arquitectura bioclimática en toda España y ha participado en numerosos estudios e investigaciones sobre sostenibilidad, alojamiento y energía en la edificación. Desde 2003 colabora con el Consejo Superior de los Colegios de Arquitectos en estos y en otros aspectos técnicos de la profesión.

Re-habilitación exprés
para hogares vulnerables
Soluciones de bajo coste

Julio 2017

Re-habilitación exprés para hogares vulnerables

Soluciones de bajo coste

Dirección

Margarita de Luxán García de Diego.

Dra. Arquitecta. Catedrática Emérita Universidad Politécnica de Madrid

Equipo de trabajo

Carmen Sánchez-Guevara Sánchez.

Dra. Arquitecta

Emilia Román López.

Dra. Arquitecta

María del Mar Barbero Barrera.

Dra. Arquitecta

Gloria Gómez Muñoz.

Dra. Arquitecta

Edita

Fundación Gas Natural Fenosa

Plaça del Gas, 8

08201 Sabadell (Barcelona)

Teléfono: 93 412 96 40 Fax: 93 745 03 20

www.fundaciongasnaturalfenosa.org

1ª edición, 2017

ISBN: 978-84-697-4628-8

Depósito legal: B 18398-2017

Impreso en España



Resumen ejecutivo

El objetivo de este estudio es avanzar hacia posibles mejoras en las condiciones de bienestar térmico y en la evaluación del consumo energético en climatización de las viviendas habitadas por familias en situación de pobreza o vulnerabilidad energética, así como proporcionar soluciones de bajo coste, de aplicación rápida y sencilla, que mejoren las condiciones de confort de estas personas.

A partir de un análisis previo de las condiciones de las construcciones y los hogares en cuatro ciudades seleccionadas por su representatividad climática y poblacional (Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla), se plantean una serie de indicadores característicos de las situaciones de pobreza energética. Para ello, se recogen datos climáticos, demográficos, económicos y sociales, junto con características de las viviendas, que reflejan las diferencias en las cuatro ciudades en cuanto a sus circunstancias de composición y tenencia de los hogares, edad y estado de la edificación, instalaciones existentes, etc., lo que implica actuaciones y resultados diversos.

Pobreza energética

Los tres factores principales a los que se suele atribuir la pobreza energética son el elevado coste de la factura energética, los bajos ingresos de los hogares y la baja eficiencia energética de las viviendas. Como se ha indicado, este estudio se centra en la mejora del comportamiento térmico de las viviendas.

La metodología empleada para la valoración de las situaciones de pobreza energética se basa en un enfoque de ingresos y gastos, considerando como pobres energéticos a aquellos hogares que deben gastar más de un 10% de su renta en los suministros energéticos asociados a su vivienda (climatización, producción de agua caliente sanitaria, iluminación, equipos y cocina).

Los costes de calefacción y refrigeración asociados a las viviendas corresponden a la cantidad de energía necesaria para mantener unas condiciones mínimas de habitabilidad térmica en las viviendas y suelen representar el gasto más importante, especialmente en los meses fríos.

Además del umbral de pobreza energética fijado en el 10% de la renta, el método empleado tiene en cuenta la línea de pobreza monetaria, con lo que se consigue recoger el solape que existe muchas veces entre ambas problemáticas. Por último, también se valora el potencial de un hogar de caer en una situación de pobreza energética.

La metodología utilizada en el estudio, que ha sido desarrollada por miembros del equipo (Sánchez-Guevara *et al.*, 2015), permite clasificar los hogares en función de su posición relativa frente a la delimitación de los distintos umbrales de pobreza energética y pobreza monetaria.

De esta manera, se definen los siguientes seis grupos:

- Grupo 1 (G1): Hogares en situación de pobreza energética y monetaria
- Grupo 2 (G2): Hogares en situación de pobreza monetaria
- Grupo 3 (G3): Hogares en situación pobreza energética
- Grupo 4 (G4): Hogares en situación vulnerabilidad a la pobreza energética y monetaria
- Grupo 5 (G5): Hogares en situación de vulnerabilidad a la pobreza monetaria
- Grupo 6 (G6): Hogares sin pobreza energética ni monetaria

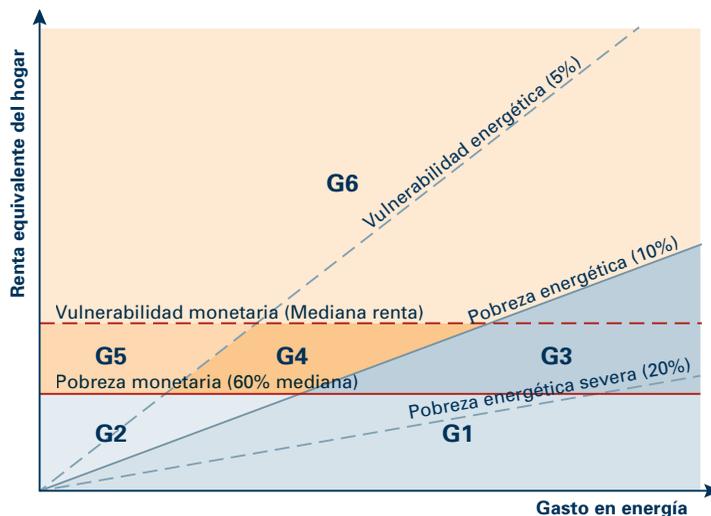


Gráfico de caracterización de la pobreza energética

Fuente: Sánchez-Guevara, C.; Sanz, A.; Hernández Aja, A. 2015

Según el informe sobre pobreza energética realizado a nivel autonómico por la Asociación de Ciencias Ambientales (Tirado *et al.*, 2016), el 15% de la población en Catalunya, el 17% en Galicia y el 15% en Andalucía estarían en esta situación. En el caso de la ciudad de Madrid, un estudio específico sobre el municipio (Sanz *et al.*, 2016) señala que este dato aumentaría hasta 23% al incluir, no sólo a la población con un gasto en energía superior al 10% de la renta, sino también a los hogares en pobreza monetaria que no gastan en energía porque no tienen capacidad económica para hacerlo.

Respecto a datos específicos de las ciudades estudiadas, en Barcelona unos 100.000 hogares podrían estar en pobreza energética, lo que supone el 14% de hogares totales; en A Coruña esta cifra alcanza los 17.400 hogares, lo que supone que el 16% del total; y en Sevilla, se encontrarían en situación de pobreza energética 45.500 hogares, un 17% del total.

Por último, en Madrid alrededor de 323.000 hogares estarían en situación de pobreza energética; teniendo en cuenta que en dicha ciudad hay 2,46 personas por hogar (INE, 2015), habría unas 805.000 personas en esta circunstancia.

El mayor porcentaje de hogares incapaces de mantener su vivienda a la temperatura adecuada en invierno y en verano se da en Andalucía (no existen datos a escala municipal). Los porcentajes más bajos se dan en Barcelona para el invierno y en A Coruña para el verano. En el caso de Madrid, hay un porcentaje mucho mayor de viviendas incapaces de mantener la temperatura adecuada en verano que en invierno.

Hay que destacar que las personas en situación de pobreza energética hacen un uso muy restringido, o casi nulo, de sus instalaciones de calefacción o refrigeración y, por tanto, la mejora de las condiciones térmicas interiores mediante la rehabilitación de la envolvente de sus viviendas supone una solución eficaz y duradera en el tiempo.

Desde esa perspectiva, se plantea una forma de abordar la pobreza energética que difiere de la habitual rehabilitación energética e integral de los edificios residenciales. Se parte de las características específicas de las viviendas en las que se alojan familias en situación de vulnerabilidad energética, proponiendo soluciones que mejoren las condiciones de bienestar, de forma individual, con intervenciones de bajo coste y de rápida aplicación y que no comprometen futuras actuaciones integrales.

Análisis climático y estrategias de diseño pasivo

El consumo energético de las viviendas está directamente relacionado con las condiciones climáticas. Un diseño adecuado de las edificaciones, adaptado al clima en el que se ubican, reduce el consumo de energía necesaria para mantener el bienestar. Para aprovechar las posibilidades del uso de estrategias pasivas de diseño en las viviendas es necesario conocer las características del clima en relación a la edificación. Por ello, se ha realizado un análisis climático de las cuatro ciudades escogidas, identificando para cada una de ellas las estrategias de diseño más adecuadas, que difieren en función de la época del año. De esta manera existen estrategias propias de los meses fríos, como la captación solar, las ganancias internas y la calefacción convencional, y estrategias para los meses cálidos como la protección solar o la ventilación nocturna.

En el caso del invierno, la calefacción mediante sistemas convencionales sería precisa en las horas más frías de los periodos de invierno, existiendo mayor necesidad en A Coruña y en Madrid respecto a Sevilla y Barcelona. El uso de un sistema de calefacción convencional implica necesariamente un consumo energético y, dado el perfil socio-económico de las familias en situación de vulnerabilidad energética, habría que minimizar su utilización mediante la implementación de medidas pasivas, como la mejora de la envolvente de la vivienda (paramentos, acristalamientos y carpintería, techos y suelos) o la reducción de infiltraciones.

Otra estrategia sería el aprovechamiento de la inercia térmica de los elementos de la edificación, sobre todo la de muros y forjados, que sería más efectiva en localidades como Barcelona, Madrid

o Sevilla, siendo en este último lugar una estrategia imprescindible para alcanzar el confort en el interior de las edificaciones durante los meses más calurosos. En ese sentido, la composición y características del muro existente condicionan las soluciones de incorporación de aislamientos y por tanto la capacidad de utilizar esta estrategia en las viviendas.

Algunas de las estrategias pasivas son de aplicación en casi todas las localidades estudiadas, como la protección solar, ventilación, aprovechamiento de la inercia térmica, enfriamiento evaporativo y deshumidificación, aunque en cada localidad el nivel de necesidad es muy diferente. Por ejemplo, en Sevilla se triplica el porcentaje de horas con necesidad de sombra respecto A Coruña (en la que es muy reducido), o en Barcelona la necesidad de ventilación natural y mecánica es el doble que en Madrid. Sin embargo, existen otras estrategias que son específicas para determinados lugares, resultando menos eficaces si se emplean en otras localizaciones; es el caso del enfriamiento evaporativo, positivo en zonas como Madrid o Sevilla, pero de muy poca efectividad en áreas donde la humedad relativa es alta (como Barcelona y A Coruña).

LOCALIDAD	ESTRATEGIAS DE DISEÑO																							
	Protección solar			Ventilación			Inercia			Enfriamiento por evaporación			Deshumidificación			Ganancias internas			Captación solar			Calefacción convencional		
	C	I	F	C	I	F	C	I	F	C	I	F	C	I	F	C	I	F	C	I	F	C	I	F
Barcelona	■	■	□	■	□	□	■	□	□	□	□	□	■	□	□	■	■	■	■	■	■	□	□	□
A Coruña	■	□	□	■	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	■	■	■	■	■	■	□	□	□
Madrid	■	■	□	■	□	□	■	□	□	■	□	□	□	□	□	■	■	■	■	■	■	□	□	□
Sevilla	■	■	□	■	□	□	■	□	□	■	□	□	■	□	□	■	■	■	■	■	■	□	□	□

C Meses cálidos **I** Meses intermedios **F** Meses fríos
 ■ Necesidad muy alta ■ Necesidad alta ■ Necesidad media ■ Necesidad baja □ No necesaria

Aplicación de estrategias de diseño por meses, según localidad

Fuente: Elaboración propia

El estudio de las condiciones climáticas de las cuatro localidades indica que, respecto a las medidas de rehabilitación de las viviendas, es fundamental considerar el tratamiento de los huecos frente a la protección solar durante los meses más calurosos (que varían según la localidad), principalmente en localidades como Sevilla, Madrid y Barcelona.

Hay que tener especial cuidado en el diseño de dichas protecciones, que deben permitir el paso sin obstrucciones de la radiación solar en los meses de invierno, y también en algunos meses de primavera u otoño, ya que una de las estrategias que reducen el consumo de energía es la captación solar en los meses en los que resulta necesaria.

En ese sentido, una protección fija que sombreo todo el hueco en los meses estivales no debe impedir el acceso solar en algunos meses intermedios, donde la captación solar sigue siendo necesaria. Por ese motivo, puede ser recomendable el uso de elementos de sombra fijos y móviles.

Para no errar en las decisiones de diseño es aconsejable tener un claro conocimiento del contexto físico, climático, socio-económico y urbano en el que se encuentra el edificio y la vivienda en concreto, para poder implementar medidas eficaces a lo largo del año.

Si bien las estrategias pasivas en la edificación en un determinado clima son las mismas en una vivienda de nueva planta que en una vivienda ya construida, las soluciones son diferentes, ya que en el segundo caso se parte de una situación urbana, constructiva y de uso ya determinada. En este último caso, en función del estado inicial de la vivienda, la reducción del consumo de energía por la aplicación de las soluciones de bajo coste variará.

Catálogo de soluciones

El carácter de las intervenciones de bajo coste y rápida ejecución para las viviendas requiere de soluciones que cumplan una serie de requisitos como, por ejemplo, que su puesta en obra sea rápida y que preferentemente se puedan realizar desde el interior de la vivienda, para no afectar a los elementos comunes además, que no sea preciso la solicitud de licencia de obras, o incluso los permisos de la comunidad de propietarios.

Teniendo en cuenta que las transferencias térmicas se producen a través de la envolvente, las soluciones se clasifican en: fachada, suelos, cubiertas, carpintería y vidrios y protecciones solares.

Bajo estos criterios, el catálogo de soluciones constructivas ha permitido identificar aquéllas que se consideran de mayor viabilidad en estos casos, y dejarlas reflejadas en 77 fichas. En éstas se recoge información general de las soluciones las casas comerciales que distribuyen los productos y los datos técnicos de mayor relevancia para la evaluación de su conveniencia, asimismo se recogen distintas recomendaciones sobre su empleo, montaje y puesta en obra junto con el coste estimado. La organización de la información según estos campos permite la comparación y elección de soluciones más adecuadas para cada caso.

Simulación energética del estado actual y aplicación de soluciones: intervención exprés

La simulación energética de las viviendas en el estado actual y tras la aplicación de un conjunto de soluciones permite evaluar la reducción del consumo de energía para mantener el bienestar interior, así como las temperaturas dentro de las mismas a lo largo del año.

El bloque lineal exento es una tipología representativa de las viviendas construidas en la década de los 60 en muchas ciudades españolas y en el que se aloja una parte importante de la población vulnerable. Por ese motivo se ha elegido para la simulación energética, con el objetivo de evaluar el impacto de un conjunto de soluciones seleccionadas que se ha denominado intervención exprés.

El consumo energético de cada vivienda, además de lo anteriormente expuesto, depende de otros factores como su orientación y su posición relativa en el edificio. Por ese motivo, es fundamental evaluar las medidas en diferentes posiciones dentro del bloque seleccionado. Para ello, se han seleccionado para cada localidad 9 tipos de vivienda, tomando como elemento diferenciador principal entre unas y otras su grado de exposición respecto al entorno, es decir, la cantidad de envolvente expuesta a las condiciones climáticas exteriores.

Por otro lado, el consumo energético también depende de los márgenes de confort que se establezcan; en este caso se han establecido unos márgenes de bienestar basados en el confort adaptativo y en condiciones mínimas de habitabilidad térmica. La definición de estos márgenes ha tenido en cuenta las estimaciones de la Organización Mundial de la Salud, que hacen hincapié en las graves consecuencias que tiene para la salud la pobreza energética y que derivan de una exposición prolongada a temperaturas que se alejan de las de condiciones de confort.

Los cálculos de demanda de calefacción y refrigeración realizados en base a los parámetros y datos expuestos anteriormente ofrecen datos para nueve viviendas en cada una de las cuatro localidades estudiadas.

Como es de esperar, las diferentes necesidades energéticas de las viviendas varían en función de la zona climática en la que se encuentran. Por ejemplo, las necesidades energéticas de calefacción de las viviendas de Sevilla apenas sobrepasan los 50 kWh/m² mientras que las viviendas de Madrid llegan a los 150 kWh/m². La demanda anual de calefacción de las viviendas situadas en Barcelona y A Coruña, en climas con la misma severidad climática de invierno, oscilan entre los 55 y los 120 kWh/m². Las necesidades anuales respecto a la demanda de refrigeración también varían: las viviendas situadas en A Coruña no tienen demanda de refrigeración mientras que las viviendas de Sevilla alcanzan los 37-50 kWh/m². Las viviendas situadas en Madrid y Barcelona también presentan demanda de refrigeración, aunque menor (no sobrepasan los 24 kWh/m²).

Junto con las diversas circunstancias climáticas, se ponen de manifiesto importantes diferencias debidas a las distintas posiciones relativas de las viviendas dentro de cada bloque. Así, las viviendas situadas en las plantas bajas y últimas presentan las peores condiciones de habitabilidad en condiciones de invierno, mientras que son las últimas plantas las que sufren un mayor sobrecalentamiento en el período de verano.

La aplicación de un conjunto de soluciones (mejora del aislamiento térmico, sustitución de carpinterías y vidrios e incorporación de protecciones solares) en las viviendas muestra una reducción de la demanda energética en climatización diversa en función de la localidad donde se ubica.

En Barcelona, se comprueba la efectividad de esta intervención, y especialmente en las viviendas más expuestas (plantas superiores), donde las demandas se reducen hasta en una cuarta parte respecto a las iniciales en los meses más fríos y a un tercio en los meses más cálidos. En la planta primera, se mejora sustancialmente el comportamiento en condiciones de invierno.

En A Coruña, resultan también efectivas las medidas de reducción de necesidades de calefacción, principalmente en las viviendas más expuestas (plantas superiores), donde las demandas de calefacción se reducen hasta en una cuarta parte respecto a las iniciales.

En Madrid también lo son, sobre todo en las viviendas más expuestas (plantas superiores), donde las demandas se reducen hasta en una tercera parte respecto a las iniciales durante los meses más fríos y a menos del 50% en los meses más cálidos.

En Sevilla son igualmente efectivas, aumentando en las viviendas con peores condiciones iniciales que coinciden con las más expuestas (plantas superiores), donde las demandas se reducen en gran medida respecto al estado inicial durante los meses más fríos y a menos del 40% en los meses más cálidos.

El gasto económico para la aplicación de este conjunto de soluciones de bajo coste (aislamiento de muro, cambio de carpinterías y vidrios, incorporación de protecciones solares) varía desde los 5.600 y los 8.000 euros, en función de la posición de la vivienda dentro del bloque. Esta estimación económica se ha realizado en la situación más desfavorable, esto es, teniendo en cuenta que no se ha intervenido en el edificio desde su construcción inicial y equivale aproximadamente al 25% del coste generalizado de las rehabilitaciones energéticas de edificios de viviendas al uso.

Para los casos con aún menores posibilidades económicas, que no permitan la aplicación completa del conjunto de medidas, se ofrecen, para las 4 ciudades y los 9 tipos de viviendas, tablas que señalan el orden de efectividad de cada solución por separado.

Suponiendo que en estas viviendas la calefacción y producción de agua caliente sanitaria con radiadores y caldera de gas y la refrigeración por aparatos eléctricos son los sistemas más habituales para garantizar el bienestar interior (con excepciones según el clima y la localidad), el ahorro anual que les supondría esta intervención en las viviendas oscilaría entre los 300 y los 650 euros, en función de la posición de la vivienda y la localidad. Los mayores ahorros se producen en los climas más severos en invierno y verano, como Madrid.

Sin embargo, los hogares en situación pobreza y vulnerabilidad energética no suelen utilizar los sistemas de climatización porque no pueden permitirse ese gasto y, por lo tanto, no mantienen las viviendas en condiciones de bienestar adecuadas todos los días del año. De este modo, no tiene sentido un análisis de retorno de la inversión económica de mejora de la vivienda, ya que no es posible estimar el ahorro económico cuando la situación inicial es que apenas se produce gasto.

Por ese motivo, se ha considerado necesario evaluar las temperaturas interiores de las viviendas antes y después de la aplicación de las soluciones, en condiciones pasivas, sin hacer uso de los sistemas de climatización. De esta manera, es posible estimar el bienestar interior en la situación más desfavorable, en la que los hogares no pueden permitirse encender la calefacción o la refrigeración.

Los datos son distintos para cada localidad, pero en todas ellas se observa que, tras la intervención expresada, en invierno disminuyen, incluso desaparecen, las temperaturas inferiores a 10°C en el interior de la vivienda y aumenta el porcentaje de tiempo en el que la vivienda está a una temperatura superior a los 18,5°C. En el caso del verano, se reduce el periodo de tiempo en el que la temperatura se encuentra por encima de los 29°C, especialmente en las viviendas situadas en última planta.

Estos datos permiten conocer el número de días en los que la vivienda está en condiciones adecuadas de temperatura en invierno como en verano, antes y después de la intervención, sin el uso de sistemas de climatización. Aunque el aumento del número de días en bienestar es diferente en cada localidad, se pueden estimar incremento del 10% al 15% en los meses de invierno y del 7% al 15% en verano.

Analisis del impacto de las soluciones y su relación con la pobreza energética

Los resultados respecto a la caracterización de las viviendas en función de la renta y el gasto de energía antes y después de la intervención, permite observar la eficacia social de estas medidas en cada caso.

En todos los casos analizados, en aquellos hogares en los cuales la pobreza monetaria se solapa con la pobreza energética, las medidas de intervención exprés consiguen mejorar sus condiciones considerablemente, pero no son suficientes para sacar a estos hogares de una situación de pobreza energética.

Por ejemplo, en el caso de una vivienda situada en última planta como la que se muestra en el siguiente gráfico, el primer decil de renta se encontraría en situación de pobreza monetaria y monetaria (G1). Una intervención exprés en su vivienda alejaría al hogar de la pobreza energética, pero se mantendría en la situación solapada de pobreza monetaria. Sería necesario adoptar otro tipo de medidas, bien en la línea de la reducción del gasto de energía en la vivienda o bien mediante el incremento de renta de manera que se conseguiría que este hogar saliera de su situación. Los siguientes deciles de renta se encontrarían en el grupo de pobreza energética (G3) por lo que, a un porcentaje importante de hogares con estas rentas, la intervención exprés les permitiría salir de esta situación. Aun así, las rentas más bajas se encontrarían en una situación de vulnerabilidad por lo que, para garantizar que no volvieran a la pobreza energética, sería necesario garantizar mayor reducción del gasto energético, por ejemplo, con una rehabilitación integral del edificio, o medidas que les permitan un incremento de renta.

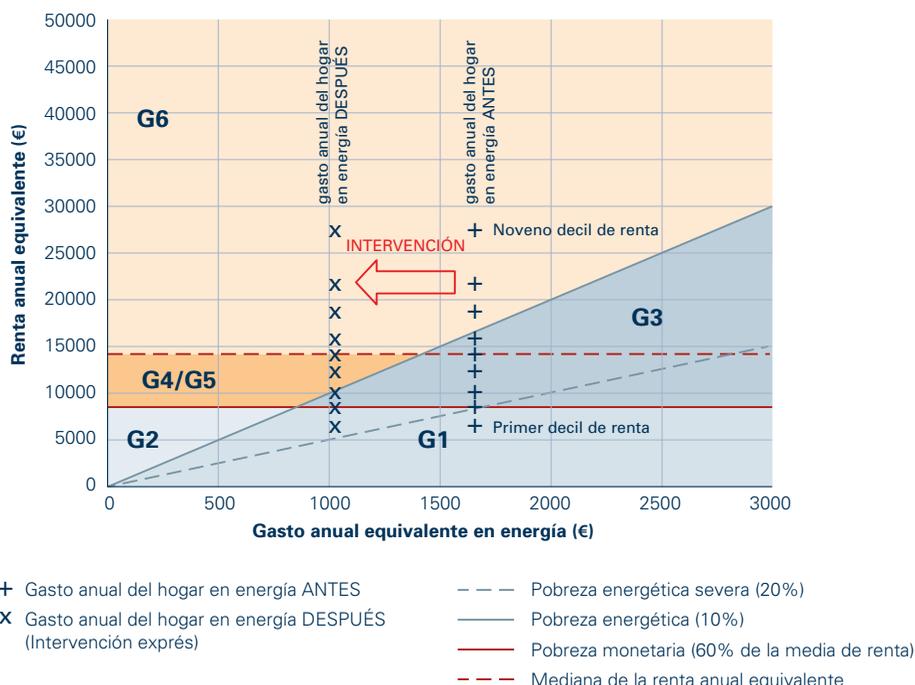


Gráfico de caracterización de la pobreza energética de vivienda de última planta en Madrid

El impacto de la intervención exprés siempre resulta positivo sobre la situación de vulnerabilidad energética de las familias desde dos perspectivas: por un lado, los cambios en la relación entre gasto en energía para mantener las situaciones de bienestar y la renta anual media equivalente según la metodología descrita anteriormente; y, por otro, la modificación del número de horas en bienestar y el porcentaje de horas en cada rango de temperatura antes y después de la intervención.

La metodología utilizada en este trabajo permite ajustarse a una realidad que no suele analizarse en los estudios de eficiencia energética habituales. A modo de conclusión, y en una escala descendente, se puede señalar que en las situaciones de pobreza energética no es adecuado usar como indicador principal el posible ahorro energético, ya que estos hogares no pueden ahorrar en algo que no consumen. Por ello, hay que trabajar con las consideraciones de la demanda que sería necesaria para conseguir las condiciones de bienestar en el interior de la vivienda y, finalmente, es imprescindible comprobar el número de horas en las que podrían alcanzar bienestar sin consumo alguno ya que esta es la situación más habitual de los hogares en pobreza energética.

Índice

Resumen ejecutivo	3
Parte 0. Introducción	15
1. Introducción	16
1.1 Condiciones normativas	18
1.2 Condiciones de aplicación	18
1.3 Propuestas del catálogo de soluciones	19
1.4 Márgenes en las temperaturas de confort	19
Parte I. Pobreza energética, factores e indicadores en las ciudades seleccionadas	21
2. Antecedentes	22
2.1 Origen y definición de la pobreza energética	22
2.2 Caracterización de la pobreza energética en España	23
3. Factores e indicadores de la pobreza energética	26
4. Condiciones económicas, sociales y de la edificación en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla	28
4.1 Barcelona. Caracterización de indicadores relacionados con la pobreza energética	28
4.2 A Coruña. Caracterización de indicadores relacionados con pobreza energética	36
4.3 Madrid. Caracterización de indicadores relacionados con pobreza energética	44
4.4 Sevilla. Caracterización de indicadores relacionados con pobreza energética	52
4.5 Datos comparados de las ciudades estudiadas	60
4.6 Perfiles de pobreza energética en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla	65
5. Análisis climático y estrategias pasivas para los ámbitos de estudio	68
5.1 Definición de estrategias pasivas para el bienestar en los espacios interiores	68
5.2 Climograma de Givoni	69
5.3 Análisis a través del programa Climate Consultant	71
5.4 Análisis del clima de Barcelona y estrategias en la edificación	72
5.5 Análisis del clima de A Coruña y estrategias en la edificación	78
5.6 Análisis del clima de Madrid y estrategias en la edificación	84
5.7 Análisis del clima de Sevilla y estrategias en la edificación	90
5.8 Conclusiones del análisis climático	97

Parte II. Catálogo de soluciones de bajo coste	109
6. Catálogo de soluciones constructivas de bajo coste y aplicación sencilla	110
6.1 Paramentos	112
6.2 Acristalamientos y carpinterías	137
6.3 Protección solar	162
6.4 Techos	175
6.5 Suelos	196
Parte III. Simulación energética de estado actual y aplicación de soluciones	205
7. Selección de casos de estudio	206
7.1 Definición geométrica de la tipología edificatoria seleccionada: el bloque lineal	206
7.2 Características constructivas	208
8. Evaluación teórica simulada de la eficiencia energética de las soluciones en cuanto a demanda y tiempos de mantenimiento de confort en las viviendas de Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla.	209
8.1 Método de evaluación energética de las viviendas	209
8.2 Análisis de demanda de energía antes de la intervención con soluciones de bajo coste	216
8.3 Reducción en la demanda energética tras la aplicación de las medidas propuestas	219
Parte IV. Análisis del impacto de las soluciones de bajo coste en las viviendas y su relación con la pobreza energética	229
9. Valoración económica de las soluciones consideradas	230
10. Impacto de la intervención exprés sobre la situación de pobreza energética de los hogares	233
10.1 Caracterización de viviendas en función de renta y gasto de energía antes y después de la intervención	233
10.2 Análisis de temperaturas y horas de confort en las viviendas antes y después de la intervención	244
Parte V. Recomendaciones	253
11. Recomendaciones	254
12. Bibliografía	259



Parte 0

Introducción

1. Introducción

El estudio tiene por objeto la mejora de las condiciones de bienestar en viviendas en las que sus ocupantes se enfrenten a situaciones de pobreza y vulnerabilidad energética, analizando las posibilidades y resultados de distintas soluciones de bajo coste a implementar de forma sencilla y rápida.

En este estudio se plantea una forma de abordar la pobreza energética que difiere de los planteamientos habituales de rehabilitación energética de construcciones, en los que las medidas se aplican a la totalidad del edificio objeto de intervención. A diferencia de ellas, se parte de las características específicas de los hogares en situación de pobreza energética, donde las soluciones propuestas se dirigen a minimizar la falta de condiciones de bienestar en las viviendas, de forma individual, con intervenciones de bajo coste y de rápida aplicación.

Partiendo de que la mejor rehabilitación desde cualquier enfoque, incluido el energético, es la que se realiza considerando el edificio de manera integral, en numerosas ocasiones la complejidad en la gestión de este tipo de intervenciones supone la demora en el tiempo de la aplicación de medidas que, si bien podrían mejorar la situación de muchos ciudadanos en condiciones de vulnerabilidad respecto a la pobreza energética, requieren de acuerdos entre propietarios o inversiones elevadas, que dificultan su puesta en marcha.

Este trabajo se debe estructurar en dos fases, la primera de las cuales, de carácter teórico y aplicada a las localidades de Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla, queda recogida en esta publicación. Una segunda fase, objeto de trabajos posteriores, debería ser eminentemente práctica en la que, tras su aplicación real en viviendas existentes, y mediante la comparación del estado inicial y el posterior a la intervención, se pudieran valorar con datos reales los beneficios alcanzados. Posteriormente se podrían realizar adaptaciones y extrapolaciones a otras condiciones climáticas y localidades.

Para una mejor comprensión de la metodología utilizada y los resultados obtenidos, este documento se ordena en las siguientes partes:

En la PRIMERA PARTE del estudio, se desarrollan los siguientes apartados:

- En el primer apartado, se define la estructura del estudio, así como algunos de los fundamentos y condicionantes que se han tenido en cuenta a la hora de la realización del mismo.
- En el segundo se presenta una caracterización de la pobreza energética en España que permitirá situar grupos de población en función de la pobreza monetaria y/o energética, lo que permitirá aportar soluciones específicas para cada caso.
- En el tercer apartado se analizan los indicadores para la caracterización de la pobreza energética en España.

- En el cuarto, se recogen las condiciones económicas, sociales y de la edificación de las cuatro ciudades seleccionadas por su representatividad en términos de clima y de condiciones de la edificación: Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla. Al final se incluye un resumen comparativo de las cuatro ciudades.
- En el quinto se realiza un análisis climático y de estrategias pasivas aplicables en las cuatro ciudades escogidas. Se aporta un resumen de estrategias de diseño para definir las medidas de bajo coste en las distintas localidades y se ponen de manifiesto las diferencias entre ellas. Al mismo tiempo, se aportan unas tablas resumen que facilitan la adopción de estrategias en función de la estación climática y de la ciudad.

La SEGUNDA PARTE está dedicada a ofrecer un catálogo de soluciones de bajo coste.

- En el apartado sexto se aporta un catálogo de soluciones de bajo coste disponibles actualmente en el mercado. Se incluyen soluciones constructivas organizadas en función de su empleo en los elementos constructivos que componen las viviendas: paramentos, suelos, techos, carpinterías y vidrios. Este apartado consta de una colección de fichas con datos técnicos y de puesta en obra, así como recomendaciones para su aplicación. Para cada uno de los elementos y soluciones se adjunta un cuadro resumen que permite visualizar fácilmente comparaciones entre ellos.

La TERCERA Y CUARTA PARTE están dedicadas a la simulación energética del estado actual y del resultante tras la aplicación de un conjunto de soluciones a las viviendas; a este conjunto de soluciones se le ha denominado intervención exprés. Ambas partes constan de los siguientes apartados:

- En el apartado séptimo se describe el bloque de viviendas que será objeto de estudio y que se ha escogido por sus condiciones energéticas y por representatividad del parque construido.
- En el octavo, se evalúa la reducción de la demanda energética en calefacción y en refrigeración de algunas de las soluciones descritas en la segunda parte, aplicadas al bloque objeto del estudio en las cuatro localidades. Para su selección se ha tenido en cuenta la posibilidad de aplicación a las viviendas con usuarios en pobreza energética. Para la estimación se han establecido unos márgenes de bienestar basados en el confort adaptativo.
- En el apartado noveno, se evalúa el coste económico de las medidas seleccionadas con diferentes combinaciones, incluida la intervención exprés.
- En el décimo se analiza el impacto que tienen las mejoras en la situación de pobreza energética de las familias desde dos perspectivas: por un lado, los cambios en la relación entre gasto en energía para mantener las situaciones de bienestar y la renta anual media equivalente según la metodología descrita en la Parte I y, por otro, la modificación del número de horas en bienestar y el porcentaje de horas en cada rango de temperatura antes y después de la intervención.

La QUINTA PARTE de este documento incluye las conclusiones más relevantes para intervenir en las viviendas en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla.

1.1 Condiciones normativas

Cuando se rehabilita energéticamente un edificio, es obligatorio el cumplimiento de la normativa vigente, en concreto el Documento Básico de Ahorro de Energía del Código Técnico de la Edificación. A diferencia de este tipo de rehabilitación, las actuaciones contempladas en este estudio no serían de aplicación las exigencias de la normativa vigente porque:

- En ningún caso supondrán un incremento de la demanda energética del edificio.
- No implican la renovación de más del 25% de la superficie total de la envolvente térmica del edificio.
- No son distintas de las que se llevarían a cabo para el mantenimiento del edificio, referidas a la habitabilidad.

Por otra parte, este tipo de soluciones pueden proponerse como obras de mejora por parte del arrendatario o arrendador (en caso de viviendas en alquiler) y/o, en todo caso, cumpliendo la Ley de Arrendamientos Urbanos, específicamente sujetas al Capítulo IV, en los artículos 22 y 23.

1.2 Condiciones de aplicación

A pesar de que las soluciones propuestas puedan resultar más o menos complejas para adecuarlas a cada caso o necesidad particular, en este apartado, se proponen una serie de condiciones específicas que han de acotar la selección del tipo de soluciones contempladas en el estudio, teniendo en cuenta que van destinadas a usuarios en situación de pobreza energética, con una limitada capacidad de intervención sobre sus viviendas:

- La puesta de obra ha de ser rápida
- Los usuarios pueden continuar en el interior de la vivienda durante la actuación
- Las soluciones se adecúan a las condiciones particulares de la edificación
- Pueden ejecutarse sin necesidad de solicitar, previamente, licencia de obras
- Pueden hacerse sin necesidad del acuerdo y/o permiso de la Comunidad de vecinos
- Pueden hacerse como obras de mejora por el arrendatario o el arrendador (en caso de viviendas en alquiler), y/o en todo caso cumpliendo la Ley de Arrendamientos Urbanos
- El realizarlas no impide futuras rehabilitaciones energéticas del edificio en su conjunto o mejoras posteriores con esa misma orientación
- Las soluciones se realizan por el interior, sin necesidad de andamiajes, y no afectan a las fachadas por el exterior

En el listado de soluciones se incluyen algunas otras que no cumplen exactamente dichas condiciones pero que pueden considerarse de interés en algunos casos específicos.

1.3 Propuestas del catálogo de soluciones

Se ofrecen diversas soluciones que varían en función de la facilidad de puesta en obra, la complejidad, el precio y la eficiencia, entre otros. Aparecen básicamente dos tipos:

- Con material y montaje simple (objetos y bricolaje que podrían realizar los propios vecinos), transporte sencillo y elevación sin necesidad de medios específicos, mano de obra no especializada, herramientas no específicas, instalaciones complementarias simples, poco peso añadido, no afecta a estructura portante y no tiene exigencia de proyecto profesional.
- Con material y montaje medio (sistemas suplidos, pinturas o acabados), transporte, elevación y herramientas específicas, mano de obra profesional: oficial, peón, instalaciones complementarias con electricistas, fontaneros, etc., poco peso añadido, no afectan a estructura portante y, quizás, exigencia de recomendaciones profesionales para su puesta en obra.

En las fichas recogidas en el catálogo de soluciones se especifican cada uno de estos aspectos.

1.4 Márgenes en las temperaturas de confort

Se ha observado que no existen unos criterios unificados en los márgenes de temperaturas de confort, según opiniones expresadas en distintas publicaciones y normativas. De este modo, la Organización Mundial de la Salud señala, en su informe de 1987, que si la vivienda se mantiene en un rango de temperaturas entre 18°C y 24°C no existen riesgos para la salud (OMS, 1987). Este informe también señala como grupos más vulnerables a los niños, mayores y discapacitados, no debiendo éstos permanecer, de manera continua, a una temperatura por debajo de 20°C.

Por su parte, los diagramas bioclimáticos fijan una banda de temperatura de confort entre los 21°C y los 26°C, siendo ésta la que, con mayor frecuencia, se recoge en las publicaciones profesionales sobre el tema y la que, normalmente, se emplea para definir las condiciones de confort interior en el diseño del edificio y sus instalaciones. Aunque, en el cálculo de las instalaciones de climatización, se utilice comúnmente los valores entre 20°C y 22°C que son los que reducen significativamente el número de quejas de falta de confort por parte de los usuarios (IDAE, 2007).

Este estudio trata de analizar el impacto en el coste energético y en las condiciones de bienestar de la aplicación de medidas de bajo coste en viviendas con usuarios en situación de pobreza energética. En este sentido, resulta fundamental la definición de los rangos de temperaturas interiores de bienestar que se van a considerar porque, a partir de ellos, se obtienen las demandas y los consumos energéticos. La selección de un rango pequeño de temperaturas supone, generalmente, un mayor gasto de energía para mantener la vivienda en esas condiciones. Por ese motivo, en el estudio se han planteado unos límites de bienestar diferentes a los habitualmente utilizados para la simulación energética y el cálculo de las instalaciones, basados en el llamado "confort adaptativo". Éste considera que las personas tienen capacidad de adaptarse a un rango amplio de temperaturas mediante estrategias comunes, como el arropamiento en invierno o la ventilación en verano, pudiendo ser diferentes según la localización, ya que los habitantes están habituados a las condiciones climáticas específicas de la región en la que viven. En los apartados de caracterización climática y simulación energética se explica detalladamente el rango de temperaturas elegido.



Parte I

Pobreza energética, factores e indicadores en las ciudades seleccionadas

2. Antecedentes
3. Factores e indicadores de la pobreza energética
4. Condiciones económicas, sociales y de la edificación en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla
5. Análisis climático y estrategias pasivas para los ámbitos de estudio

2. Antecedentes

2.1 Origen y definición de la pobreza energética

En 1991, Brenda Boardman establece la primera definición de pobreza energética más conocida hasta ahora:

“La pobreza energética es la incapacidad de un hogar de obtener unos servicios energéticos adecuados (en la vivienda) por el 10% de su renta” (Boardman, 1991)

El establecimiento de la línea del 10% como divisoria para determinar los hogares en situación de pobreza energética fue el resultado del estudio de los datos estadísticos de los hogares ingleses en 1988.

En el año 2010, el Departamento de Energía y Cambio Climático de Reino Unido establece un método para la medición de la pobreza energética de acuerdo con la definición de Boardman, de manera que considera que:

“Un hogar se encuentra en situación de pobreza energética si tiene que gastar más de un 10% de su renta en combustible para mantener un nivel adecuado de calefacción (definido normalmente en 21°C en el salón y 18°C en el resto de las habitaciones de la casa)” (DECC, 2010)

La determinación de la pobreza energética se realiza mediante un enfoque de ingresos y gastos, a partir de un índice de pobreza energética en el que se incluyen además de los gastos de calefacción, los de producción de agua caliente sanitaria, iluminación, equipos y cocina¹. El índice de pobreza energética es el resultado de multiplicar el consumo energético de la vivienda por el precio de la energía y dividirlo por la renta del hogar.

El cálculo de la renta se realiza a partir de la denominada “renta completa” que incluye los ingresos, beneficios sociales personales de todos los miembros del hogar, las ayudas que pueda percibir la vivienda, descuentos, etc.

Desde la primera definición, una situación de pobreza energética se debe a la interacción de tres factores:

- Bajos ingresos de los hogares
- Baja eficiencia energética en las viviendas
- Elevados precios de la energía

¹ En esta primera estimación de coste energético de las viviendas no se incluye, como tal, el gasto de refrigeración, al ser desarrollada en países con climas fríos en el que este consumo no es significativo o se puede incluir en el consumo de los equipos.

2.2 Caracterización de la pobreza energética en España

La caracterización de los hogares en situación de pobreza energética se ha realizado de acuerdo con la metodología desarrollada por Sánchez-Guevara *et al.*, 2015. Esta metodología se basa en un enfoque de ingresos y gastos y se explica mediante un gráfico de dispersión en el cual se sitúan los hogares en función de los gastos energéticos asociados a la vivienda y de la renta equivalente del hogar (véase Figura 1). Esta metodología permite comprobar la posición relativa en la que se encuentran los hogares objeto de análisis respecto a los umbrales de pobreza energética y pobreza energética severa. Además de esto, el método incorpora la variable de la pobreza monetaria. La pobreza energética se suele situar en el contexto de la exclusión social y de una definición más amplia de pobreza, incluyendo no sólo cuestiones relativas a la energía, sino también a económicas o monetarias. La inclusión de una línea de pobreza monetaria permite evaluar diferentes tipos de pobreza energética facilitando, de esta manera, la definición de soluciones específicas para cada caso. Por estos motivos, se ha considerado que esta metodología es la más adecuada para evaluar el impacto de determinadas soluciones en la vivienda, que permitan a los hogares salir de la situación de pobreza energética.

La definición de los indicadores recogidos en el método y sus respectivos umbrales se describen a continuación:

- Pobreza energética: el umbral se establece para una necesidad de gasto en energía superior al 10% de la renta del hogar. Este valor, como se ha visto en el apartado anterior, ha sido muy utilizado en numerosas metodologías y, a pesar de que hoy en día se utilizan indicadores más ajustados, es un límite con alto grado de consenso y que permite la comparación con otros estudios.
- Pobreza energética severa: para este umbral se ha elegido el valor del 20% del gasto con respecto a la renta.
- Vulnerabilidad energética: para este umbral se ha elegido el valor del 5% del gasto con respecto a la renta.
- Línea de pobreza monetaria: este umbral se ha fijado conforme al límite definido por Eurostat, calculado como el 60% del valor de la mediana de la renta.
- Vulnerabilidad monetaria: se encuentran en esta situación aquellos hogares que pese a encontrarse por encima del umbral de la pobreza, están por debajo de la línea de la mediana de la renta.
- Renta equivalente: calculada como la renta disponible total del hogar dividida por el número de unidades de consumo equivalentes (personas) que lo componen; esta renta se asigna por igual a todos los miembros del hogar.²

² Instituto Nacional de Estadística

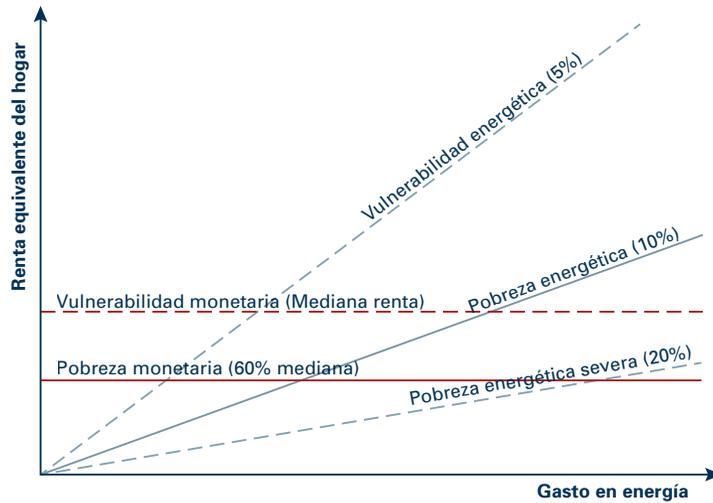


Figura 1. Definición de límites en el gráfico de dispersión de la pobreza energética en España

Fuente: Sánchez-Guevara, C; Sanz, A.; Hernández Aja, A. 2015

A partir de la delimitación de los distintos umbrales de pobreza energética y pobreza monetaria, es posible dividir la población por grupos de hogares en función de su posición relativa dentro del gráfico. Esta subdivisión de grupos se puede ver en la Figura 2.

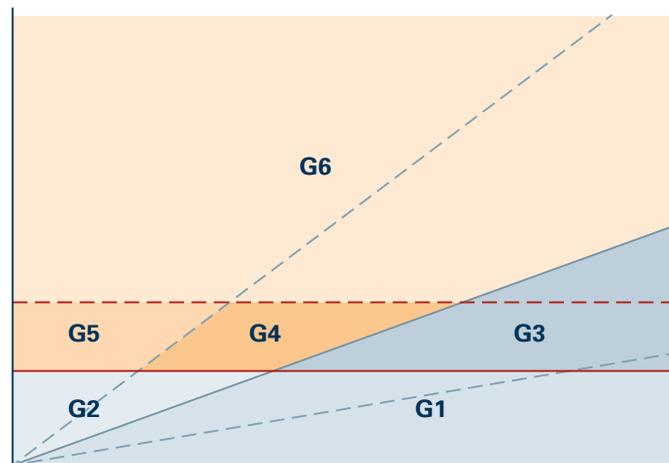


Figura 2. Delimitación de grupos en el gráfico de dispersión de la pobreza energética

Fuente: Sánchez-Guevara, C; Sanz, A.; Hernández Aja, A. 2015

La aplicación de esta metodología a diversos ámbitos territoriales ha permitido describir las principales características de estos grupos (Sánchez-Guevara, 2016; Sanz *et al.*, 2016), que se describen a continuación:

- **Grupo 1 (G1): Hogares en situación de pobreza energética y monetaria**

Las personas que se encuentran en este grupo sufren ambos tipos de pobreza por sus bajos ingresos y su elevado gasto en facturas energéticas.

En general, viven en un parque envejecido, ineficiente energéticamente, sin calefacción y con superficies elevadas. Todo esto implica un elevado gasto en energía para mantener condiciones interiores de temperatura adecuada.

Hay un elevado porcentaje de sustentadores del hogar que son mujeres y emigrantes. También se caracterizan por un bajo porcentaje de estudios superiores. En este grupo hay un elevado porcentaje de personas no ocupadas o contratos eventuales o precarios. Hay un alto porcentaje de hogares con presencia de menores y mayores, así como de hogares monoparentales.

En lo que se refiere a las actuaciones para mejorar las condiciones de sus viviendas, este grupo tiene serias dificultades para abordar una rehabilitación integral del edificio que requiere una inversión económica importante. En ese sentido, serían necesarias ayudas especiales a fondo perdido.

Para mejorar las condiciones de confort en su vivienda de manera inmediata, serían deseables intervenciones como las que se describen en este documento que, con poca inversión inicial, alcanzan resultados razonables.

- **Grupo 2 (G2): Hogares en situación de pobreza monetaria**

Los hogares en esta situación no entran normalmente en los porcentajes de población en pobreza energética de los estudios basados en el enfoque de ingresos y gastos, ya que sus bajos niveles de renta no les permiten gastar más del 10% de su renta en el pago de la energía, debiendo destinarla a cubrir otras necesidades básicas. Las características de las viviendas indican que no suelen alcanzar condiciones de bienestar en el interior la mayor parte del día.

Este grupo se caracteriza porque habitan en edificios de más de 25 años antigüedad, sin calefacción, el sustentador principal suele ser un inmigrante, con bajo porcentaje de nivel de estudios superiores. Suelen ser hogares monoparentales, con menores y con un porcentaje elevado de viviendas en alquiler.

También serían necesarias ayudas directas para la rehabilitación de sus viviendas, ya que los bajos ingresos imposibilitan acometer gastos extraordinarios para la rehabilitación de las viviendas.

- **Grupo 3 (G3): Hogares en situación pobreza energética**

Los hogares de este grupo son en su mayoría unipersonales, muchos de ellos de personas mayores de 65 años, sin ocupación laboral lo que indica que se trata en su mayoría de jubilados con pensiones no demasiado elevadas. Hay poca presencia de menores y un porcentaje alto de vivienda en propiedad.

El parque de viviendas que ocupan tiene sistemas de calefacción, pero está muy envejecido y con una elevada superficie por habitante, lo que implica un elevado gasto para mantener la totalidad de la vivienda en condiciones de confort.

Algunos de estos hogares podrían tener la posibilidad de abordar una rehabilitación energética de sus edificios y sus viviendas.

- **Grupo 4 (G4): Hogares en situación vulnerabilidad a la pobreza energética y monetaria**

Este grupo ocupa las viviendas más antiguas. Si la situación de la persona sustentadora principal es muy precaria pueden acabar formando parte de los anteriores grupos. Su composición es variada, prevaleciendo los hogares de una o dos personas.

- **Grupo 5 (G5): Hogares en situación de vulnerabilidad a la pobreza monetaria**

Este grupo habita el parque de viviendas más nuevo. Su situación frente a la vulnerabilidad económica se ve relativamente mitigada por una situación laboral más favorable que otros grupos. En lo que respecta a su composición es en el que menos personas solas hay, prevaleciendo las parejas. Un porcentaje elevado tiene que hacer frente a algún tipo de pago mensual referente a la vivienda, sea hipoteca o alquiler, lo cual pone riesgo la capacidad de afrontar el pago de la energía en caso de que se produzca algún cambio en el nivel de ingresos.

- **Grupo 6 (G6): Hogares sin pobreza energética ni monetaria**

3. Factores e indicadores de la pobreza energética

Diversos estudios sobre la pobreza energética en España han permitido identificar una serie de factores cuya concurrencia conduce a situaciones de pobreza energética y una serie de indicadores que caracterizan los grupos sociales en esta situación (Sánchez-Guevara, 2015; Sanz *et al.*, 2016). Estos son los siguientes:

Factores determinantes de la pobreza energética

Son los tres factores que pueden dar lugar a que un hogar esté en una situación de pobreza energética:

- **Nivel de ingresos de los hogares**

El nivel de ingresos de los hogares se evalúa a través del indicador nivel anual de renta de los hogares. De esta manera es posible referenciar el gasto en energía del hogar para mantener el interior en unas condiciones de confort y para otros usos necesarios (cocina, electrodomésticos, iluminación, ACS) a un parámetro que indica el nivel económico de los hogares y, de esta manera, identificar situaciones de pobreza energética.

- **Características de las viviendas**

Este indicador se relaciona con el comportamiento térmico de las viviendas. En función de sus características, las viviendas podrán requerir mayor consumo de energía para mantener el confort interior. De forma general se puede afirmar que, en función de su periodo de construcción, y si no han sido rehabilitadas energéticamente, las viviendas tienen un determinado comportamiento térmico.

- **Coste de la energía**

El coste de la energía es un parámetro que, al interactuar con los anteriores, conduce a situaciones de pobreza energética. En el caso de España, al representar el consumo en climatización un elevado porcentaje del consumo en energía de las viviendas, son determinantes las características de la envolvente y de las instalaciones. El coste de la energía será diferente en función del tipo de combustible empleado.

Indicadores agravantes de las situaciones de pobreza energética

Son indicadores que aparecen de forma habitual al analizar las características de cada uno de los tres grupos definidos en situación de pobreza energética y/o monetaria. Si el porcentaje de estos indicadores es alto, en un determinado contexto urbano, puede implicar un porcentaje elevado de hogares en situación de pobreza energética.

- **Régimen de tenencia**

En los grupos en pobreza monetaria (G2) y pobreza energética y monetaria (G1), el porcentaje de hogares en alquiler es elevado. Sin embargo, en la población que sufre pobreza energética (G3) hay un porcentaje alto de viviendas en propiedad.

- **Composición y estructura de los hogares**

En los grupos G1 y G2 es habitual que el sustentador principal sea mujer o inmigrante con menores a su cargo. El grupo G3 destaca por el alto porcentaje de población femenina o por parejas mayores de 65 años. En todos los grupos el nivel de estudios superiores suele ser un porcentaje bajo.

4. Condiciones económicas, sociales y de la edificación en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla

En este apartado se recogen las principales condiciones económicas, sociales y de las viviendas en las ciudades estudiadas, de manera que sea posible caracterizar los factores que intervienen habitualmente en las situaciones de pobreza energética en cada contexto urbano. Para su elaboración se han utilizado los datos estadísticos disponibles en el Instituto Nacional de Estadística (INE), en especial el Censo de Población y Vivienda (2011), la Encuesta de Condiciones de Vida (2007), la Encuesta de Presupuestos Familiares (2013) y el Sistema de Indicadores urbanos Urban Audit (2013 y 2015). Se han utilizado datos procedentes de estudios realizados en diferentes años ya que no hay estudios estadísticos específicos sobre la pobreza energética en España, y en cada uno de ellos aparecen los distintos datos que interesan en su valoración más actualizada.

4.1 Barcelona. Caracterización de indicadores relacionados con la pobreza energética

4.1.1 Población, hogares y pobreza energética en Barcelona

Según el Censo de Población y Vivienda de 2011 (INE, 2011), Barcelona tenía en ese año una población de 1.611.013 personas. No hay datos sobre la pobreza energética a escala municipal, pero en Catalunya, el 15 % de la población estaría en situación de pobreza energética según el enfoque ingresos y gastos, es decir que dedican más del 10% de los ingresos destinado al suministro energético de la vivienda (Tirado *et al.*, 2016).

Extrapolando este dato a la ciudad de Barcelona, se encontrarían en esta situación aproximadamente 242.000 personas. Teniendo en cuenta que el tamaño medio de los hogares es de 2,41 personas (INE, 2015), unos 100.000 hogares en la ciudad podrían estar en pobreza energética, lo que supone el 14% de los 684.078 hogares (INE, 2011).

Según la Encuesta de Condiciones de Vida de 2007 (INE, 2007), en Catalunya, el 15 % de los hogares declaraba que tienen una temperatura insuficientemente cálida durante los meses fríos en sus viviendas. Aplicando este dato a los hogares de Barcelona, se trataría de unos 100.000 hogares. En el caso del verano, los hogares que declaraban que no tienen una temperatura suficientemente fresca durante los meses cálidos en Catalunya son el 25%. En el caso de Barcelona serían unos 171.000 hogares.

Finalmente, la renta media anual de los hogares en Barcelona es de 35.089,57 euros (INE, 2013a). La renta media equivalente en Catalunya es de 14.450 euros (INE, 2013b).

4.1.2 Características de las viviendas de Barcelona

4.1.2.1 Viviendas en Barcelona según su antigüedad y estado de conservación

Barcelona tiene un parque de viviendas relativamente antiguo. El 84 % de ellas tiene más de 25 años (construida antes de 1990). El mayor porcentaje de viviendas en Barcelona se construyó entre 1961 y 1980. Si se suman ambos grupos, el 65% de las viviendas fueron construidas antes de la Norma Básica de Edificación de 1979 (NBE-CT-79). En general, el estado de conservación de los edificios en Barcelona es bueno. Apenas un 3% se encuentra en un estado malo o deficiente. Además de estos datos, la encuesta de condiciones de vida (INE, 2007) incluye si la antigüedad de la vivienda es mayor o menor de 25 años. Puesto que esta información es la única disponible en este estudio, que evalúa cuestiones de interés para caracterizar el fenómeno de la pobreza energética, se ofrece este dato para Barcelona y el resto de ciudades estudiadas.

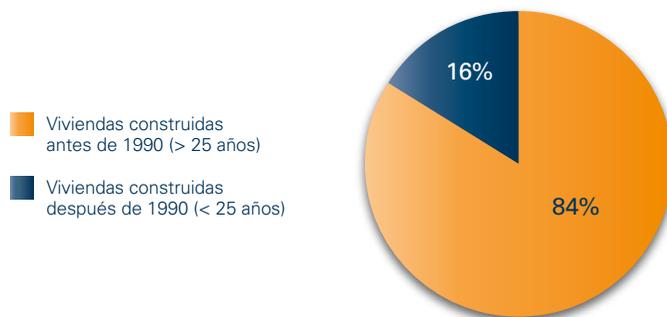


Figura 3. Viviendas en Barcelona según su antigüedad

Antigüedad	Nº de viviendas
Viviendas construidas antes de 1990 (> 25 años)	602.675
Viviendas construidas después de 1990 (< 25 años)	113.225

Tabla 1. Viviendas en Barcelona según su antigüedad

Fuente: Elaboración propia a partir de Censo Población y Vivienda, 2011 y Estadísticas de la Edificación del Ministerio de Fomento, 2016

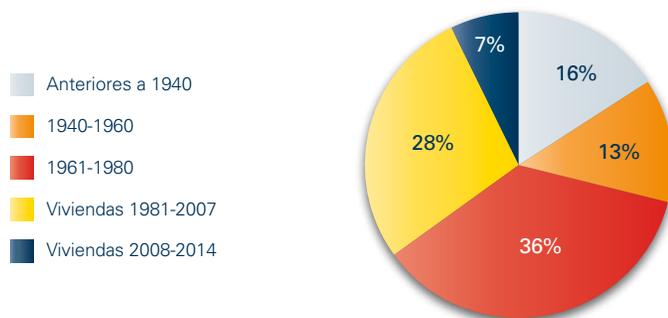


Figura 4. Viviendas en Barcelona según su periodo de construcción

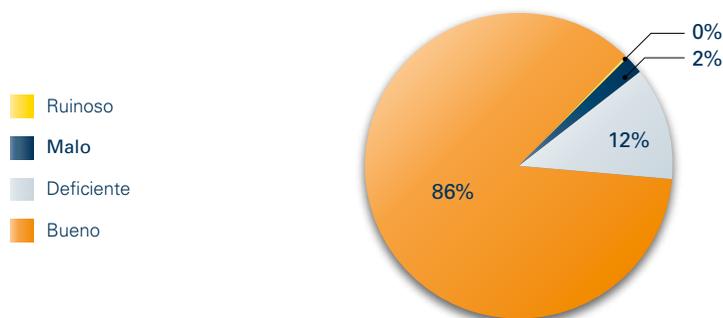


Figura 5. Edificios en Barcelona según su estado de conservación

4.1.2.2 Características de las viviendas en Barcelona en relación al consumo de energía

No hay datos sobre las características de las viviendas en relación a la eficiencia energética en la ciudad de Barcelona. Los datos existentes corresponden a nivel autonómico de la Encuesta Hogares y Medio Ambiente de 2008 (INE, 2008) y tampoco ofrece resultados concluyentes sobre la eficiencia energética de las viviendas en esa Comunidad, al tratarse de una encuesta con un componente subjetivo importante.

4.1.2.3 Disponibilidad y sistemas de calefacción en viviendas de Barcelona

La disponibilidad de sistemas de calefacción en las viviendas de Barcelona es del 58%. Este porcentaje incluye cualquier sistema de calefacción (centralizado e individual). De éstos, el mayor porcentaje corresponde a calefacción individual (53%), aunque un 31% tiene aparatos que permiten calentar alguna estancia. Un 11% no tienen sistemas de calefacción.

Estos datos son similares a los de la encuesta de Hogares y Medio Ambiente para Catalunya, que señala que el 76% tiene calefacción en todas las habitaciones y el resto sólo en alguna. El mayor

porcentaje de población utiliza la calefacción en Catalunya de uno a tres meses (45%), seguido de tres a seis meses (38%). Teniendo en cuenta la variedad climática de este territorio, es posible que el uso de uno a tres meses sea el más habitual en Barcelona, frente a otros climas más fríos de la Comunidad Autónoma.

En cuanto al combustible más utilizado, el 72% de las viviendas en Catalunya (INE, 2008) tienen gas canalizado y el 100% electricidad. Es lógico pensar que las viviendas con calefacción centralizada e individual sean de gas (canalizado, bombona de butano o similar). El resto utilizaría sistemas eléctricos para la calefacción.

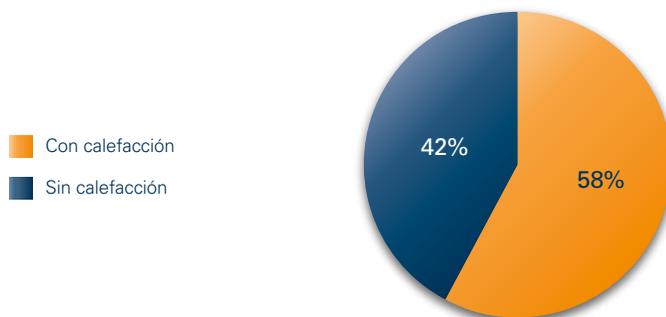


Figura 6. Disponibilidad de calefacción en viviendas en Barcelona

Disponibilidad de calefacción	Nº de viviendas
Con calefacción	396.210
Sin calefacción	287.870

Tabla 2. Disponibilidad de calefacción en viviendas en Barcelona

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011



Figura 7. Sistemas de calefacción en las viviendas de Barcelona

Tipo de calefacción	Nº de viviendas
Con calefacción colectiva o central	32.460
Con calefacción individual	363.750
Sin instalación, pero con aparatos que permiten calentar alguna habitación	213.980
Sin calefacción y sin ningún aparato que permita calentar	73.890

Tabla 3. Sistemas de calefacción en las viviendas de Barcelona

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

	% de viviendas para Catalunya
Calefacción en todas o en la mayoría de las habitaciones (*)	76,0
Calefacción sólo en una parte de las habitaciones (*)	24,0

Tabla 4. Disponibilidad de calefacción en viviendas en Catalunya

Fuente: Encuesta Hogares y Medio Ambiente 2008

	% de viviendas para Catalunya
Uso de la calefacción menos de un mes (*)	11,1
Uso de la calefacción de uno a menos de tres meses (*)	45,8
Uso de la calefacción de tres a menos de seis meses (*)	38,1
Uso de la calefacción seis meses o más (*)	2,8
Uso de la calefacción: No sabe / No contesta (*)	2,2

Tabla 5. Uso de los sistemas de calefacción en viviendas en Catalunya

Fuente: Encuesta Hogares y Medio Ambiente 2008

4.1.2.4 Disponibilidad y sistemas de refrigeración en Barcelona

En Barcelona, un porcentaje elevado de las viviendas no tiene sistemas de refrigeración (79%), mientras que el porcentaje que lo tienen (21%) es previsible que sea eléctrico. La mayor parte de estas viviendas (78%) tienen aire acondicionado sólo en una de las estancias, previsiblemente el salón y lo apagan por la noche (94%).

(*) Sobre el total de viviendas que disponen de calefacción

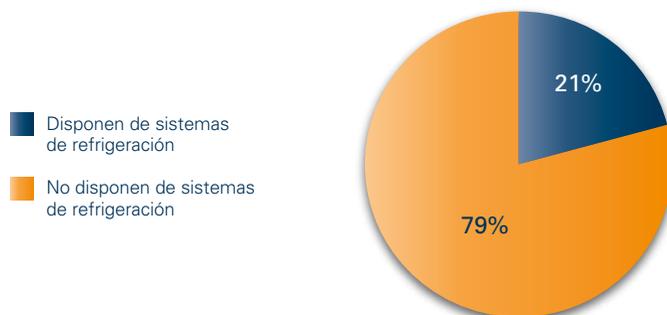


Figura 8. Disponibilidad de sistemas de refrigeración en las viviendas de Barcelona

Disponibilidad de sistemas de refrigeración	Nº de viviendas
Disponen de sistemas de refrigeración	123.546
No disponen de sistemas de refrigeración	470.905

Tabla 6. Disponibilidad de sistemas de refrigeración en las viviendas de Barcelona

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2001

	% de viviendas para Catalunya
Disponen de aire acondicionado	36,1
Aire acondicionado en todas las habitaciones (**)	10,2
Aire acondicionado en la mayoría de las habitaciones (**)	11,0
Aire acondicionado sólo en una parte de las habitaciones (**)	78,8

Tabla 7. Disponibilidad de sistemas de refrigeración según habitaciones en las viviendas de Catalunya

Fuente: Encuesta Hogares y Medio Ambiente 2008

Disponibilidad de sistemas de refrigeración	Nº de viviendas
Apagan el aire acondicionado por la noche (**)	94,3
Se apaga el aire acondicionado desde la central por la noche (**)	1,2
No apagan el aire acondicionado por la noche (**)	4,5

Tabla 8. Uso del sistema de refrigeración en las viviendas de Catalunya

Fuente: Encuesta Hogares y Medio Ambiente 2008

(**) Sobre el total de viviendas que disponen de aire acondicionado

4.1.3 Indicadores característicos de la pobreza energética en Barcelona

En el caso de los indicadores característicos, que suelen estar presentes en un porcentaje alto de situaciones de pobreza energética, los datos disponibles para Barcelona indican que el 38% de las viviendas son en propiedad y el 30% alquiladas. El 22% tienen pagos pendientes por hipoteca.

Estos datos hay que cruzarlos con la estructura del hogar para identificar los porcentajes de población más vulnerable a la pobreza energética, que son los hogares monoparentales con una mujer como sustentadora principal e hijos a su cargo (8%) y las mujeres solas mayores de 65 años (10%). La tasa de desempleo en Barcelona es del 13,48% (INE, 2015).

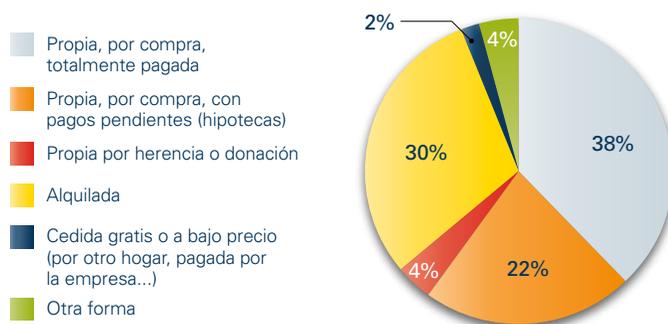


Figura 9. Régimen de tenencia de las viviendas en Barcelona

Régimen de tenencia	Nº de viviendas
Propia, por compra, totalmente pagada	257.547
Propia, por compra, con pagos pendientes (hipotecas)	153.835
Propia por herencia o donación	26.249
Alquilada	205.912
Cedida gratis o a bajo precio	13.327
Otra forma	27.207

Tabla 9. Régimen de tenencia de las viviendas en Barcelona

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

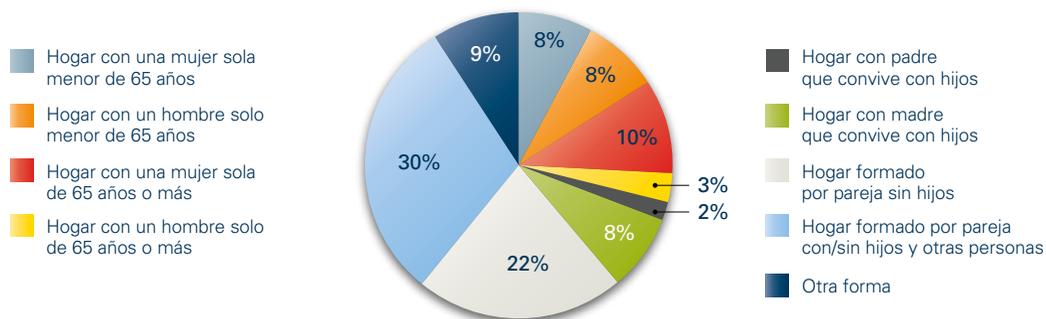


Figura 10. Estructura de los hogares en Barcelona

Estructura del hogar	Nº de viviendas
Hogar con una mujer sola menor de 65 años	56.788
Hogar con un hombre solo menor de 65 años	53.146
Hogar con una mujer sola de 65 años o más	70.504
Hogar con un hombre solo de 65 años o más	17.614
Hogar con padre que convive con hijos	12.351
Hogar con madre que convive con hijos	54.956
Hogar formado por pareja sin hijos	153.004
Hogar formado por pareja con / sin hijos y otras personas	358.806
Otro tipo de hogar	59.914

Tabla 10. Estructura de los hogares en Barcelona

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

4.2 A Coruña. Caracterización de indicadores relacionados con pobreza energética

4.2.1 Población, hogares y pobreza energética en A Coruña

Según el Censo de Población y Vivienda de 2011 (INE, 2011), A Coruña tenía en ese año una población de 245.053 personas. No hay datos sobre la pobreza energética a escala municipal, pero en Galicia, el 17 % de la población estaría en situación de pobreza energética según el enfoque ingresos y gastos, es decir que dedican más del 10% de los ingresos destinado al suministro energético de la vivienda (Tirado *et al.*, 2016).

Extrapolando este dato a la ciudad de A Coruña, se encontrarían en esta situación aproximadamente 41.600 personas. Teniendo en cuenta que el tamaño medio de los hogares es de 2,39 personas (INE, 2015), unos 17.400 hogares en la ciudad podrían estar en pobreza energética, lo que supone el 16% de los 105.584 hogares (INE, 2011)

Según la Encuesta de Condiciones de Vida de 2007 (INE, 2007), en Galicia, el 18,3 % de los hogares declaraba que tienen una temperatura insuficientemente cálida durante los meses fríos en sus viviendas. Aplicando este dato a los hogares de A Coruña, se trataría de unos 18.260 hogares. En el caso del verano, los hogares que declaraban que no tienen una temperatura suficientemente fresca durante los meses cálidos en Galicia son el 11%. En el caso de A Coruña serían unos 11.600 hogares.

La renta media anual de los hogares en A Coruña es de 30.468,66 euros (INE, 2013a). La renta anual media equivalente en Galicia es de 12.436 euros (INE, 2013b).

4.2.2 Características de las viviendas de A Coruña

4.2.2.1 Viviendas en A Coruña según su antigüedad

En A Coruña, el 63% de las viviendas tiene una antigüedad superior a 25 años. El mayor porcentaje de ellas (41%) se construyó entre 1981 y 2007, posteriormente a la NBE-CTE-79, aunque el 35% se hizo entre el 1960 y 1980. Éstas, junto con las que fueron construidas con anterioridad, suman un 46% de viviendas construidas antes de la NBE-CT-79.

En cuanto al estado de conservación, hay que señalar que cerca del 25% de los edificios se encuentra en estado deficiente, malo o ruina.



Figura 11. Viviendas en A Coruña según antigüedad

Antigüedad de las viviendas	Nº de viviendas
Viviendas construidas antes de 1990 (> 25 años)	72.347
Viviendas construidas después de 1990 (< 25 años)	43.349

Tabla 11. Viviendas en A Coruña según antigüedad

Fuente: Elaboración propia a partir de Censo Población y Vivienda, 2011 y Estadísticas de la Edificación del Ministerio de Fomento, 2016

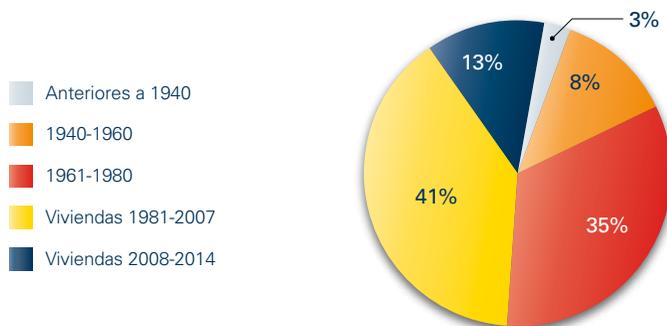


Figura 12. Viviendas en A Coruña según el periodo de construcción

Periodo de construcción	Nº de viviendas
Viviendas anteriores a 1940	3.805
1940-1960	11.356
1961-1980	48.941
Viviendas 1981-2007	58.372
Viviendas 2008-2014	18.568

Tabla 12. Viviendas en A Coruña según el periodo de construcción

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

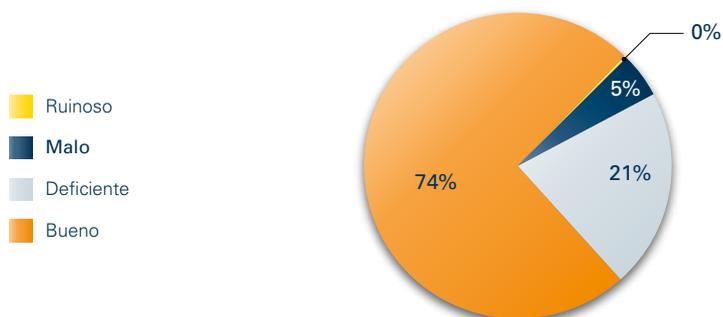


Figura 13. Edificios en A Coruña según el estado de conservación

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

Estado de la edificación	Nº de edificios
Ruinoso	87
Malo	687
Deficiente	3.090
Bueno	11.055

Tabla 13. Edificios en A Coruña según el estado de conservación

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

4.2.2.2 Características de las viviendas en A Coruña en relación al consumo de energía

Los datos sobre las características de las viviendas en Galicia indican que en esta zona el porcentaje de ventanas con rotura de puente térmico o doble cristal es más elevado que en otras regiones (17,7%). Sin embargo, el uso de elementos de iluminación de bajo consumo es menor que en otras zonas (alrededor del 60%) (INE, 2008).

4.2.2.3 Disponibilidad y sistemas de calefacción en viviendas de A Coruña

El 59% de las viviendas de A Coruña tiene calefacción. El 11% de éstas tienen sistemas colectivos y el 48% sistemas individuales.

Un 30% de las viviendas disponen de algún aparato de calefacción y el 11% ninguno. Los sistemas de calefacción están presentes en todas las habitaciones en un 91% de las viviendas y el uso más extendido entre tres y seis meses al año.

En cuanto al tipo de combustible, el 18% de las viviendas en Galicia disponen de gas canalizado, y el 64% bombonas de gas o gas licuado (INE, 2008). La madera y los combustibles líquidos representan alrededor del 20% cada uno. Puesto que la población rural en Galicia supone un importante porcentaje, es posible que en el caso de las ciudades como A Coruña el mayor porcentaje del suministro sea por gas, gasóleo o bombona de butano.

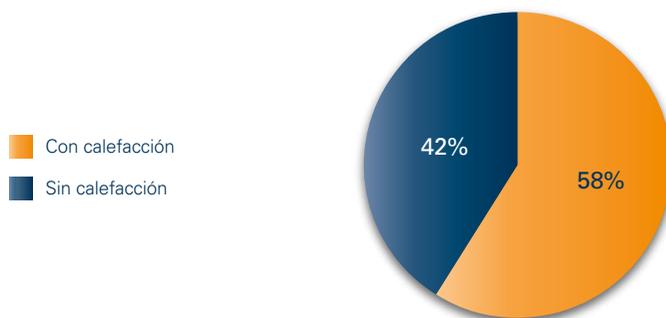


Figura 14. Existencia de calefacción en viviendas en A Coruña

Disponibilidad de calefacción	Nº de viviendas
Con calefacción	62.325
Sin calefacción	43.260

Tabla 14. Existencia de calefacción en viviendas en A Coruña

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011



Figura 15. Sistemas de calefacción en viviendas en A Coruña

Sistemas de calefacción	Nº de viviendas
Con calefacción colectiva o central	12.060
Con calefacción individual	50.265
Sin instalación, pero con aparatos que permiten calentar alguna habitación	31.340
Sin calefacción y sin ningún aparato que permita calentar	11.915

Tabla 15. Sistemas de calefacción en viviendas en A Coruña

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

	% de viviendas en Galicia
Calefacción en todas o en la mayoría de las habitaciones (*)	91,1
Calefacción sólo en una parte de las habitaciones (*)	8,9

Tabla 16. Sistemas de calefacción según habitaciones en viviendas en Galicia

Fuente: Encuesta Hogares y Medio Ambiente 2008

(*) Sobre el total de viviendas que disponen de calefacción

	% de viviendas en Galicia
Uso de la calefacción menos de un mes (*)	4,8
Uso de la calefacción de uno a menos de tres meses (*)	27,0
Uso de la calefacción de tres a menos de seis meses (*)	58,5
Uso de la calefacción seis meses o más (*)	9,1
Uso de la calefacción: No sabe / No contesta (*)	0,7

Tabla 17. Uso de los sistemas de calefacción en viviendas en Galicia

Fuente: Encuesta Hogares y Medio Ambiente 2008

4.2.2.4 Disponibilidad de instalaciones de refrigeración en A Coruña

En A Coruña lo habitual es que las viviendas no dispongan de sistemas de refrigeración, ya que apenas un 2% tienen estos sistemas. Por tanto, las características y uso de la refrigeración de estas viviendas son poco representativas del conjunto de las viviendas.

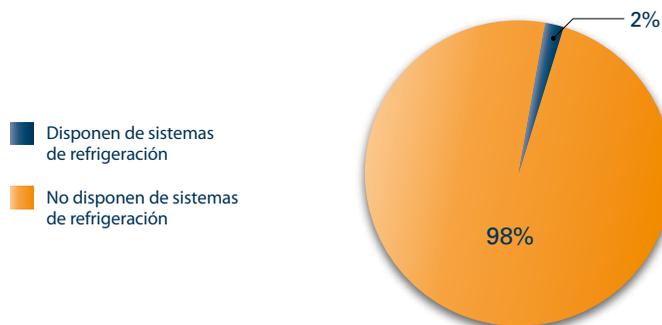


Figura 16. Disponibilidad de sistema de refrigeración en las viviendas de A Coruña

Disponibilidad de calefacción	Nº de viviendas
Disponen de sistemas de refrigeración	1.759
No disponen de sistemas de refrigeración	84.294

Tabla 18. Disponibilidad de sistema de refrigeración en las viviendas de A Coruña

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2001

(*) Sobre el total de viviendas que disponen de calefacción

	% de viviendas en Galicia
Disponen de aire acondicionado	1,0
Aire acondicionado en todas las habitaciones (*)	—
Aire acondicionado en la mayoría de las habitaciones (*)	36,4
Aire acondicionado sólo en una parte de las habitaciones (*)	63,6

Tabla 19. Disponibilidad de sistema de refrigeración según las habitaciones en las viviendas de Galicia

Fuente: Encuesta Hogares y Medio Ambiente 2008

	% de viviendas en Galicia
Apagan el aire acondicionado por la noche (*)	100,00
Se apaga el aire acondicionado desde la central por la noche (*)	—
No apagan el aire acondicionado por la noche (*)	—

Tabla 20. Uso de la refrigeración en las viviendas de Galicia

Fuente: Encuesta Hogares y Medio Ambiente 2008

4.2.3 Indicadores característicos de la pobreza energética en A Coruña

El porcentaje de viviendas alquiladas es del 20%, mientras que las viviendas en propiedad representan el 39% y las pendientes de hipotecas el 26%. En cuanto a la estructura del hogar, la población más vulnerable a la pobreza energética (mujeres como sustentadoras de hogares con hijos a su cargo, personas mayores de 65 años, en especial mujeres) representa aproximadamente el 18%.

La tasa de desempleo en la ciudad de A Coruña es del 18,06% (INE, 2015).

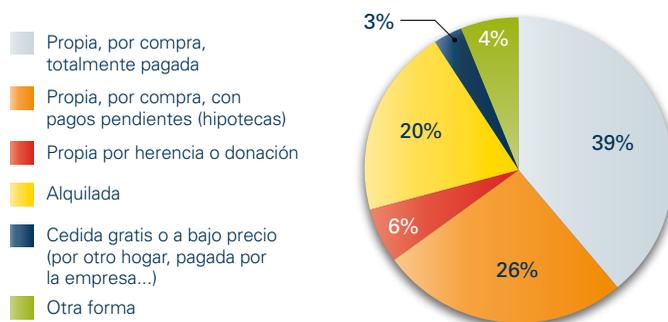
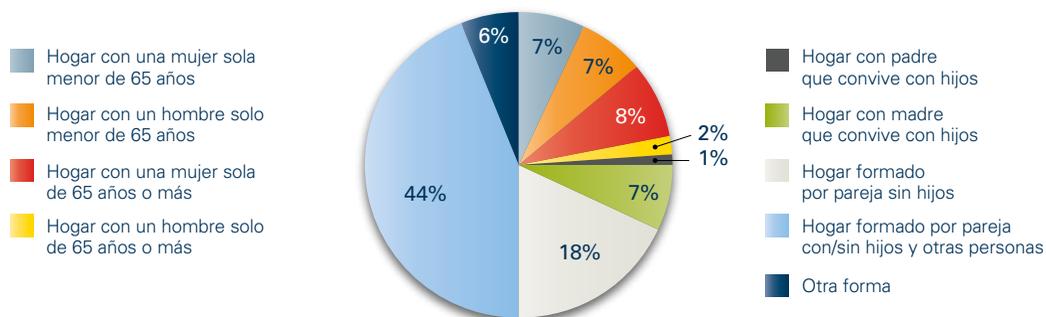


Figura 17. Régimen de tenencia de las viviendas en A Coruña

(*) Sobre el total de viviendas que disponen de aire acondicionado

Régimen de tenencia	Nº de viviendas
Propia, por compra, totalmente pagada	41.295
Propia, por compra, con pagos pendientes (hipotecas)	27.428
Propia por herencia o donación	5.966
Alquilada	21.453
Cedida gratis o a bajo precio	3.344
Otra forma	6.098

Tabla 21. Régimen de tenencia de las viviendas en A Coruña
Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

Figura 18. Estructura de los hogares en A Coruña

Estructura del hogar	Nº de hogares
Hogar con una mujer sola menor de 65 años	56.788
Hogar con un hombre solo menor de 65 años	53.146
Hogar con una mujer sola de 65 años o más	70.504
Hogar con un hombre solo de 65 años o más	17.614
Hogar con padre que convive con hijos	12.351
Hogar con madre que convive con hijos	54.956
Hogar formado por pareja sin hijos	153.004
Hogar formado por pareja con / sin hijos y otras personas	205.803
Otro tipo de hogar	59.914

Tabla 22. Estructura de los hogares en A Coruña
Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

4.3 Madrid. Caracterización de indicadores relacionados con pobreza energética

4.3.1 Población, hogares y pobreza energética en Madrid

Según el Censo de Población y Vivienda de 2011 (INE, 2011), Madrid tenía en ese año una población de 3.198.645 personas. Los datos que hay sobre pobreza energética a escala municipal corresponden al informe elaborado para el Ayuntamiento en 2016 (Sanz *et al.*, 2016). Según estos, el 23 % de la población estaría en situación de pobreza energética, pobreza monetaria o ambas. Esta cifra es superior a las de otros estudios que tienen en cuenta sólo en enfoque de ingresos y gastos determinando la población que destina más del 10% de su renta a la energía del hogar. El motivo es que esta metodología no tiene en cuenta los hogares que no gastan en energía porque no tienen disponibilidad de renta para eso, pero que no mantienen tampoco su vivienda en condiciones de confort. Estas personas estarían dentro del grupo 2 (G2) descrito en el primer apartado.

Esto supone que unos 323.000 hogares en la ciudad estarían en esta situación de pobreza energética. Teniendo en cuenta que en Madrid hay 2,46 personas por hogar (INE, 2015), en Madrid habría unas 805.000 personas en esta situación.

Según la Encuesta de Condiciones de Vida de 2007 (INE, 2007), en Madrid, el 8,2 % de los hogares declaraba que tienen una temperatura insuficientemente cálida durante los meses fríos en sus viviendas. Aplicando este dato a los hogares de Madrid, se trataría de unos 108.200 hogares. En el caso del verano, los hogares que declaraban que no tienen una temperatura suficientemente fresca durante los meses cálidos en la Comunidad de Madrid son el 26,6%. En el caso de la ciudad de Madrid serían unos 351.000 hogares de los 1.320.531.

La renta media anual de los hogares en Madrid es de 36.635,68 euros (INE, 2013a) y la renta media equivalente en la Comunidad de Madrid es de 15.865 euros (INE, 2013b).

4.3.2 Características de las viviendas de Madrid

4.3.2.1 Viviendas en Madrid según su antigüedad

El 74% de las viviendas en Madrid tiene una antigüedad mayor de 25 años. Aproximadamente la mitad de las viviendas, 56%, son anteriores a 1980. El 37% posteriores a 1980 y, por tanto, a la aplicación de la NBE-CT-79.

El estado de conservación de los edificios indica que sólo el 8% está en una situación deficiente, mala o de ruina.



Figura 19. Viviendas en Madrid según su antigüedad

Antigüedad de las viviendas	Nº de viviendas
Viviendas construidas antes de 1990 (> 25 años)	1.021.576
Viviendas construidas después de 1990 (< 25 años)	358.648

Tabla 23. Viviendas en Madrid según su antigüedad

Fuente: *Elaboración propia a partir de Censo Población y Vivienda, 2011 y Estadísticas de la Edificación del Ministerio de Fomento, 2016*

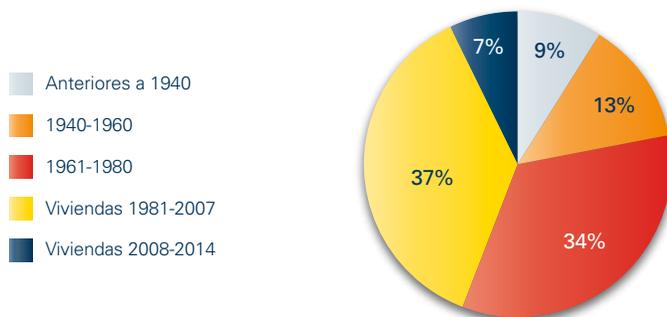


Figura 20. Viviendas en Madrid según su periodo de construcción

Periodo de construcción	Nº de viviendas
Viviendas anteriores a 1940	136.535
1940-1960	214.997
1961-1980	548.394
Viviendas 1981-2007	588.626
Viviendas 2008-2014	112.203

Tabla 24. Viviendas en Madrid según su periodo de construcción

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

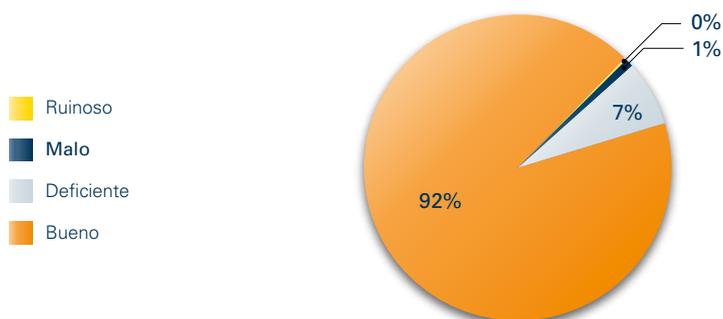


Figura 21. Edificios en Madrid según su estado de conservación

Estado de la edificación	Nº de edificios
Ruinoso	487
Malo	1.704
Deficiente	8.421
Bueno	118.473

Tabla 25. Edificios en Madrid según su estado de conservación

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

4.3.2.2 Características de las viviendas en Madrid en relación al consumo de energía

Los datos sobre las características en relación al consumo energético de las viviendas en la Comunidad de Madrid según la encuesta de Hogares y Medio Ambiente indican que hay un alto porcentaje de viviendas con persianas o contraventanas. Alrededor del 40% de las viviendas tiene vidrio doble y un 20% rotura de puente térmico. Más del 80% de las viviendas tiene algún sistema de iluminación de bajo consumo.

4.3.2.3 Disponibilidad y sistemas de calefacción en viviendas de Madrid

El 86% de las viviendas en la ciudad de Madrid tienen sistemas de calefacción, siendo el 27% colectiva y el 59% individuales. Apenas un 2% no tienen ningún aparato de calefacción en sus viviendas.

En la Comunidad de Madrid, el 76% de las viviendas tienen gas canalizado, en el caso de la ciudad de Madrid este porcentaje es más alto. La mayor parte de las viviendas en la Comunidad de Madrid tienen calefacción en toda la vivienda o en la mayor parte de ella y usan los sistemas de calefacción entre tres y seis meses.

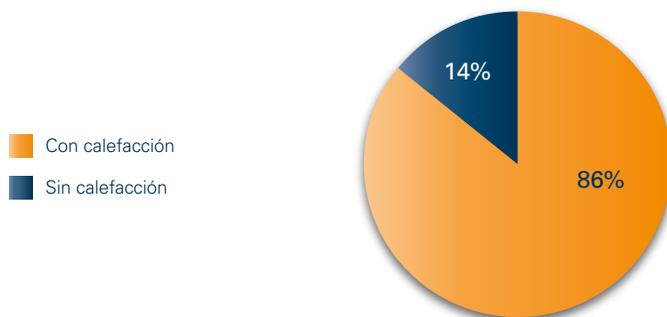


Figura 22. Disponibilidad de calefacción en las viviendas de Madrid

Disponibilidad de calefacción	Nº de viviendas
Con calefacción	1.130.720
Sin calefacción	189.810

Tabla 26. Disponibilidad de calefacción en las viviendas de Madrid

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011



Figura 23. Sistemas de calefacción en las viviendas de Madrid

Sistemas de calefacción	Nº de viviendas
Con calefacción colectiva o central	353.425
Con calefacción individual	777.295
Sin instalación, pero con aparatos que permiten calentar alguna habitación	158.335
Sin calefacción y sin ningún aparato que permita calentar	31.480

Tabla 27. Sistemas de calefacción en las viviendas de Madrid

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

	% de viviendas para la Comunidad de Madrid
Calefacción en todas o en la mayoría de las habitaciones (*)	92,6
Calefacción sólo en una parte de las habitaciones (*)	7,4

Tabla 28. Disponibilidad de calefacción según habitaciones en la Comunidad de Madrid

Fuente: Hogares y Medio Ambiente, 2008

	% de viviendas para la Comunidad de Madrid
Uso de la calefacción menos de un mes (*)	2,7
Uso de la calefacción de uno a menos de tres meses (*)	31,7
Uso de la calefacción de tres a menos de seis meses (*)	54,1
Uso de la calefacción seis meses o más (*)	9,0
Uso de la calefacción: No sabe / No contesta (*)	–

Tabla 29. Uso de los sistemas de calefacción según habitaciones en la Comunidad de Madrid

Fuente: Hogares y Medio Ambiente, 2008

4.3.2.4 Disponibilidad de instalaciones de refrigeración en Madrid

El 77% de las viviendas en Madrid disponen de refrigeración, en su mayoría en una de las estancias. La mayor parte de estas viviendas apagan el aire acondicionado por la noche.

(*) Sobre el total de viviendas que disponen de calefacción

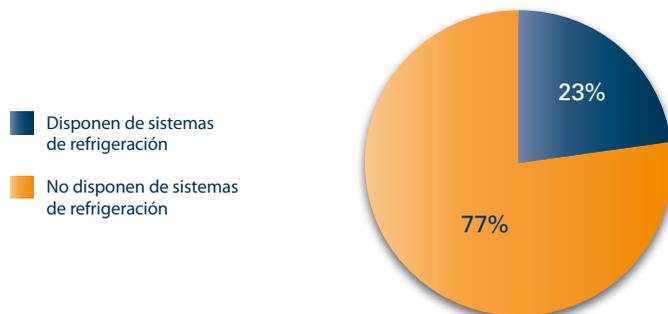


Figura 24. Disponibilidad de sistemas de refrigeración en Madrid

Disponibilidad de sistemas de refrigeración	Nº de viviendas
Disponen de sistemas de refrigeración	252.921
No disponen de sistemas de refrigeración	827.385

Tabla 30. Disponibilidad de sistemas de refrigeración en Madrid

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2001

	% de viviendas para la Comunidad de Madrid
Disponen de aire acondicionado	43,5
Aire acondicionado en todas las habitaciones (**)	10,5
Aire acondicionado en la mayoría de las habitaciones (**)	19,5
Aire acondicionado sólo en una parte de las habitaciones (**)	70,0

Tabla 31. Disponibilidad de sistemas de refrigeración según las habitaciones en la Comunidad de Madrid

Fuente: Hogares y Medio Ambiente, 2008

	% de viviendas para la Comunidad de Madrid
Apagan el aire acondicionado por la noche (**)	97,0
Se apaga el aire acondicionado desde la central por la noche (**)	0,4
No apagan el aire acondicionado por la noche (**)	2,6

Tabla 32. Uso de los sistemas de refrigeración en la Comunidad de Madrid

Fuente: Hogares y Medio Ambiente, 2008

(**) Sobre el total de viviendas que disponen de aire acondicionado

4.3.3 Indicadores característicos de la pobreza energética en Madrid

En Madrid, el 41% de las viviendas es propia y el 20% alquilada. El 28% tiene pagos pendientes por hipotecas. La tasa de desempleo en Madrid es del 16,16% (INE, 2015).

En cuanto a la estructura de los hogares, las mujeres mayores de 65 años que viven solas representan aproximadamente el 8% y los hogares monoparentales con mujeres e hijos a su cargo el 7%.

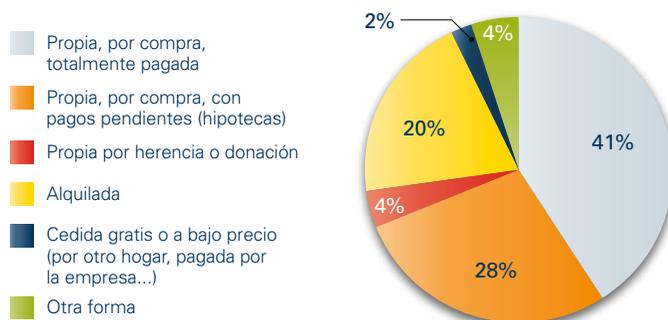


Figura 25. Viviendas en Madrid según el régimen de tenencia

Viviendas según régimen de tenencia	Nº de viviendas
Propia, por compra, totalmente pagada	546.787
Propia, por compra, con pagos pendientes (hipotecas)	369.858
Propia por herencia o donación	49.921
Alquilada	264.131
Cedida gratis o a bajo precio	31.143
Otra forma	58.691

Tabla 33. Viviendas en Madrid según el régimen de tenencia

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

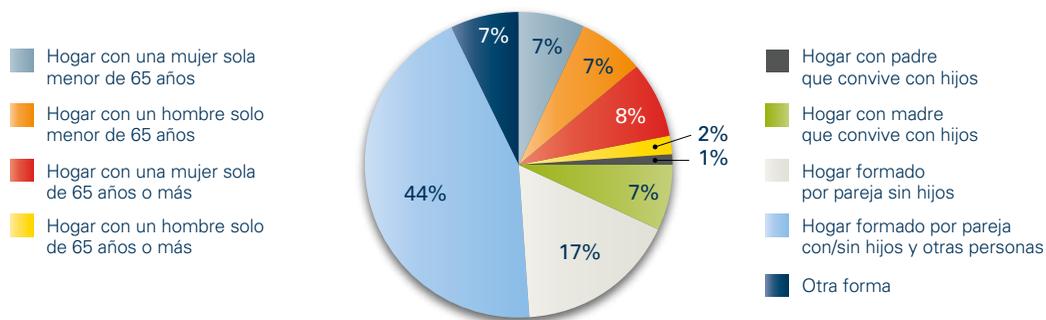


Figura 26. Estructura de los hogares en Madrid

Estructura del hogar	Nº de viviendas
Hogar con una mujer sola menor de 65 años	115.843
Hogar con un hombre solo menor de 65 años	107.661
Hogar con una mujer sola de 65 años o más	124.655
Hogar con un hombre solo de 65 años o más	31.669
Hogar con padre que convive con hijos	21.804
Hogar con madre que convive con hijos	108.937
Hogar formado por pareja sin hijos	265.969
Hogar formado por pareja con / sin hijos y otras personas	701.609
Otro tipo de hogar	108.352

Tabla 34. Estructura de los hogares en Madrid

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

4.4 Sevilla. Caracterización de indicadores relacionados con pobreza energética

4.4.1 Población, hogares y pobreza energética en Sevilla

Según el Censo de Población y Vivienda de 2011 (INE, 2011), la ciudad de Sevilla tenía en ese año una población de 698.042 personas. Los datos disponibles sobre pobreza energética en Andalucía, indican que el 15 % de la población estaría en esta situación (Tirado *et al.*, 2016). Otras investigaciones (Sánchez-Guevara, 2016) señalan que, para esta Comunidad Autónoma, los datos de pobreza energética según los grupos definidos previamente serían los siguientes:

- G1. Pobreza energética y/o monetaria 7%
- G2. Pobreza monetaria 9%
- G3. Pobreza energética 10%

Todos estos grupos suman un porcentaje del 26%. Los hogares en situación de vulnerabilidad (G3 y G4) según esta metodología representarían el 26%.

Extrapolando estos datos a la ciudad de Sevilla, se encontrarían en una situación de pobreza energética y monetaria aproximadamente 48.800 personas (unos 18.700 hogares), ya que el tamaño medio de los hogares es de 2,62 personas (INE 2015). En situación de pobreza monetaria unos 24.100 hogares y en pobreza energética unos 26.800 de los 268.435 hogares (INE, 2011).

Según la Encuesta de Condiciones de Vida de 2007 (INE, 2007), en Andalucía, el 31,2 % de los hogares declaraba que tienen una temperatura insuficientemente cálida durante los meses fríos en sus viviendas. Aplicando este dato a los hogares de Sevilla, se trataría de unos 83.700 hogares. En el caso del verano, los hogares que declaraban que no tienen una temperatura suficientemente fresca durante los meses cálidos en Andalucía son el 32,7%. En el caso de la ciudad de Sevilla serían unos 87.800 hogares.

La renta media anual de los hogares en Sevilla es de 27.809,56 (INE, 2013a). La renta anual media equivalente en Andalucía es de 10.888 euros (INE, 2013b).

4.4.2 Características de las viviendas de Sevilla

4.4.2.1 Viviendas en Sevilla según su antigüedad

El 74% de las viviendas en Sevilla tienen una antigüedad superior a 25 años. Del total, las viviendas construidas entre 1980 y 2007 representan el mayor porcentaje (45%), seguido de las construidas entre 1961 y 1980 que representan el 38%.

El estado de los edificios es mayoritariamente bueno, ya que representan el 91% del total.

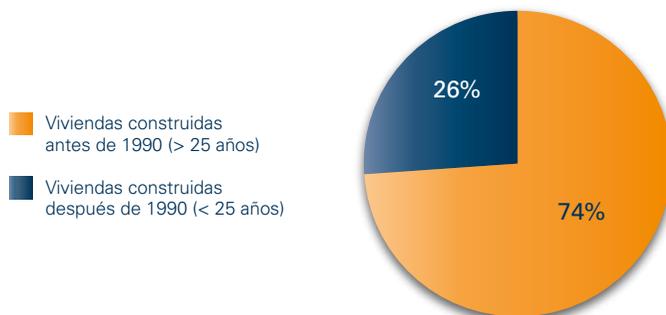


Figura 27. Antigüedad de las viviendas en Sevilla

Antigüedad de las viviendas	Nº de viviendas
Viviendas construidas antes de 1990 (> 25 años)	200.506
Viviendas construidas después de 1990 (< 25 años)	70.332

Tabla 35. Antigüedad de las viviendas en Sevilla

Fuente: Elaboración propia a partir de Censo Población y Vivienda, 2011 y Estadísticas de la Edificación del Ministerio de Fomento, 2016

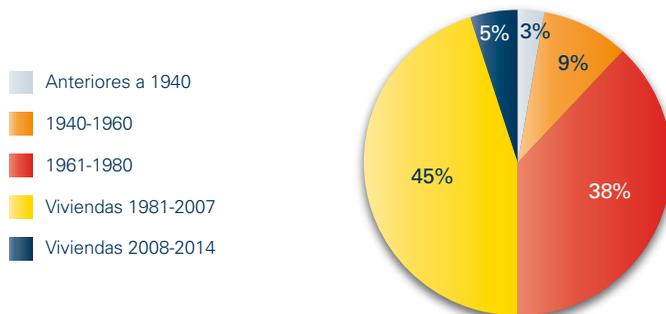


Figura 28. Viviendas en Sevilla según periodo de construcción

Periodo de construcción	Nº de viviendas
Viviendas anteriores a 1940	8.967
1940-1960	30.134
1961-1980	129.106
Viviendas 1981-2007	156.454
Viviendas 2008-2014	19.026

Tabla 36. Viviendas en Sevilla según periodo de construcción

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

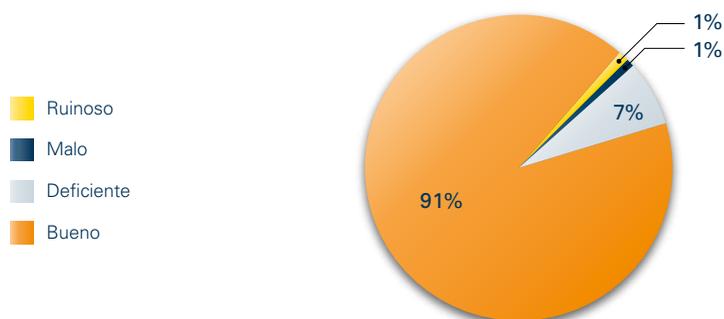


Figura 29. Estado de conservación de los edificios en Sevilla

Estado de conservación	Nº de edificios
Ruinoso	302
Malo	814
Deficiente	3.905
Bueno	51.585

Tabla 37. Estado de conservación de los edificios en Sevilla

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

4.4.2.2 Características de las viviendas en Sevilla en relación al consumo de energía

Según la encuesta de Hogares y Medio Ambiente (INE, 2008) un alto porcentaje tiene medidas de protección solar, persianas o contraventanas en su mayoría. Las dobles ventanas o ventanas con rotura de puente térmico no son demasiado habituales. Un elevado porcentaje de viviendas tiene algún tipo de medida de bajo consumo para la iluminación.

4.4.2.3 Disponibilidad de instalaciones de calefacción en viviendas de Sevilla

El 73% de las viviendas en Andalucía no tiene calefacción, pero cuenta con aparatos (seguramente eléctricos) para calentar alguna estancia. Este dato es coherente con los datos sobre tipo de combustible disponibles a nivel de Comunidad Autónoma (INE, 2008) que indican que apenas un 11% de las viviendas disponen de gas canalizado y la mayoría tienen sistemas de calefacción por bombonas o GLP. Según este estudio, la mayoría de los hogares usan la calefacción entre uno y tres meses.

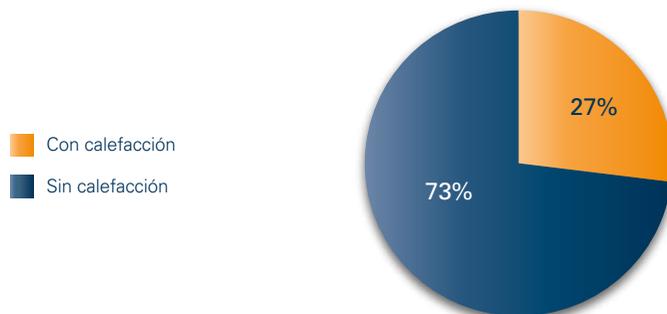


Figura 30. Disponibilidad de calefacción en las viviendas en Sevilla

Disponibilidad de sistemas de calefacción	Nº de viviendas
Con calefacción	71.280
Sin calefacción	197.155

Tabla 38. Disponibilidad de calefacción en las viviendas en Sevilla

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011



Figura 31. Sistemas de calefacción en las viviendas en Sevilla

Sistemas de calefacción	Nº de viviendas
Con calefacción colectiva o central	12.975
Con calefacción individual	58.300
Sin instalación, pero con aparatos que permiten calentar alguna habitación	161.830
Sin calefacción y sin ningún aparato que permita calentar	35.325

Tabla 39. Sistemas de calefacción en las viviendas en Sevilla

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

	% de viviendas para Andalucía
Calefacción en todas o en la mayoría de las habitaciones (*)	30,6
Calefacción sólo en una parte de las habitaciones (*)	69,3

Tabla 40. Disponibilidad de calefacción según habitaciones en las viviendas en Andalucía

Fuente: Hogares y Medio Ambiente, 2008

(*) Sobre el total de viviendas que disponen de calefacción

	% de viviendas para Andalucía
Uso de la calefacción menos de un mes (*)	21,7
Uso de la calefacción de uno a menos de tres meses (*)	48,1
Uso de la calefacción de tres a menos de seis meses (*)	28,3
Uso de la calefacción seis meses o más (*)	0,9
Uso de la calefacción: No sabe / No contesta (*)	1,0

Tabla 41. Uso de la calefacción según habitaciones en las viviendas en Andalucía

Fuente: Hogares y Medio Ambiente, 2008

4.4.2.4 Disponibilidad de instalaciones de refrigeración en viviendas en Sevilla

En Sevilla, el 62% de los hogares disponen de sistemas de refrigeración en la vivienda, la mayor parte en alguna de las estancias de la vivienda. El uso que hacen de la instalación es durante el día, ya que por la noche apagan la refrigeración.

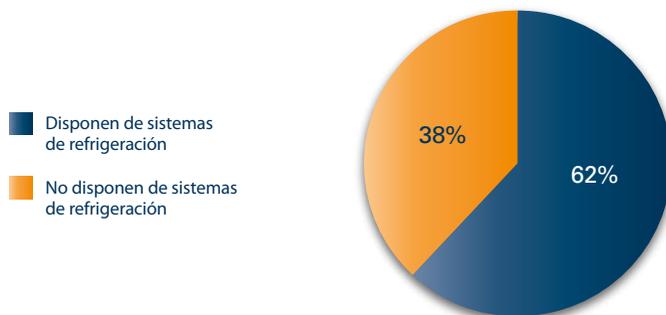


Figura 32. Disponibilidad de sistemas de refrigeración en las viviendas en Sevilla

Disponibilidad de sistemas de refrigeración	Nº de viviendas
Disponen de sistemas de refrigeración	140.602
No disponen de sistemas de refrigeración	85.956

Tabla 42. Disponibilidad de sistemas de refrigeración en las viviendas en Sevilla

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2001

	% de viviendas para Andalucía
Disponen de aire acondicionado	57,4
Aire acondicionado en todas las habitaciones (*)	9,4
Aire acondicionado en la mayoría de las habitaciones (*)	11,7
Aire acondicionado sólo en una parte de las habitaciones (*)	78,9

Tabla 43. Disponibilidad de aire acondicionado según habitaciones en las viviendas en Sevilla

Fuente: Hogares y Medio Ambiente, 2008

	% de viviendas para Andalucía
Apagan el aire acondicionado por la noche (*)	91,8
Se apaga el aire acondicionado desde la central por la noche (*)	0,6
No apagan el aire acondicionado por la noche (*)	7,6

Tabla 44. Uso de los sistemas de aire acondicionado en las viviendas en Sevilla

Fuente: Hogares y Medio Ambiente, 2008

4.4.3 Indicadores característicos de la pobreza energética en Sevilla

El 12% de las viviendas en Sevilla se encuentran en régimen de alquiler. Las viviendas propias representan aproximadamente el 77% del total, estando el 45% libres de cargas y el 32% pendientes de pagos por hipoteca. Los hogares vulnerables representan aproximadamente el 15%, siendo el 8% hogares monoparentales con mujeres a cargo de hijos y el 7% hogares con mujeres mayores de 65 años. La tasa de desempleo en Sevilla es del 27,86% (INE, 2015)



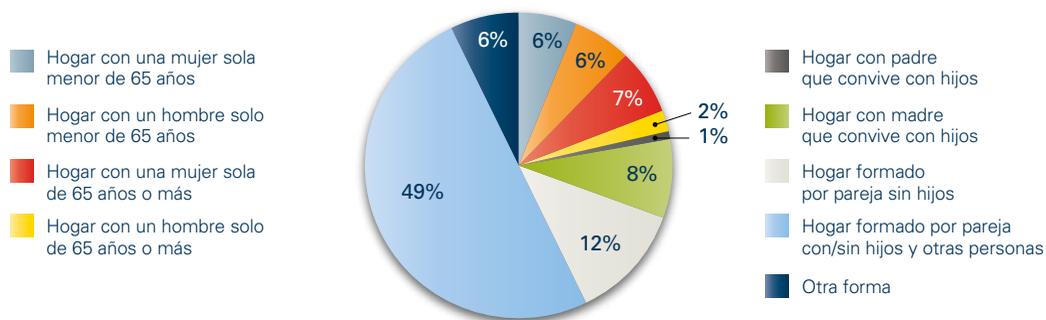
Figura 33. Régimen de tenencia de las viviendas en Sevilla

(*) Sobre el total de viviendas que disponen de aire acondicionado

Régimen de tenencia de la vivienda	Nº de viviendas
Propia, por compra, totalmente pagada	122.106
Propia, por compra, con pagos pendientes (hipotecas)	85.360
Propia por herencia o donación	10.196
Alquilada	31.698
Cedida gratis o a bajo precio	6.151
Otra forma	12.924

Tabla 45. Régimen de tenencia de las viviendas en Sevilla

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011


Figura 34. Estructura de hogares en Sevilla

Estructura de los hogares	Nº de hogares
Hogar con una mujer sola menor de 65 años	18.605
Hogar con un hombre solo menor de 65 años	19.121
Hogar con una mujer sola de 65 años o más	21.642
Hogar con un hombre solo de 65 años o más	5.949
Hogar con padre que convive con hijos	4.832
Hogar con madre que convive con hijos	25.356
Hogar formado por pareja sin hijos	46.457
Hogar formado por pareja con / sin hijos y otras personas	154.564
Otro tipo de hogar	18.367

Tabla 46. Estructura de hogares en Sevilla

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

4.5 Datos comparados de las ciudades estudiadas

A partir de los datos obtenidos para cada una de las ciudades se pueden establecer una serie de conclusiones que permiten definir los perfiles de los hogares en situación de pobreza energética en cada una de las localidades estudiadas. En primer lugar, se analizarán de forma comparada los datos más relevantes para conocer el fenómeno de la pobreza energética y, a continuación, en el siguiente apartado se definirán los perfiles más vulnerables en cada una de las ciudades.

Madrid y Barcelona son las ciudades con un mayor número de hogares, seguidas de Sevilla y A Coruña. Los niveles de renta son muy diferentes. Madrid es la ciudad con una mayor renta media anual, seguida de Barcelona, A Coruña y Sevilla. La renta media anual por hogar en España es de 26.092 euros. Sevilla es la ciudad más próxima a la media del país.

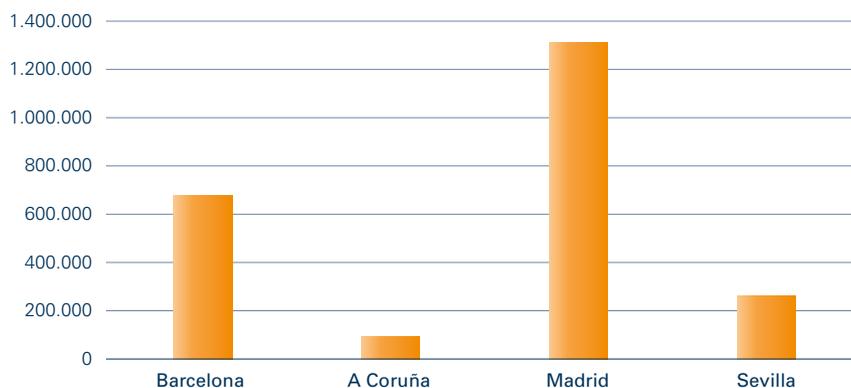


Figura 35. Número de hogares en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla

Fuente: INE, 2013a

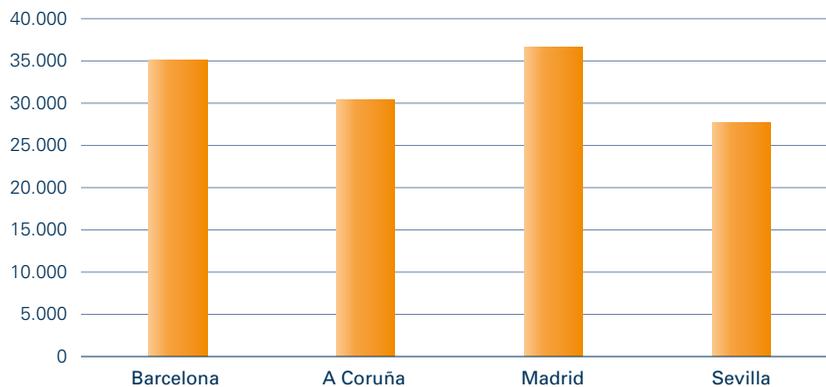


Figura 36. Renta media anual de los hogares en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla

Fuente: INE, 2013; Encuesta de Condiciones de Vida, 2013

En cuanto a la antigüedad de las viviendas, A Coruña es la ciudad que tiene un parque de viviendas menos envejecido, con el mayor porcentaje de viviendas con una antigüedad inferior a los 25 años. En lo que se refiere al periodo de construcción, Barcelona tiene el mayor porcentaje de viviendas construidas antes de 1980, seguida de Madrid, Sevilla y A Coruña. Este dato es interesante en tanto que las viviendas construidas antes de esa fecha pueden tener condiciones peores respecto al comportamiento energético en invierno.

En el caso de A Coruña cabe destacar que tiene el mayor porcentaje de edificios en condiciones deficientes de las cuatro ciudades.

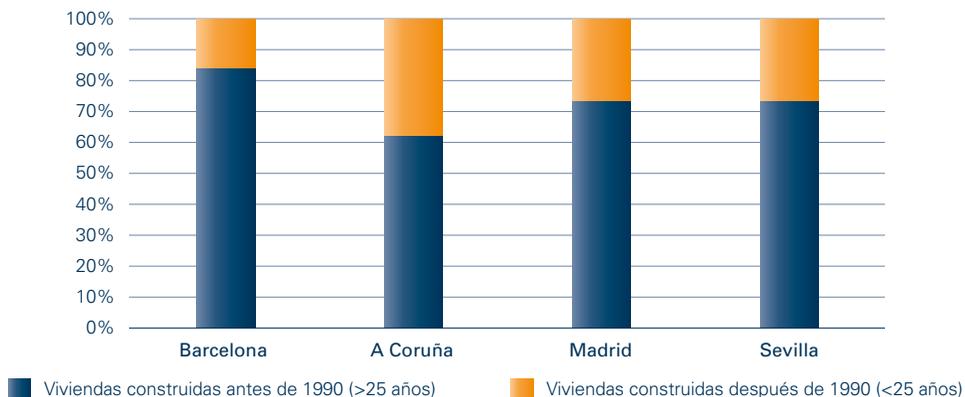


Figura 37. Porcentaje de antigüedad de las viviendas en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

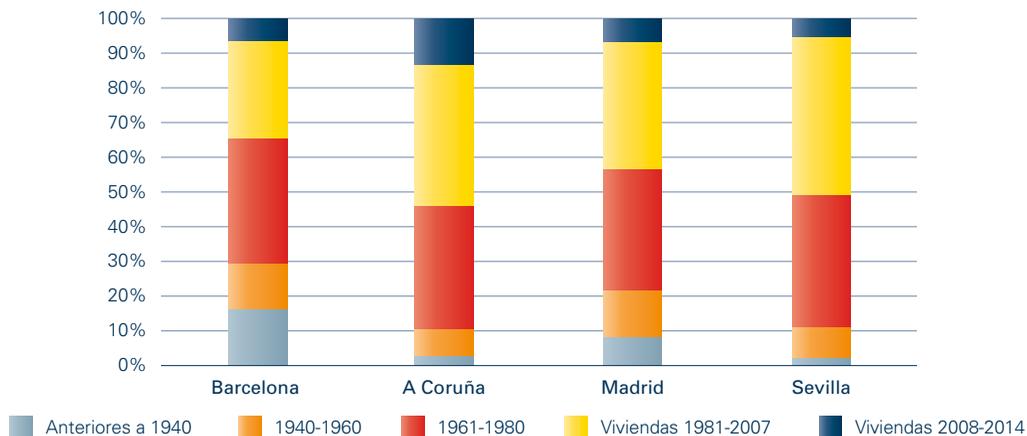


Figura 38. Porcentaje de viviendas según periodo de construcción en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

Las condiciones climáticas en las cuatro ciudades son muy diferentes. La comparación de los grados días de calefacción en base 15/15 (GD 15/15) (IDAE; 2010), es decir, los datos climáticos utilizados para el cálculo de las instalaciones de calefacción, señalan que Madrid es la ciudad más fría. Barcelona y A Coruña tienen perfiles similares. Sevilla sería la ciudad menos fría, aunque en los meses de diciembre y enero, es necesario elevar la temperatura interior de las viviendas para alcanzar el confort.

De acuerdo con estos datos, en lo que se refiere a los sistemas de climatización, las viviendas de Madrid son las que tienen un mayor porcentaje de instalaciones de calefacción, en su mayoría por gas canalizado. Barcelona y A Coruña tienen perfiles similares y Sevilla tiene el menor porcentaje, destacando el uso de la electricidad en los aparatos que no están presentes en todas las estancias de la vivienda.



Figura 39. Viviendas principales según disponibilidad de calefacción en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

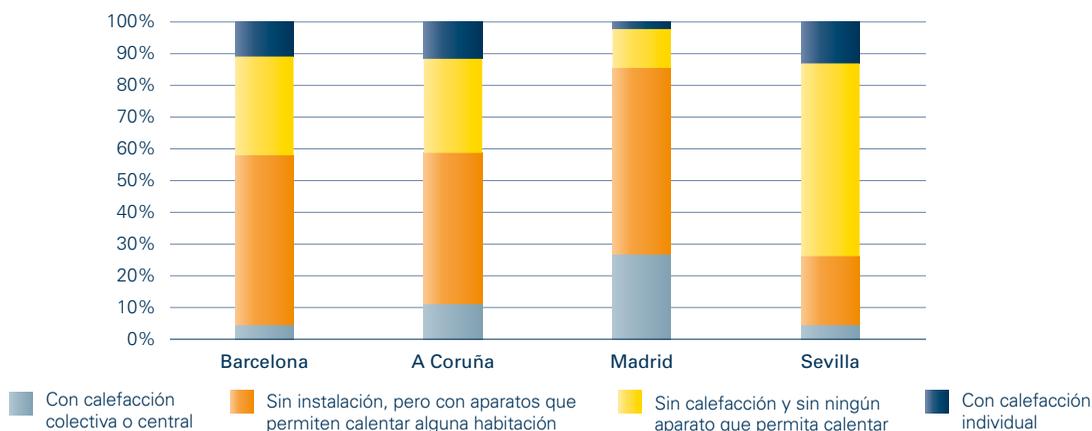


Figura 40. Viviendas principales según sistemas de calefacción en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2011

En lo que se refiere a la calefacción, la comparación de los grados día de refrigeración en base 20 (GDR 20) (IDAE; 2010), señalan a Sevilla como la ciudad más calurosa de la cuatro, seguida de Madrid y Barcelona. En el caso de A Coruña, los grados día de refrigeración son muy bajos en los meses cálidos. De esta manera, la disponibilidad de refrigeración en las viviendas en estas ciudades tiene un perfil de acuerdo con el dato de los grados día. Sevilla tiene un alto porcentaje de viviendas con aire acondicionado, seguido por datos similares en Madrid y Barcelona y, en último lugar, A Coruña con un porcentaje muy bajo.

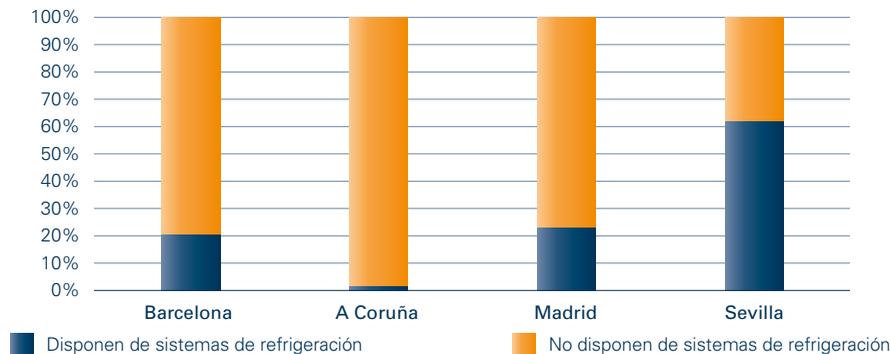


Figura 41. Viviendas principales según disponibilidad de refrigeración en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla

Fuente: Censo Población y Vivienda, 2001

El mayor porcentaje de hogares incapaces de mantener su vivienda a la temperatura adecuada en invierno y en verano se da en Andalucía (no existen datos a escala municipal). Los porcentajes más bajos se dan en Barcelona para el invierno y en A Coruña para el verano. En el caso de Madrid, hay un porcentaje mucho mayor de viviendas incapaces de mantener la temperatura adecuada en verano que en invierno.

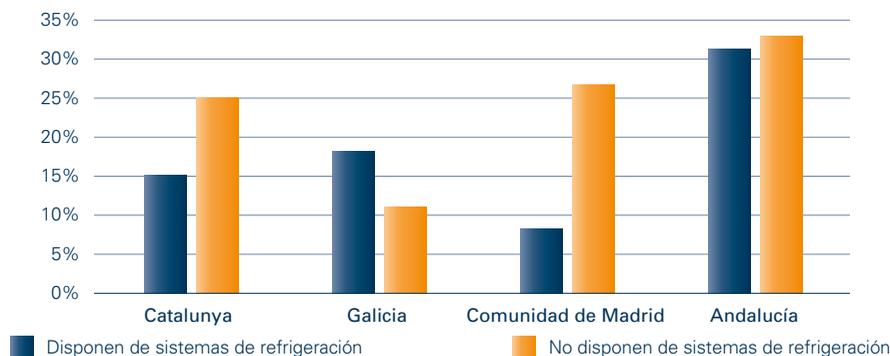


Figura 42. Porcentaje de hogares incapaces de mantener la vivienda en temperatura adecuada en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla

Fuente: INE, 2008

Los porcentajes de régimen de tenencia en las cuatro ciudades son similares, y en lo que se refiere a la estructura del hogar, aquellos en situación más vulnerable son también muy similares, quizá ligeramente mayores en Barcelona tal y como se muestra en la figura siguiente. En lo que se refiere a la tasa de desempleo, otro de los factores agravantes de la pobreza energética, la ciudad de Sevilla tiene la mayor tasa de desempleo, muy por encima del resto de ciudades. Según los últimos datos de ocupación, la tasa de desempleo para el conjunto de España estaba en 18,6%.

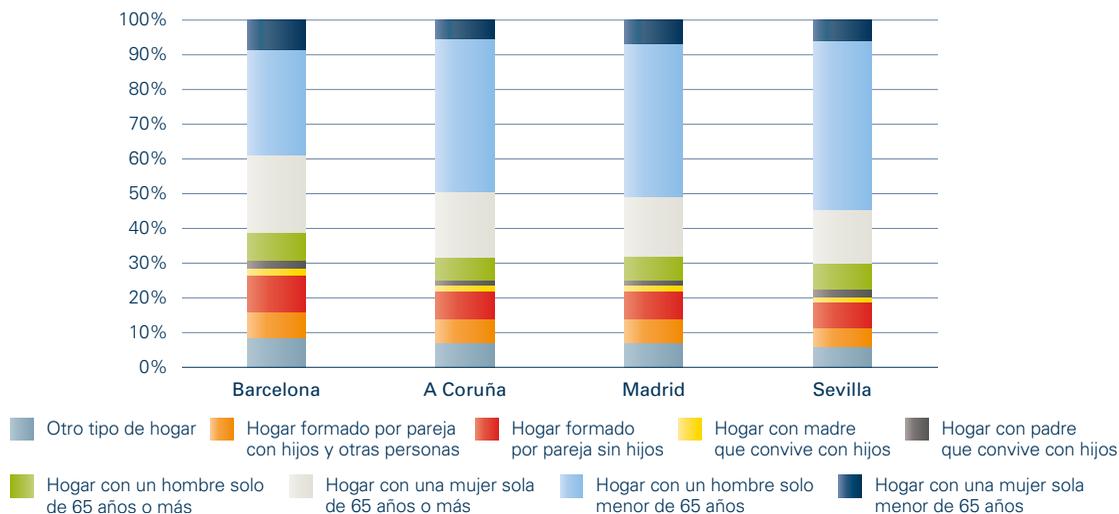


Figura 43. Estructura de los hogares en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla

Fuente: Censo de población y vivienda, 2011



Figura 44. Tasa de desempleo en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla

Fuente: INE, 2015

4.6 Perfiles de pobreza energética en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla

A partir de los datos obtenidos en los apartados anteriores, es posible establecer una serie de perfiles de la pobreza energética en cada una de las ciudades objeto del estudio. Estos perfiles, permitirán definir las soluciones de bajo coste que mejoren las condiciones interiores de habitabilidad de la vivienda, así como su eficiencia energética.

Conviene señalar que la pobreza energética es un fenómeno que, si bien es más probable en algunos perfiles de hogares, se puede dar en muy diversas circunstancias tal y como describen las características de los grupos poblacionales identificados previamente (del G1 al G5).

4.6.1 Barcelona

Los porcentajes de pobreza energética en Catalunya, según el enfoque de ingresos y gastos, estarían alrededor del 15%; esta cifra coincide con el porcentaje de hogares que declara que no puede mantener su vivienda en condiciones adecuadas en invierno. Sin embargo, estudios en otras ciudades indican un incremento de entre el 8% y el 10% en este dato correspondiente a personas que no gastan más del 10% de sus ingresos en energía pero que tampoco tienen la vivienda en condiciones adecuadas de confort. Estas cifras podrían extrapolarse a la ciudad de Barcelona.

La antigüedad del parque de viviendas en la ciudad es alta, el 65% de las viviendas es anterior a 1980, por tanto, cabe esperar que su comportamiento energético es mejorable.

En Barcelona predominan los sistemas individuales de calefacción frente a instalaciones colectivas. Las viviendas con sistemas permanentes de calefacción probablemente de gas canalizado representan cerca del 60%. Las viviendas que tienen algún aparato, seguramente eléctrico, suponen el 30%. El 10% no tiene sistemas de calefacción. El uso de la calefacción se sitúa mayoritariamente entre uno y tres meses.

En el caso del verano, el porcentaje de hogares que no puede mantener la vivienda fresca alcanza el 24%, un dato que se relaciona con que el porcentaje de viviendas sin sistemas de refrigeración es del 80%.

El porcentaje de hogares con más probabilidad de situaciones de vulnerabilidad es del 25% (mayores de 65 años, hogares monoparentales con mujeres como sustentadoras principales). La tasa de desempleo es inferior a la media española y el nivel de renta es superior a la media, aunque sería necesario conocer la distribución espacial de las rentas anuales de los hogares para identificar aquellos barrios con mayor probabilidad de encontrar situaciones de pobreza energética.

Para la ciudad de Barcelona habría que definir soluciones que mejoren el confort interior en las viviendas tanto para el invierno como para el verano ya que los datos sobre las viviendas y los hogares indican situaciones de inadecuación en ambas situaciones.

4.6.2 A Coruña

Según los datos disponibles, el 17% de los hogares en Galicia están en situación de pobreza energética, porcentaje que se aproxima al 18% de los hogares que señala que no puede mantener su vivienda en condiciones adecuadas en esa Comunidad. Las viviendas con algún sistema de calefacción fijo en A Coruña representan cerca del 60%, un 30% con sistemas en alguna habitación y un 10% sin ningún tipo de sistemas. El uso de la calefacción se sitúa mayoritariamente entre uno y tres meses. En la Comunidad Autónoma de Galicia, el porcentaje de viviendas con gas canalizado es bajo, alrededor del 18%, mientras que es mayoritario el uso de GLP o bombonas de gas (64%). Es posible que estas cifras se igualen en el ámbito urbano como es el caso de A Coruña y se diferencien más a favor de combustibles como madera o combustibles líquidos en las zonas rurales. Aun así, en las viviendas con calefacción sólo en alguna habitación es posible que se utilice electricidad o butano.

En el caso del verano, sólo el 11% declara que no es capaz de mantener la vivienda a una temperatura suficientemente fresca, y el porcentaje de viviendas con sistemas de refrigeración es muy bajo (apenas un 2%) de acuerdo con sus condiciones climáticas (de las cuatro provincias estudiadas es la que menos grados día de refrigeración tiene a lo largo del año).

A Coruña tiene un parque de viviendas menos antiguo que el resto de ciudades estudiadas, menos del 50% son anteriores a 1980.

El porcentaje de hogares con más probabilidad de situaciones de vulnerabilidad es del 25%. La tasa de desempleo es inferior a la media española y el nivel de renta es superior a la media.

En A Coruña habría que dar prioridad a las soluciones para los meses fríos, ya que las condiciones de verano no son demasiado extremas. Por su nivel de humedad, es importante tener en cuenta las condiciones climáticas específicas de esta zona en las soluciones sobre la envolvente.

4.6.3 Madrid

En el caso de la ciudad de Madrid, la existencia de un estudio específico permite identificar más fácilmente los hogares en situación de pobreza energética, que suponen más de un 23%. Cerca del 60% del parque de viviendas es anterior a 1980.

En esta Comunidad destaca que hay un mayor porcentaje de hogares que indica que no puede mantener su vivienda en condiciones de verano (26%) que de hogares que no pueden hacerlo en invierno (8%). El porcentaje de viviendas con sistemas fijos de calefacción es superior al 85%, y el resto declara mayoritariamente tener algún tipo de sistemas en algunas habitaciones. El porcentaje de uso de gas canalizado es bastante elevado en la Comunidad y previsiblemente en la ciudad de Madrid. El uso de la electricidad se concentrará en hogares sin sistemas fijos de calefacción y en los aparatos de aire acondicionado. En esta ciudad el uso de la calefacción es de tres a seis meses, por lo que el impacto del coste de la energía para este uso es muy significativo a lo largo del año.

El porcentaje de hogares con más probabilidad de situaciones de vulnerabilidad a la pobreza energética es del 25%. La tasa de desempleo es inferior a la media española y el nivel de renta es superior a la media.

En el caso de Madrid las soluciones deben atender tanto a la situación de invierno como de verano. El porcentaje de hogares que tienen temperaturas inadecuadas por calor es muy elevado y previsiblemente vaya en aumento por los efectos combinados de isla de calor y cambio climático. El uso de soluciones pasivas sería la estrategia adecuada para no incrementar los gastos en energía de los hogares y alcanzar un mayor confort.

4.6.4 Sevilla

La tasa de desempleo en Andalucía arroja peores datos que en los otros territorios estudiados, así como la renta media de la Comunidad. Esto indica un elevado nivel de vulnerabilidad a las situaciones de pobreza energética, independientemente de que el porcentaje de hogares con estructuras más vulnerables sea similar al del resto de zonas (un 25%). Estos datos son coherentes con el hecho de que en esta Comunidad aparezcan los mayores porcentajes de hogares incapaces de mantener la temperatura adecuada tanto en verano como en invierno. En el caso de Sevilla, la renta media de los hogares se sitúa próxima a la media nacional. La tasa de pobreza energética teniendo en cuenta todos los grupos puede alcanzar el 26% en esta Comunidad.

Cerca del 50% de las viviendas en esta ciudad fueron construidas antes de 1980. Un 30% tiene calefacción, mientras que el 60% tiene calefacción en alguna de las habitaciones. El bajo porcentaje de gas canalizado indica que en las zonas urbanas se utilice en un porcentaje alto la electricidad, el butano o similar para la calefacción.

El porcentaje de viviendas con algún sistema de refrigeración es elevado. Teniendo en cuenta que los datos disponibles son de 2011, es posible que en estos momentos sea mayor. Los datos climáticos indican que el uso de la refrigeración a lo largo del año puede tener una duración importante, por lo que el impacto en la economía de los hogares de este gasto sería elevado.

En el caso de la ciudad de Sevilla, a pesar de que es un clima extremo en los meses de verano, se recomienda prestar atención a las soluciones también en invierno, ya que las características de los hogares, de las viviendas y su equipamiento con sistemas poco eficientes provocan una mayor tasa de pobreza energética que en otras ciudades.

5. Análisis climático y estrategias pasivas para los ámbitos de estudio

Las medidas de intervención sobre los edificios existentes han de adecuarse a las características del clima para garantizar que éstas no empeoran las condiciones pasivas del uso de la edificación, y por tanto no incrementan la demanda necesaria para mantener el edificio en condiciones de bienestar. En este sentido, el conocimiento de las características climáticas de las localidades de estudio, así como de las estrategias de adecuación bioclimática son esenciales. Esto es especialmente importante en los casos concretos que nos ocupan, dada la inaccesibilidad de la población en situación de pobreza energética a medidas de tipo activo.

Para el análisis se ha recurrido al climograma de Givoni y a su combinación con cartas solares, ambos específicos del clima de las cuatro localidades. Del análisis de ambos se desprenderán una serie de estrategias que se considerarán posteriormente para la selección de las soluciones, específicas para las viviendas en las que se quieran ejecutar. En este sentido, conviene recordar que la configuración urbana y las condiciones de uso específicas de cada edificio y de cada vivienda serán igualmente importantes que las especificidades climáticas para que la selección de las soluciones sea la más adecuada.

5.1 Definición de estrategias pasivas para el bienestar en los espacios interiores

Una de las necesidades primordiales para mantener la salud y el bienestar es el mantenimiento del equilibrio térmico entre el cuerpo humano y su entorno.

Debido al proceso metabólico, el cuerpo produce trabajo y calor. Esta producción interna de calor debe equilibrar las pérdidas y ganancias de calor ambiente, puesto que la temperatura interna debe mantenerse constante. Cuando no se consigue este equilibrio, la temperatura de las partes internas del cuerpo sube o baja según la pérdida de calor sea menor o mayor que la producción de calor, hasta que se consigue la estabilización en un nuevo nivel o si no se consigue, hasta que el cuerpo sufre un colapso.

Los cambios de calor se producen por convección y por radiación con el aire ambiente y las superficies que le rodean respectivamente. Además, se puede perder calor por evaporación del sudor y el agua de los pulmones.

Para el estudio de esta relación hombre-clima, tan importante para la vida humana, se han hecho numerosos estudios analizando las variables que intervienen y cómo intervienen. Llegar a conclusiones en estas investigaciones es difícil, ya que son muchos los factores que influyen en los intercambios de calor entre el cuerpo humano y su medio, y todos ellos actúan de un modo simultáneo.

Es necesario pues, evaluar el efecto combinado de los factores ambientales sobre las respuestas fisiológicas y sensoriales del cuerpo y expresar cualquier combinación de ellos en forma simple a

través del denominado Índice Térmico. Un medio para establecer las relaciones entre las distintas variables térmicas y el confort humano son los llamados diagramas bioclimáticos, que usan un sistema de representación gráfica de estas relaciones.

Se trata de diagramas psicrométricos, relación de temperatura-humedad, sobre los que se establecen las condiciones de confort en función de los índices térmicos. Los más usados son el de Olgay para diseño urbano y de espacios abiertos y el de Givoni para el diseño de edificios.

Puesto que el objetivo de este estudio es definir las estrategias más adecuadas para los edificios desde el punto de vista climático, a continuación, se realizan y analizan los diagramas de Givoni para Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla. Las estrategias que resultan son válidas para la construcción tanto para obra nueva y rehabilitación, como para definir las soluciones exprés en viviendas.

5.2 Climograma de Givoni

La carta bioclimática de Givoni se basa en el Índice de Tensión Térmica (ITS) para delimitar la zona de bienestar. Este método tiene en cuenta las características de la construcción como modificadoras de las condiciones del clima exterior, y en sus recomendaciones habla del bienestar en el interior de las edificaciones.

Givoni propone una carta bioclimática en la que en el eje de abscisas se representan las temperaturas de bulbo seco (que normalmente dan los observatorios), las ordenadas representan la tensión parcial de vapor de agua contenido en el aire, y las líneas curvas, psicrométricas, representan la humedad relativa (%). Sobre la línea de máxima humedad 100% se representa la temperatura de bulbo húmedo.

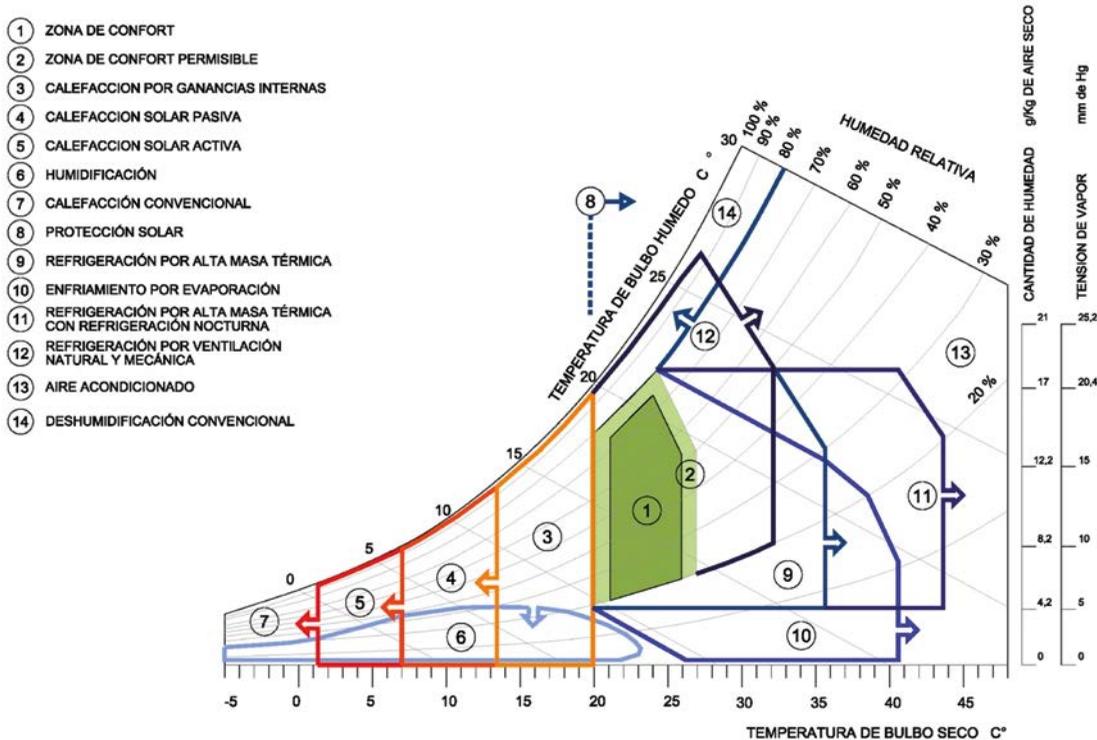


Figura 47. Climograma de Givoni

Fuente: Elaboración propia a partir de Givoni

La representación del clima anual se ha realizado con las condiciones medias de las máximas y mínimas de cada mes con lo que, además de los valores medios, queda plasmada la oscilación diaria de los parámetros temperatura-humedad, dato muy importante para el diseño de las cualidades termofísicas de los edificios.

En el climograma de Givoni se delimitan varias zonas cuyas características de temperatura y humedad indican la conveniencia de utilizar unas determinadas estrategias de diseño en la edificación. En aquellas zonas en las que se superponen distintas estrategias, se puede usar una, otra o la acción combinada del conjunto de las recomendadas.

Hay que tener en cuenta, también, que el cumplimiento de las condiciones consideradas como insuficientes, favorecen y abaratan el uso de las necesarias. Así, si se necesita calefacción, un buen comportamiento pasivo disminuirá la cantidad de energía que se gaste en ella; o si se necesita refrigeración, el buen diseño pasivo minimizará la instalación.

Para realizar el climograma de Givoni de las distintas localidades se ha empleado el programa Climate Consultant en su versión 6.0.

5.3 Análisis a través del programa Climate Consultant

5.3.1 Descripción el programa

Climate Consultant es un programa que utiliza datos anuales del clima de miles de estaciones meteorológicas ubicadas en localidades de todo el mundo (en formato EPW). Con estos datos el programa es capaz de generar, organizar y representar información climática para la toma de decisiones respecto al diseño eficiente y sostenible de los edificios, tanto de obra nueva como de rehabilitación.

Desarrollador: Professor Murray Milne, Department of Architecture and Urban Design. University of California. Los Angeles, California 90095-1467

Disponible en: <http://www.energy-design-tools.aud.ucla.edu/climate-consultant/request-climate-consultant.php>

5.3.2 Base de datos climática

El programa permite trabajar con dos bases de datos climáticas que se obtienen en la página web de *EnergyPlus*: <https://energyplus.net/weather>

- IWEC, International Weather for Energy Calculations (base de datos desarrollada para proyecto de investigación de ASHRAE). Proporciona datos de viento
- SWEC, Spanish Weather for Energy Calculations (base de datos desarrollada para el programa Calener a partir de datos de AEMET). No proporciona datos de viento

Para este estudio se ha elegido la base de datos SWEC, pues es específica para España y contempla todas las localidades seleccionadas en el presente trabajo.

5.3.3 Modelo de Confort

El modelo de confort elegido para la elaboración de los climogramas es el *California Energy Code Comfort Model, 2013*, con los criterios de diseño que se comentan a continuación.

Los parámetros para la zona de confort, referentes a la temperatura de bulbo seco, se han fijado entre 20 °C y 26 °C. Con ello se ha pretendido que la zona de confort contemple las zonas de “confort” y “confort permisible” establecidas en el diagrama de Givoni. En la Parte III de este estudio, tal y como se ha indicado en la introducción, se ajustan estos límites de cara a establecer un enfoque más cualitativo en el que, respecto a la sensación de confort, se valoran variables subjetivas que tienen en cuenta la capacidad de adaptación de las personas respecto a las condiciones del ambiente en el que se encuentran (confort adaptativo).

5.4 Análisis del clima de Barcelona y estrategias en la edificación

5.4.1 Datos climáticos de Barcelona

Los datos climáticos correspondientes a Barcelona han sido obtenidos de la página web de *EnergyPlus*: <https://energyplus.net/weather>

Como se puede observar, los meses más calurosos son julio, agosto y septiembre, con temperaturas medias entre los 21 y 23 °C. La humedad relativa media sufre pocas variaciones a lo largo del año debido a la influencia del Mar Mediterráneo, gran regulador térmico que reduce las oscilaciones medias diarias (67% a 74%). Los mayores valores de radiación solar se producen en los meses estivales: junio, julio y agosto.

En el siguiente gráfico se muestran los valores de temperatura de bulbo seco (color rojo) y temperatura de bulbo húmedo (color granate). También se representa la zona de confort mediante una banda de color gris (entre 20 a 26 °C). En la banda de color azul aparecen los valores horarios de temperatura de bulbo seco para todos los meses. Respecto a la radiación solar aparecen los valores de radiación solar directa (amarillo) y radiación solar difusa (azul), así como el valor de radiación solar global, resultante de la suma de las dos anteriores.

Según se observa existen muchos meses al año donde no se alcanzan los valores de temperatura media para alcanzar el confort (enero, febrero, marzo, abril, noviembre y diciembre). Sin embargo, a partir del mes de mayo se entra en esta franja de confort hasta superar sus valores en las horas más calurosas del día de los meses estivales (junio, julio, agosto y septiembre). La mayor cantidad de radiación solar (directa, difusa y global) se produce en los meses de mayo, junio, julio y agosto.

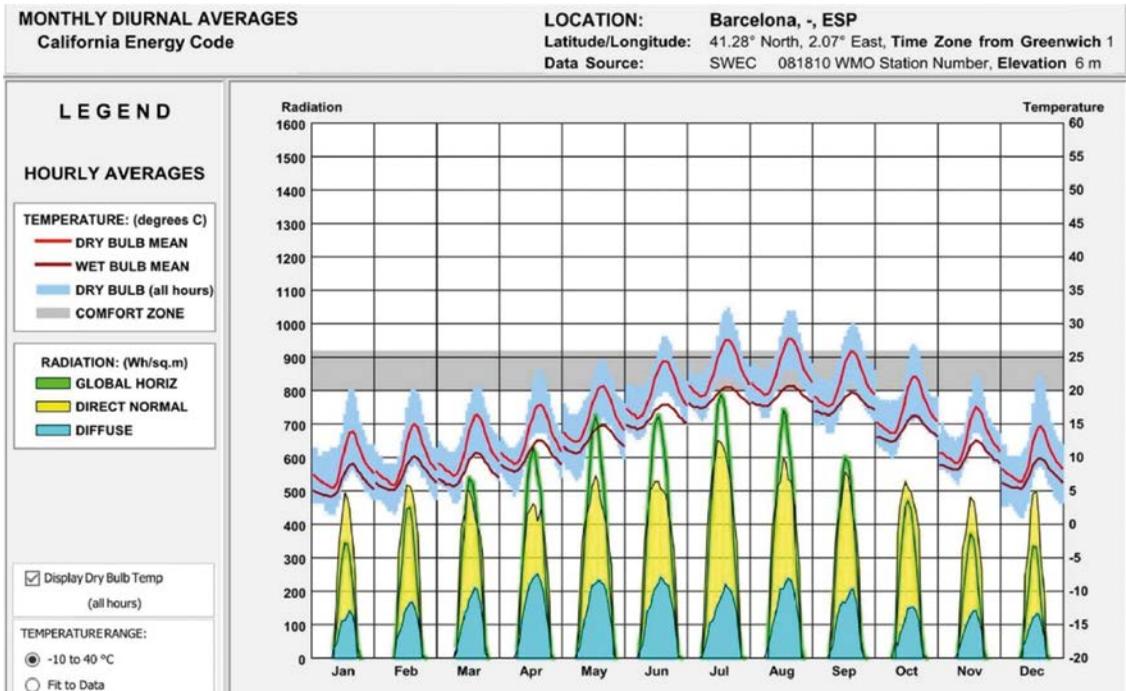


Figura 48. Valores medios mensuales. Barcelona

Fuente: Climate Consultant

En la siguiente figura se observa la variación de temperaturas y humedades relativas medias horarias para cada mes. Las mayores temperaturas se producen entre las 15:00 y las 16:00 horas, coincidiendo con los menores valores de humedad relativa. Sin embargo, las humedades relativas más altas coinciden con los valores menores de temperaturas diarias, que se producen a primera hora de la mañana.

Durante la mayoría de las horas centrales de los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre se alcanza la zona de confort. En los mediodías de los meses de julio, agosto y septiembre se sobrepasan dichos valores.

Sin embargo, en los meses intermedios y en los más fríos no se alcanza prácticamente en ninguna hora del día la banda de confort (tan sólo en las horas centrales del mes de octubre).

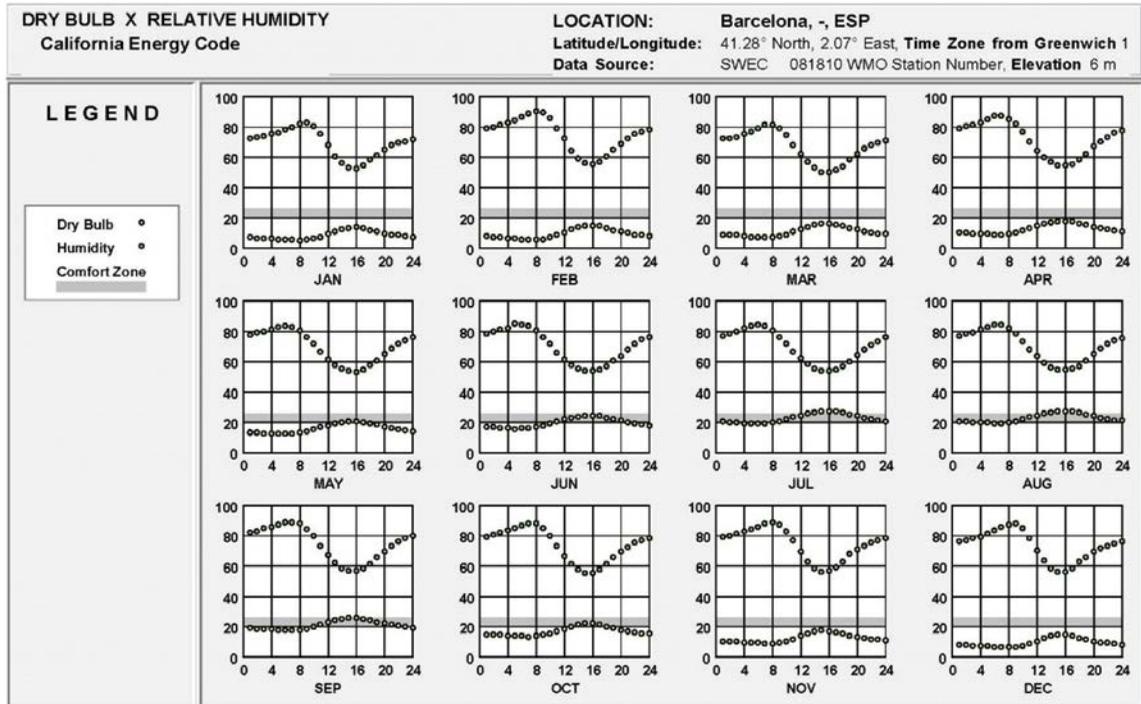


Figura 49. Temperaturas y humedades relativas medias horarias. Barcelona

Fuente: Climate Consultant

5.4.2 Carta solar cilíndrica para Barcelona

En el siguiente gráfico se representa una combinación de la posición del sol a lo largo del año y los valores de temperatura de bulbo seco. En el eje de ordenadas aparecen los valores de altura solar y en el de abscisas el acimut. Cada una de las curvas representa el recorrido solar para cada mes.

Los puntos amarillos indican condiciones de confort, pues la temperatura de bulbo seco está dentro de la zona de confort. Los puntos rojos indican condiciones de sobrecalentamiento, es decir, que la temperatura de bulbo seco está por encima de la zona de confort. Por último, los puntos azules indican horas infracalentadas, cuando la temperatura de bulbo seco está por debajo de la zona de confort.

Respecto a las estrategias pasivas referentes a la radiación solar, las ventanas juegan un papel determinante al ser la parte de la envolvente más sensible a estas cuestiones. Si los puntos aparecen en color azul, la estrategia fundamental será la de captación de la radiación solar, mientras que si aparecen en color rojo necesitaremos protección solar.

En parte del primer semestre del año, correspondiente a los meses de diciembre, enero, febrero, marzo, abril se observa que existe necesidad de captación de la radiación solar, pues las temperaturas medias son inferiores a los 20 °C. En las horas de los mediodías y tardes de los meses de mayo y junio se requerirá del uso de protecciones solares para alcanzar el confort, aunque en junio esta necesidad se amplía durante las horas de la mañana.

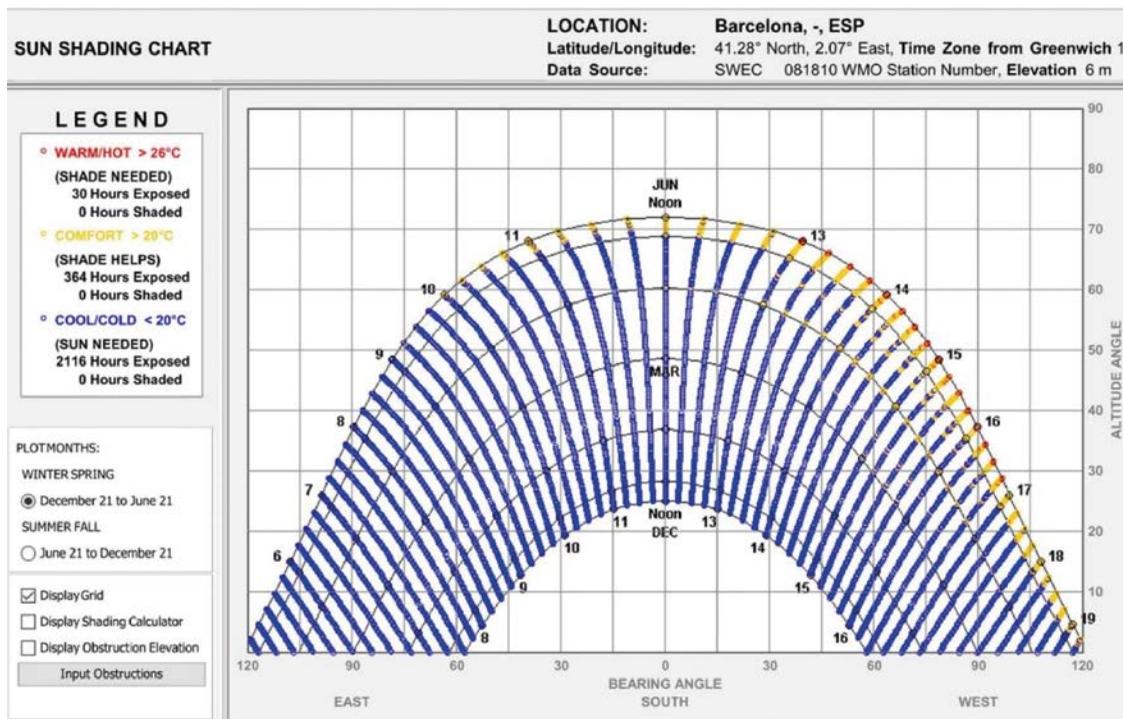


Figura 50. Carta solar cilíndrica y temperaturas: 21 de diciembre a 21 de junio. Barcelona

Fuente: Climate Consultant

En el segundo semestre del año las necesidades varían, pues la incidencia de la radiación solar combinada con la inercia de la tierra contribuye al incremento de temperaturas. Sin embargo, las trayectorias solares se mantienen semejantes al primer semestre. Es decir, que en el gráfico se pueden agrupar los meses, según trayectoria solar, de la siguiente manera: diciembre, enero-noviembre, febrero-octubre, marzo-septiembre, abril-agosto, mayo-julio y junio.

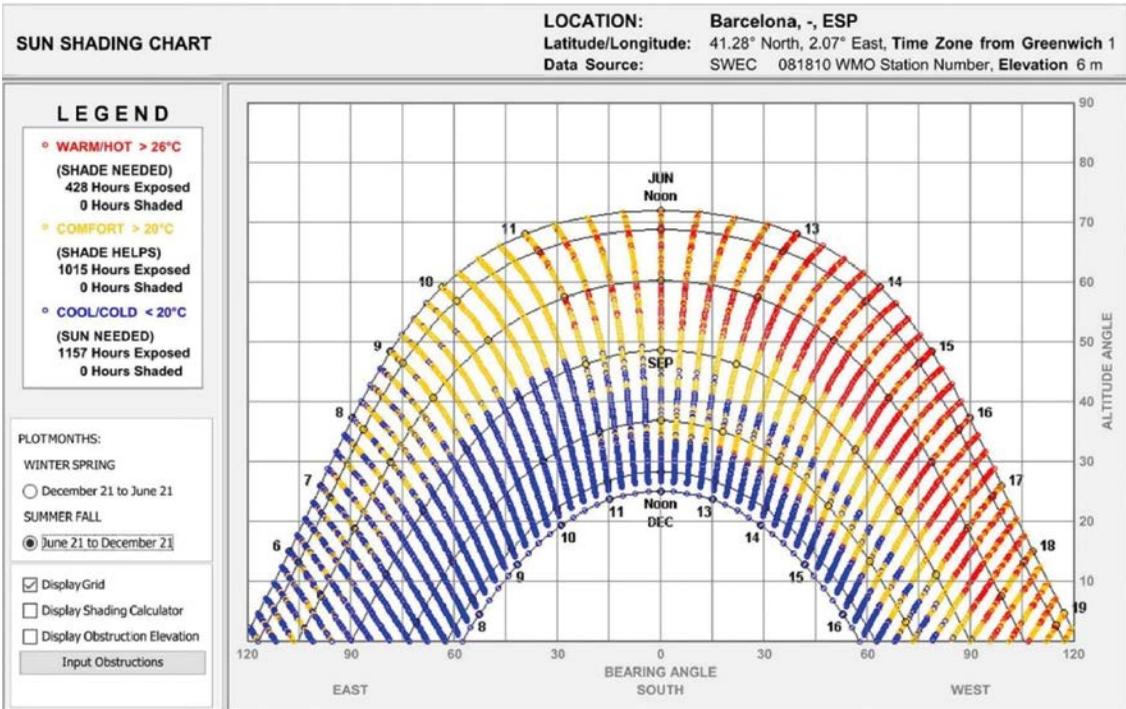


Figura 51. Carta solar cilíndrica y temperaturas: 21 de junio a 21 de diciembre. Barcelona

Fuente: Climate Consultant

En este semestre existen muchas más horas el día donde será necesaria la protección frente a la radiación solar, obstaculizándola antes de que incida sobre la envolvente del edificio, pues será mucho más eficaz. Se aprecia que estas necesidades se incrementan en las horas de la tarde de los meses más calurosos (junio, agosto, septiembre y algunas horas de octubre). Además, también existe necesidad de sombreado en horas de la mañana de los meses de junio, julio y agosto principalmente.

5.4.3 Climograma de Givoni para Barcelona

En la representación horaria del climograma se han seleccionado las principales estrategias pasivas que se requieren a lo largo del año.

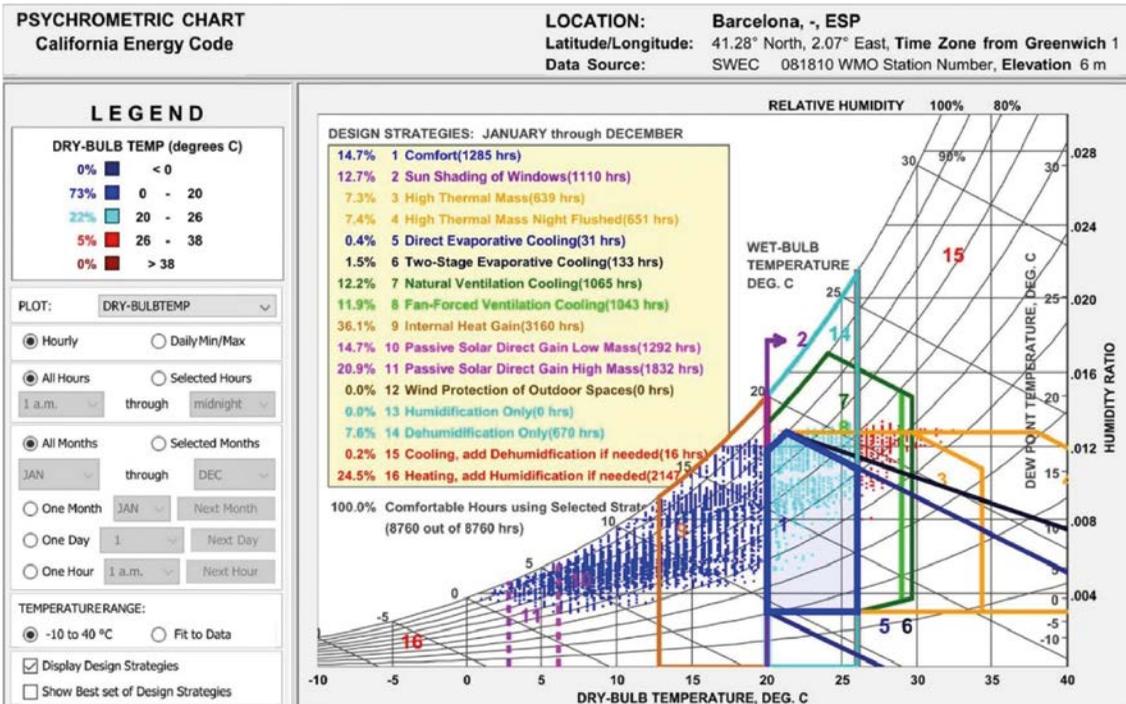


Figura 52. Climograma de Givoni-Representación horaria. Barcelona

Fuente: Climate Consultant

En el caso de Barcelona el 14,7% de las horas del año se está en condiciones de confort, durante el 12,7% se necesita protección solar, en el 14,7% de las horas será aprovechable la inercia térmica, en un 36,1% se entra en confort mediante las ganancias internas (es decir, con el propio uso del edificio), en un 35,6% del tiempo es necesaria la calefacción solar pasiva, en el 24,1% de las horas es necesaria la ventilación natural y/o mecánica, en el 7,6% del tiempo es necesaria la deshumidificación y en un 24,5% habría que utilizar calefacción convencional. También es recomendable aprovechar la inercia térmica de los edificios.

En la representación mensual de las estrategias de diseño bioclimático, figura 53, se observa que la protección solar es necesaria en las horas centrales de los meses de mayo y octubre y en gran parte de las horas de los meses de junio, julio, agosto, septiembre, así como el aprovechamiento de la inercia térmica del edificio. También sería necesario el uso de la ventilación natural en los meses de julio, agosto y septiembre. Incluso, en un porcentaje mínimo de las horas más calurosas de los meses de julio y agosto habría que recurrir al uso del aire acondicionado, con deshumidificación si fuera necesario.

Durante las horas más frías de los meses de diciembre y enero es necesario el uso de calefacción convencional, mientras que en el resto de horas sería suficiente con calefacción solar pasiva y activa y las ganancias internas. En los meses intermedios se está en confort en los mediodías. En el resto de horas sería suficiente con las ganancias internas y la calefacción solar pasiva en las horas más frías de los meses de febrero, marzo, abril, octubre y noviembre.

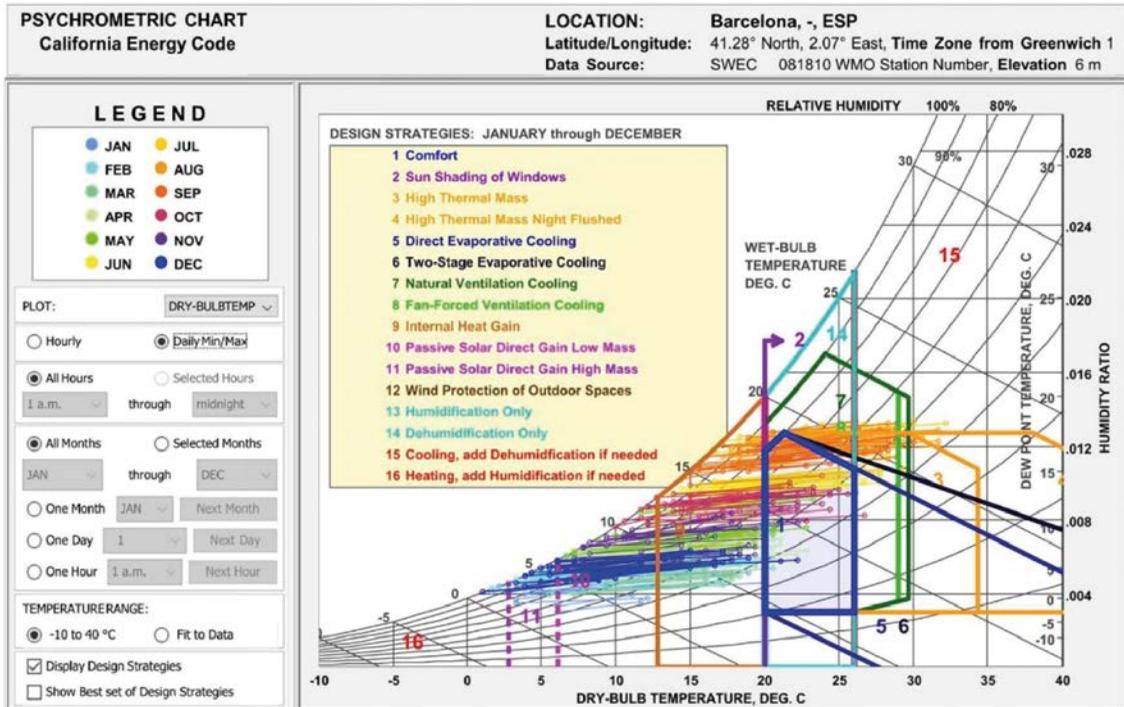


Figura 53. Climograma de Givoni-Representación mensual. Barcelona

Fuente: Climate Consultant

5.5 Análisis del clima de A Coruña y estrategias en la edificación

5.5.1 Datos climáticos de A Coruña

Los datos climáticos correspondientes a la ciudad de A Coruña han sido obtenidos de la página web de EnergyPlus: <https://energyplus.net/weather>

Como se puede observar, los meses más calurosos son junio, julio, agosto y septiembre, con temperaturas medias que oscilan entre los 16 y 18 °C. La humedad relativa media sufre pocas variaciones a lo largo del año debido a la influencia del Mar Cantábrico, gran regulador térmico que

reduce las oscilaciones medias diarias (74% a 79%). Los mayores valores de radiación solar se producen en los meses estivales: junio, julio y agosto.

Según se observa en el gráfico siguiente, existen muchos meses al año donde no se alcanzan los valores de temperatura media para alcanzar el confort (enero, febrero, marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre). Durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre se alcanza la franja de confort (en color gris), pero sin superarla prácticamente en ningún momento. Tan sólo en algunas horas de los meses de julio y septiembre se superan los valores de confort. La mayor cantidad de radiación solar (directa, difusa y global) se produce en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre.

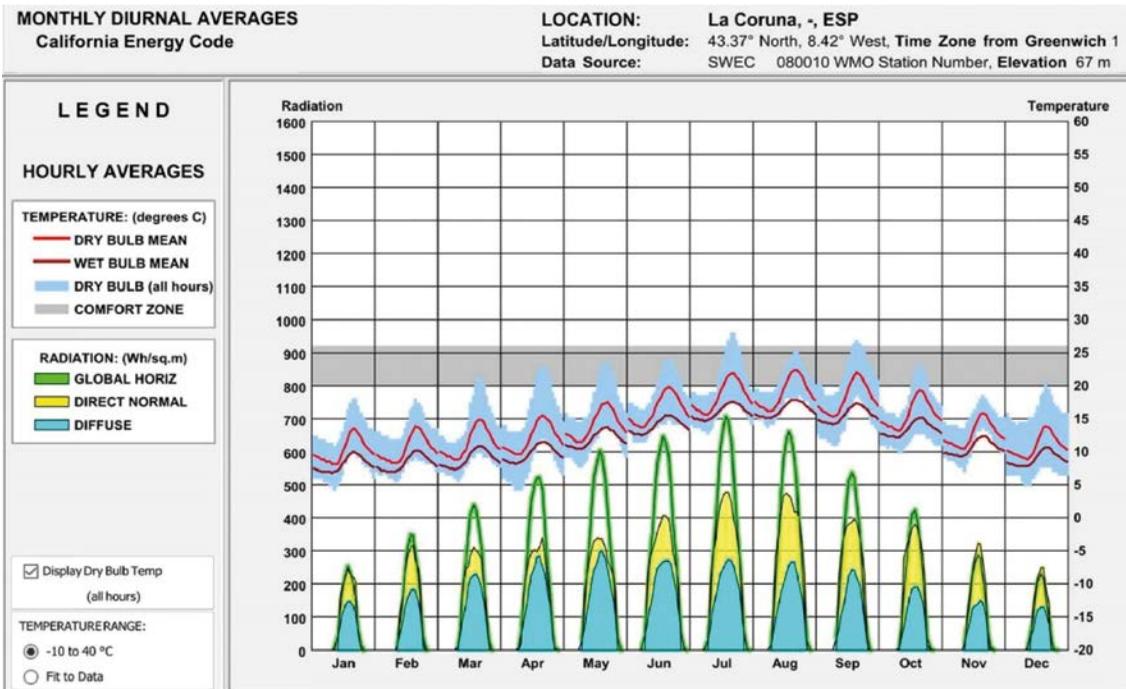


Figura 54. Valores medios mensuales. A Coruña

Fuente: Climate Consultant

En la siguiente figura se observa la variación de temperaturas y humedades relativas medias horarias para cada mes. Las mayores temperaturas se producen entre las 15:00 y las 16:00 horas, coincidiendo con los menores valores de humedad relativa. Sin embargo, las humedades relativas más altas coinciden con los valores menores de temperaturas diarias, que se producen a primera hora de la mañana.

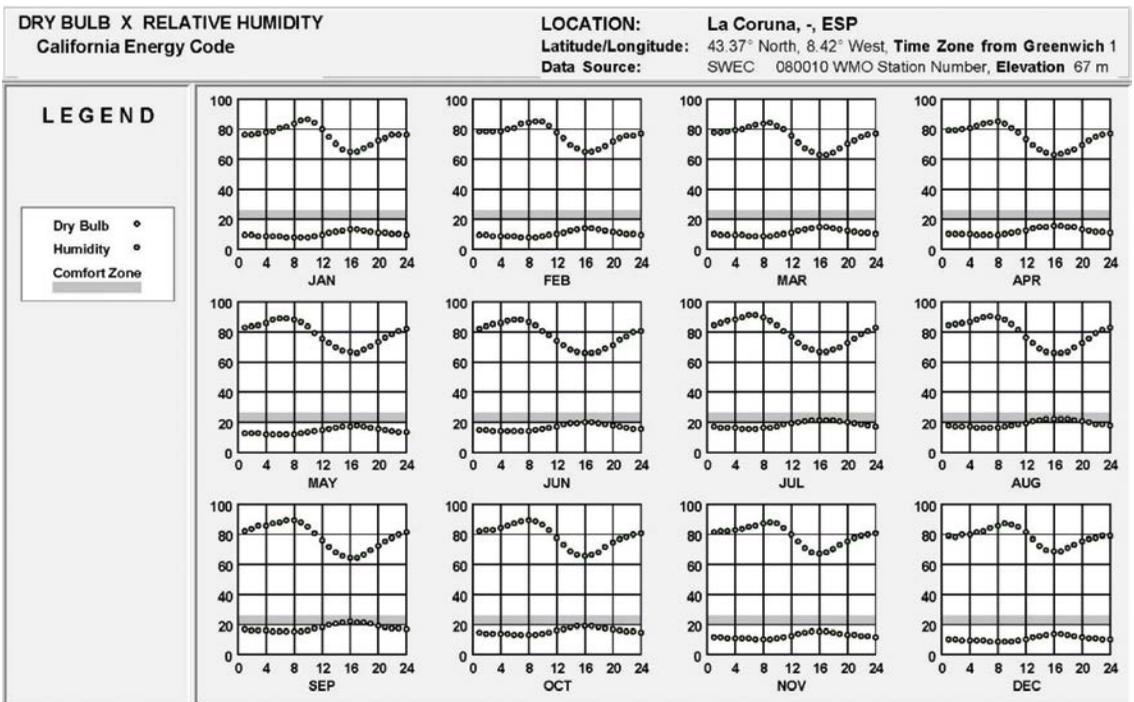


Figura 55. Temperaturas y humedades relativas medias horarias. A Coruña
Fuente: Climate Consultant

En las horas más calurosas del mes de junio se alcanza el confort, mientras que en los meses de julio, agosto y septiembre existen más horas que alcanzan la banda de confort, aunque en ningún momento del año se sobrepasan estos valores. En los meses más fríos y los intermedios (enero, febrero, marzo, abril, mayo, octubre, noviembre y diciembre) no se alcanza en ningún momento del día la zona de confort térmico.

5.5.2 Carta solar cilíndrica para A Coruña

En el primer semestre del año, correspondiente a los meses de diciembre, enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio se observa que existe necesidad de captación de la radiación solar durante todo el tiempo, pues las temperaturas medias son inferiores a los 20 °C. Únicamente en escasas horas de las tardes del mes de junio será de ayuda el uso de protecciones solares para alcanzar el confort.

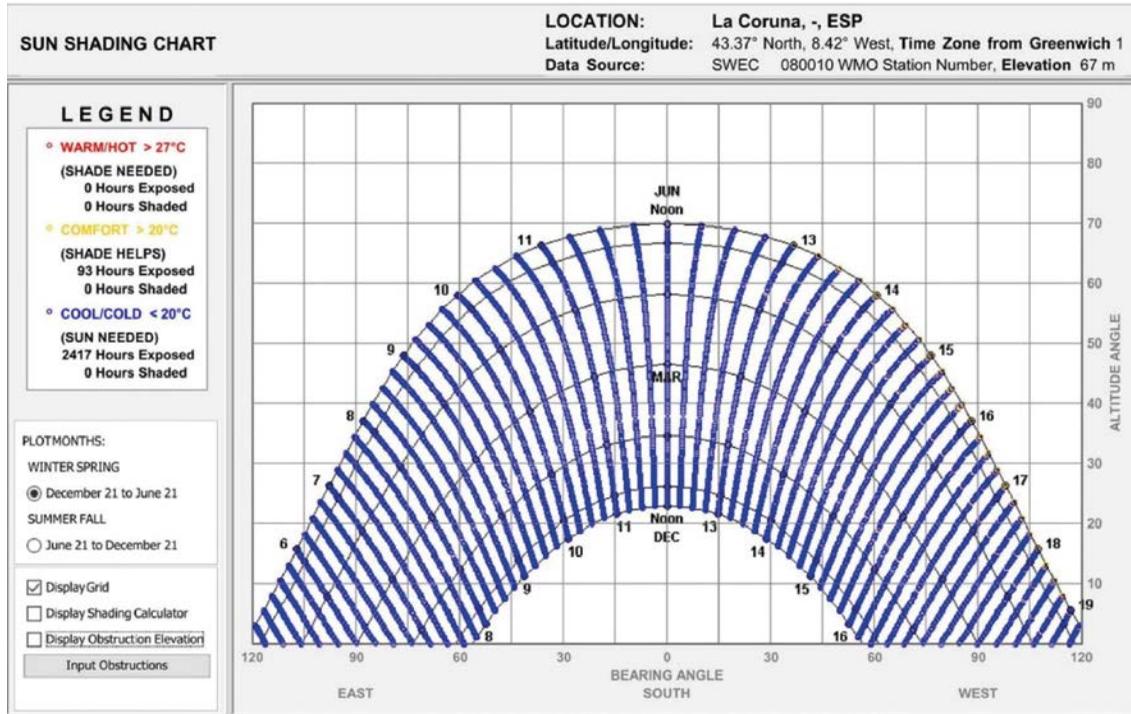


Figura 56. Carta solar cilíndrica y temperaturas: 21 de diciembre a 21 de junio. A Coruña

Fuente: Climate Consultant

En el segundo semestre del año las necesidades varían, pues la incidencia de la radiación solar combinada con la inercia de la tierra contribuye al incremento de temperaturas. Sin embargo, las trayectorias solares se mantienen semejantes al primer semestre. Es decir, que en el gráfico se pueden agrupar los meses, según trayectoria solar, de la siguiente manera: diciembre, enero-noviembre, febrero-octubre, marzo-septiembre, abril-agosto, mayo-julio y junio.

Existen algunas horas al día donde la protección frente a la radiación solar ayudará a entrar en las condiciones de confort, aunque no sea una estrategia tan determinante como en el caso de Madrid y Sevilla. De hecho, en gran parte de las horas es una estrategia que ayuda a alcanzar el confort en el interior de la edificación. Sería óptimo que la radiación se detenga antes de que incida sobre la envolvente del edificio, pues será mucho más eficaz. Se aprecia que estas necesidades se incrementan en las horas de la tarde de los meses más calurosos (junio, julio, agosto y septiembre).

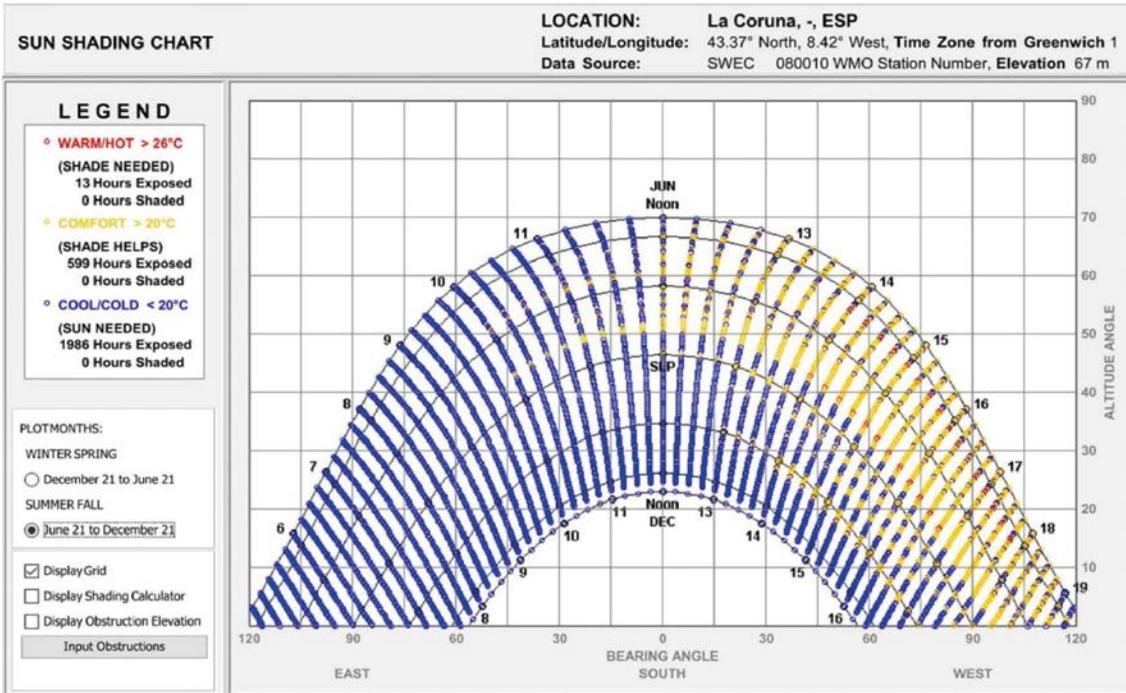


Figura 57. Carta solar cilíndrica y temperaturas: 21 de junio a 21 de diciembre. A Coruña

Fuente: Climate Consultant

Climograma de Givoni para A Coruña

En la representación horaria del climograma se han seleccionado las principales estrategias pasivas que se requieren a lo largo del año.

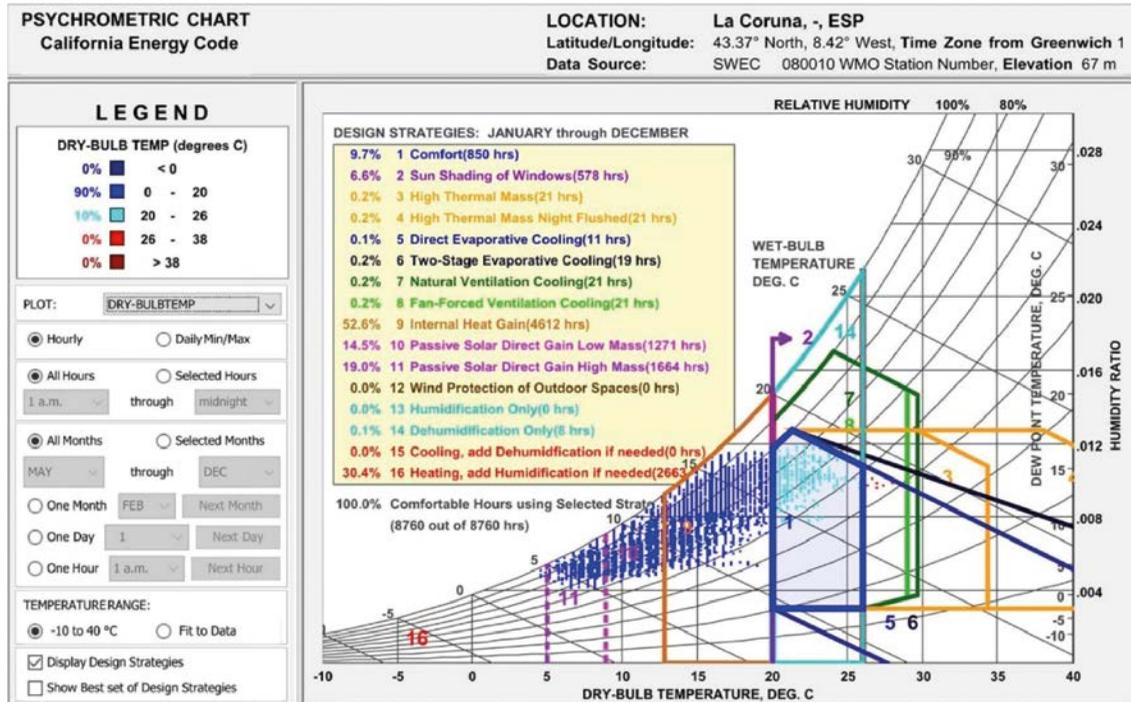


Figura 58. Climograma de Givoni-Representación horaria. A Coruña

Fuente: Climate Consultant

En el caso de A Coruña casi el 10% de las horas del año se está en condiciones de confort, tan sólo durante un 6,6% se necesita protección de la radiación solar, en un 52,6% de las horas se entra en confort mediante las ganancias internas (es decir, con el propio uso del edificio), en un 33,5% del tiempo es necesaria la calefacción solar pasiva y en un 30,4% habría que utilizar calefacción convencional.

En la representación mensual de las estrategias de diseño bioclimático se observa que la protección solar es necesaria, principalmente, en las horas centrales de los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

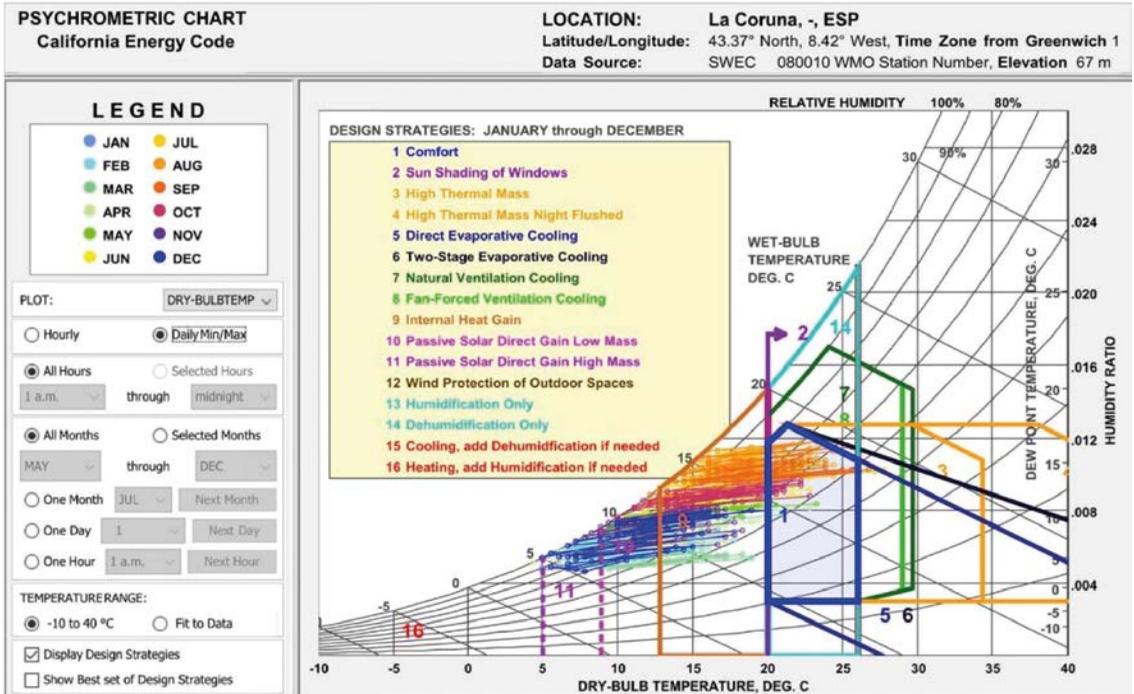


Figura 59. Climograma de Givoni-Representación mensual. A Coruña

Fuente: Climate Consultant

Durante las horas más frías de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero es necesario el uso de calefacción convencional, mientras que en el resto de horas sería suficiente con calefacción solar pasiva y activa y las ganancias internas. En los meses intermedios sería suficiente con las ganancias internas y la calefacción solar pasiva en las horas más frías.

5.6 Análisis del clima de Madrid y estrategias en la edificación

5.6.1 Datos climáticos de Madrid

Los datos climáticos correspondientes a Madrid han sido obtenidos de la página web de *EnergyPlus*: <https://energyplus.net/weather>.

Como se puede observar, los meses más calurosos son junio, julio, agosto y septiembre, con temperaturas medias entre los 20 y 24 °C. La humedad relativa media sufre variaciones importantes a lo largo del año (36% a 74%) debido a la continentalidad de Madrid. Los mayores valores de radiación solar se producen en los meses estivales: junio, julio y agosto.

Según se observa en el siguiente gráfico, existen meses al año donde no se alcanzan los valores de temperatura media para alcanzar el confort (enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre). Sin embargo, a partir del mes de abril se entra en esta franja de confort hasta superar ampliamente sus valores en las horas más calurosas del día de los meses estivales (junio, julio, agosto y septiembre). La mayor cantidad de radiación solar (directa, difusa y global) se produce en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre.

Se puede apreciar la gran variación de temperaturas que sufre la localidad a lo largo del año, con inviernos fríos y veranos muy cálidos.

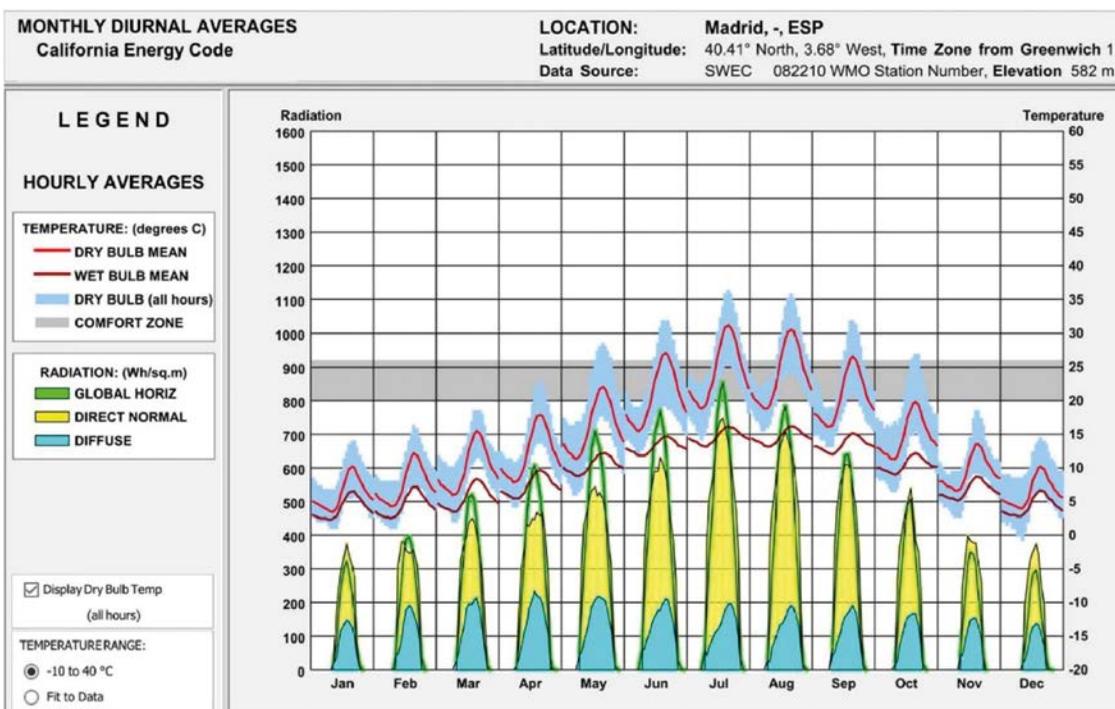


Figura 60. Valores medios mensuales. Madrid

Fuente: Climate Consultant

En la siguiente figura se observa la variación de temperaturas y humedades relativas medias horarias para cada mes. Las mayores temperaturas se producen entre las 15:00 y las 16:00 horas, coincidiendo con los menores valores de humedad relativa. Sin embargo, las humedades relativas más altas coinciden con los valores menores de temperaturas diarias, que se producen a primera hora de la mañana.

Se puede apreciar la gran variación de los valores de temperatura y humedad que sufre la ciudad a lo largo del año, con humedades que superan el 80% en los meses más fríos y que, sin embargo, llegan a descender hasta el 20% en las horas centrales de los meses más calurosos. Algo similar ocurre con las temperaturas.

Durante parte de las horas centrales de los meses de mayo y septiembre se alcanza la zona de confort. Sin embargo, en los mediodías de los meses de junio, julio y agosto se sobrepasan dichos valores ampliamente.

En los meses intermedios y en los más fríos no se alcanza prácticamente en ninguna hora del día la banda de confort (tan sólo en las horas centrales de los meses de abril y octubre).

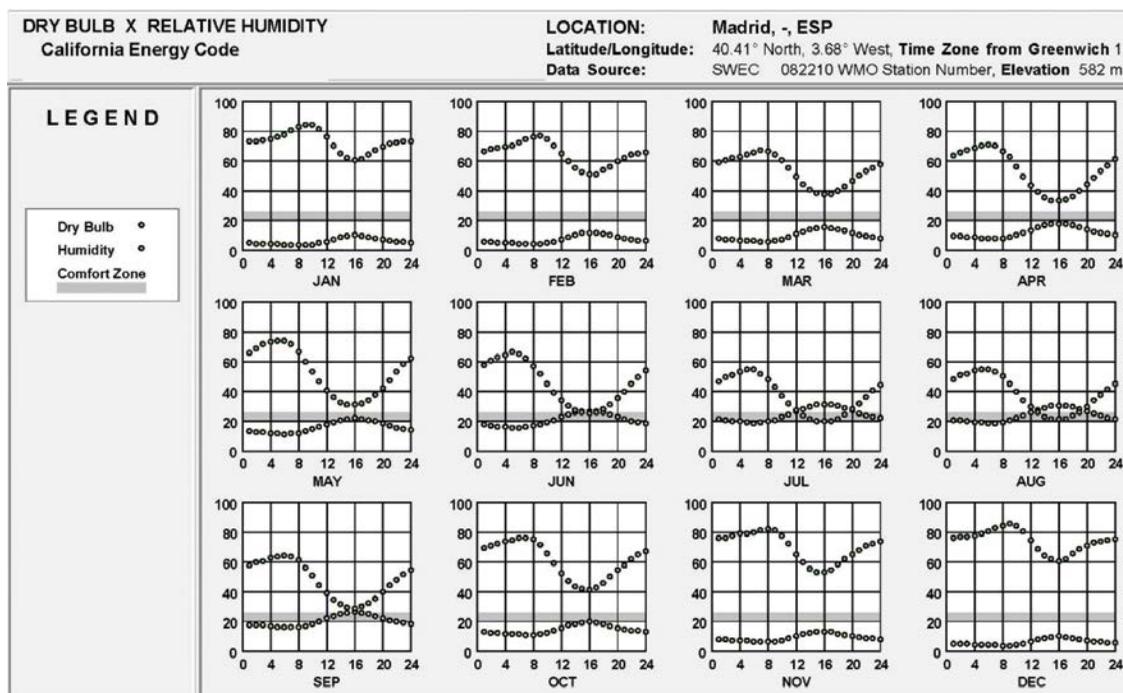


Figura 61. Temperaturas y humedades relativas medias horarias. Madrid

Fuente: Climate Consultant

5.6.2 Carta solar cilíndrica para Madrid

En parte del primer semestre del año, correspondiente a los meses de diciembre, enero, febrero, marzo y abril se observa que existe necesidad de captación de radiación solar durante gran parte del tiempo, pues las temperaturas medias son inferiores a los 20 °C. Sin embargo, en las horas de la tarde de los meses de mayo y junio será necesario el uso de protecciones solares para alcanzar el bienestar. En el mes de junio incluso se amplía el intervalo horario donde es necesaria esta estrategia hasta parte de la mañana.

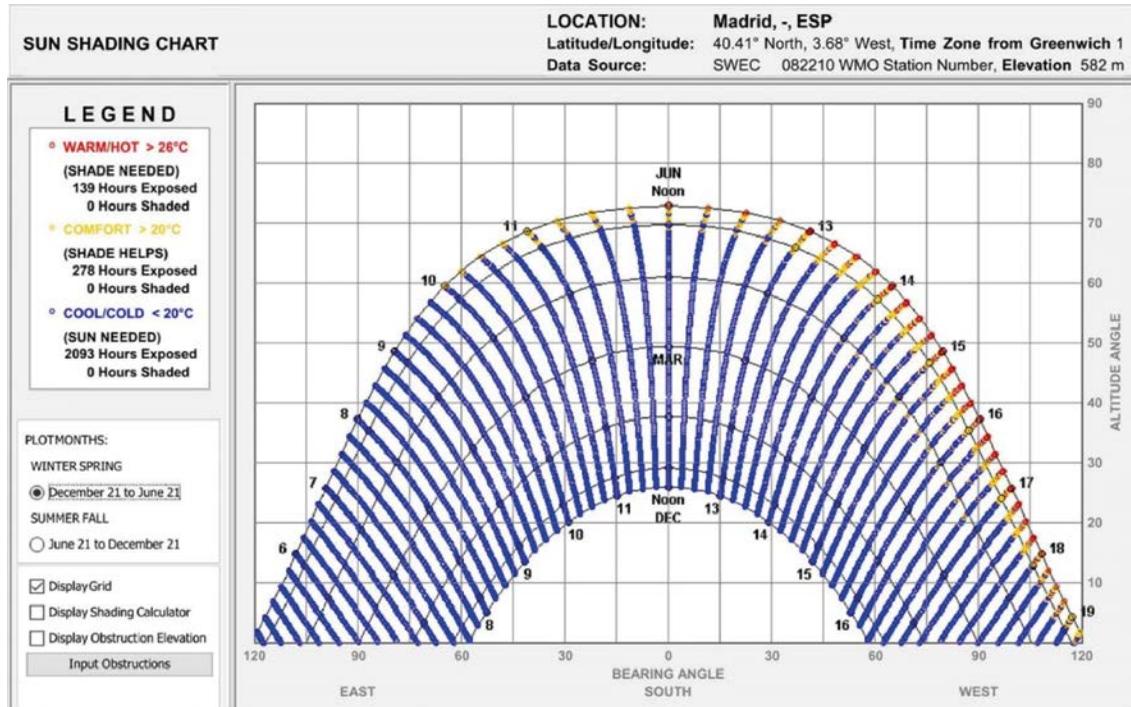


Figura 62. Carta solar cilíndrica y temperaturas: 21 de diciembre a 21 de junio. Madrid

Fuente: Climate Consultant

En el segundo semestre del año las necesidades varían radicalmente. Existen muchas más horas del día donde la protección de la radiación solar será imprescindible para entrar en las condiciones de confort, principalmente en los mediodías y tardes de los meses de junio, julio, agosto, septiembre y parte de octubre. Se aprecia que estas necesidades se incrementan en las horas de la mañana de los meses más calurosos (junio, julio, agosto y septiembre).

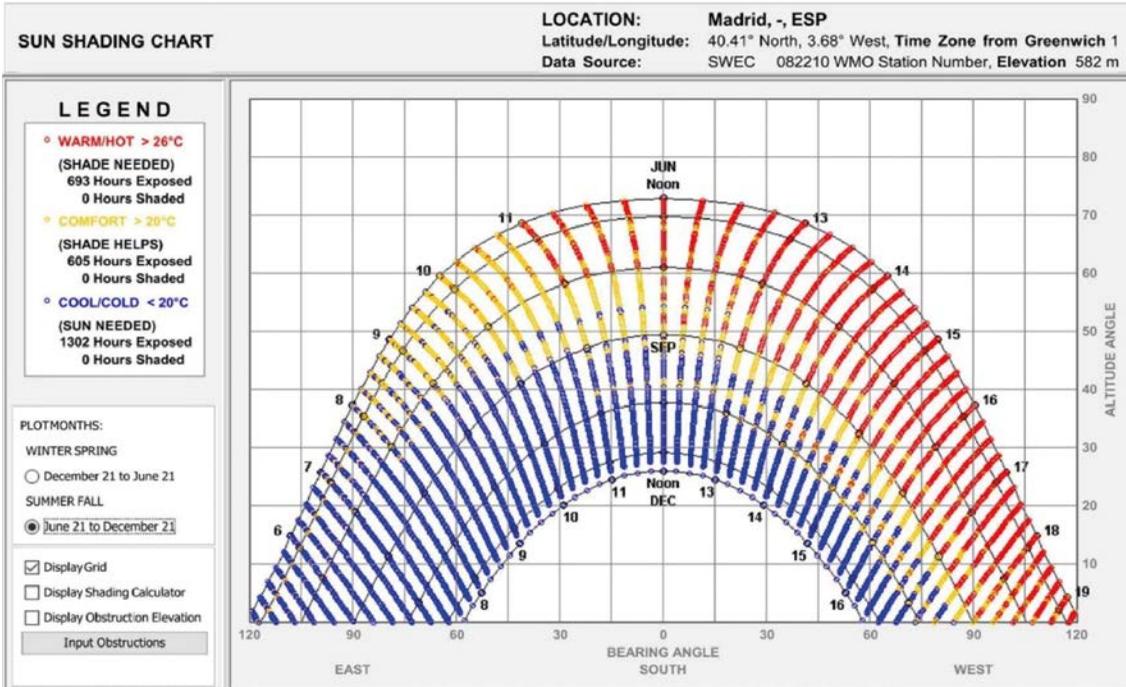


Figura 63. Carta solar cilíndrica y temperaturas: 21 de junio a 21 de diciembre. Madrid

Fuente: Climate Consultant

5.6.3 Climograma de Givoni para Madrid

En la representación horaria del climograma se han seleccionado las principales estrategias pasivas que se requieren a lo largo del año.

En el caso de Madrid el 16,3% de las horas del año se está en condiciones de confort, durante un 12,6% se necesita protección de la radiación solar, en un 29% de las horas se entra en confort mediante las ganancias internas (es decir, con el propio uso del edificio), en un 31,6% del tiempo es necesaria la calefacción solar pasiva y en un 33,9% habría que utilizar calefacción convencional. La ventilación natural y mecánica también es una estrategia importante (10%), así como la consideración de la inercia térmica de las edificaciones (17%) y el enfriamiento evaporativo (17%).

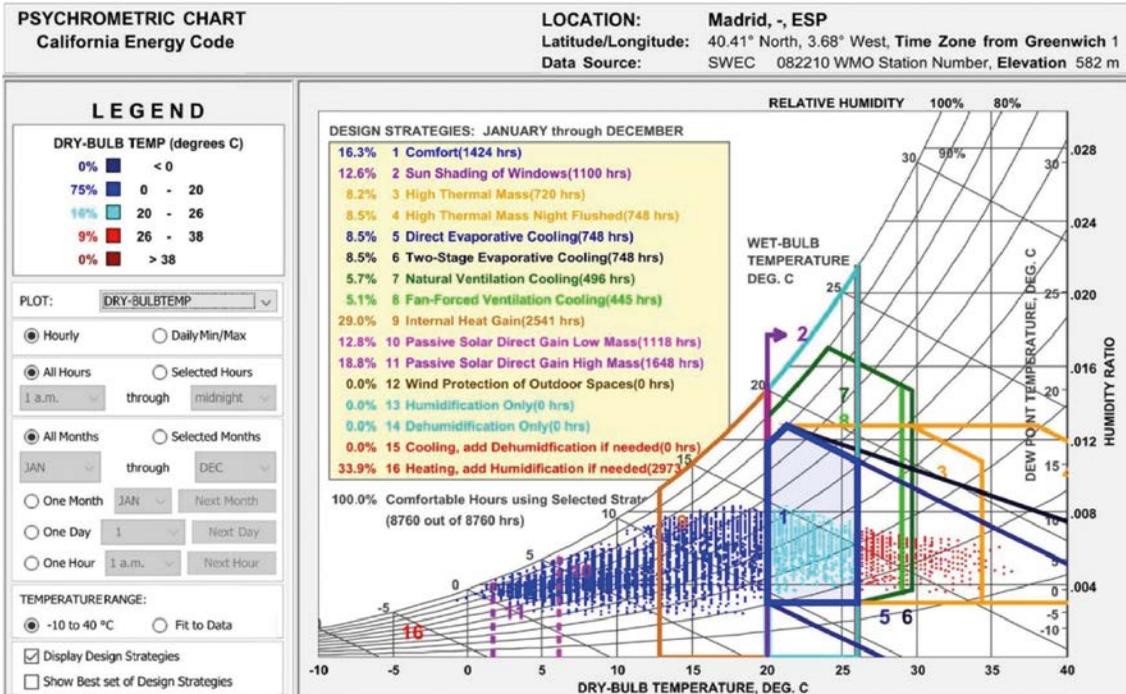


Figura 64. Climograma de Givoni-Representación horaria. Madrid

Fuente: Climate Consultant

En la representación mensual de las estrategias de diseño bioclimático se observa que la protección solar es necesaria durante las horas más calurosas de los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

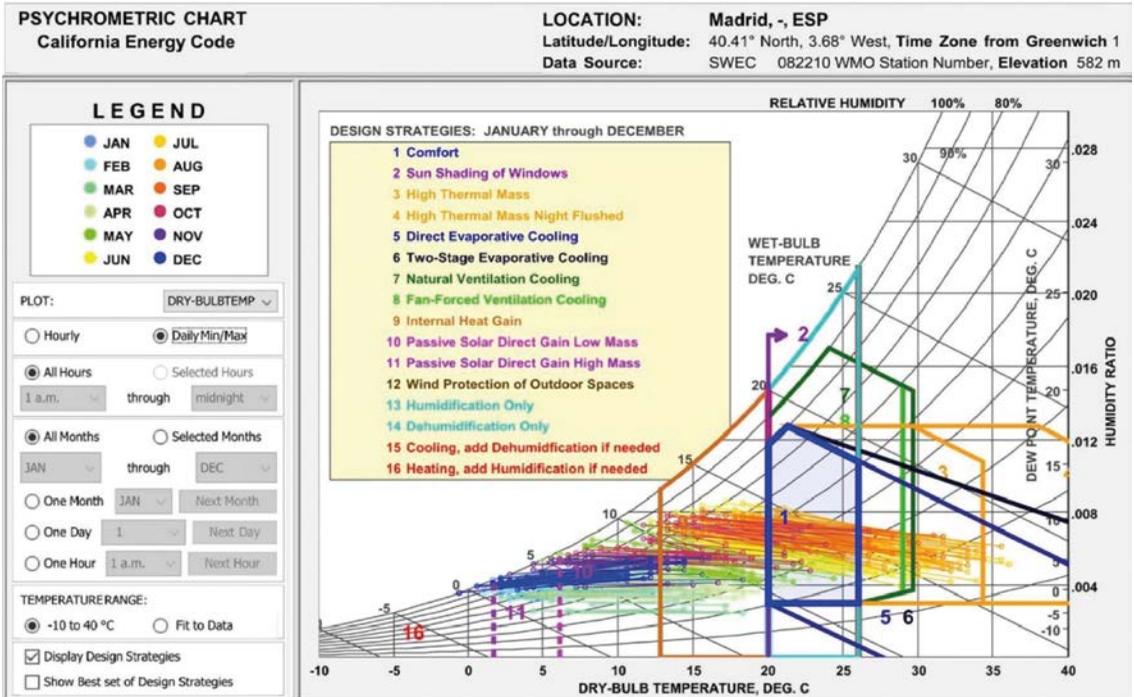


Figura 65. Climograma de Givoni-Representación mensual. Madrid

Fuente: Climate Consultant

Durante las horas más frías de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero es necesario el uso de calefacción convencional, mientras que en el resto de horas sería suficiente con calefacción solar pasiva y activa y las ganancias internas, generadas por el propio uso del edificio. En los meses intermedios sería suficiente con las ganancias internas y la calefacción solar pasiva en las horas más frías.

5.7 Análisis del clima de Sevilla y estrategias en la edificación

5.7.1 Datos climáticos de Sevilla

Los datos climáticos correspondientes a Sevilla han sido obtenidos de la página web de *EnergyPlus*: <https://energyplus.net/weather>.

Los meses más calurosos en esta localidad son junio, julio, agosto y septiembre, con temperaturas medias entre los 23 y 26 °C. La humedad relativa media sufre variaciones importantes a lo largo del año (48% a 76%), aunque no de forma tan acusada como Madrid debido a la presencia del río Guadalquivir. Los mayores valores de radiación solar se producen en los meses estivales: junio, julio y agosto.

Según se observa en el siguiente gráfico, existen pocos meses al año donde no se alcanzan los valores de temperatura media para alcanzar el confort (diciembre, enero y febrero). A partir del mes de marzo se entra en esta franja de confort hasta superar ampliamente sus valores en las horas más calurosas del día de los meses mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre. Incluso, en el mes de julio y agosto se supera en más de 10 °C el límite superior de la zona de confort. La mayor cantidad de radiación solar (directa, difusa y global) se produce en los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre.

Se puede apreciar la variación de temperaturas que sufre la localidad, sobre todo durante los días de los meses más calurosos (diferencias de más de 15 °C entre las temperaturas más altas y las mínimas).

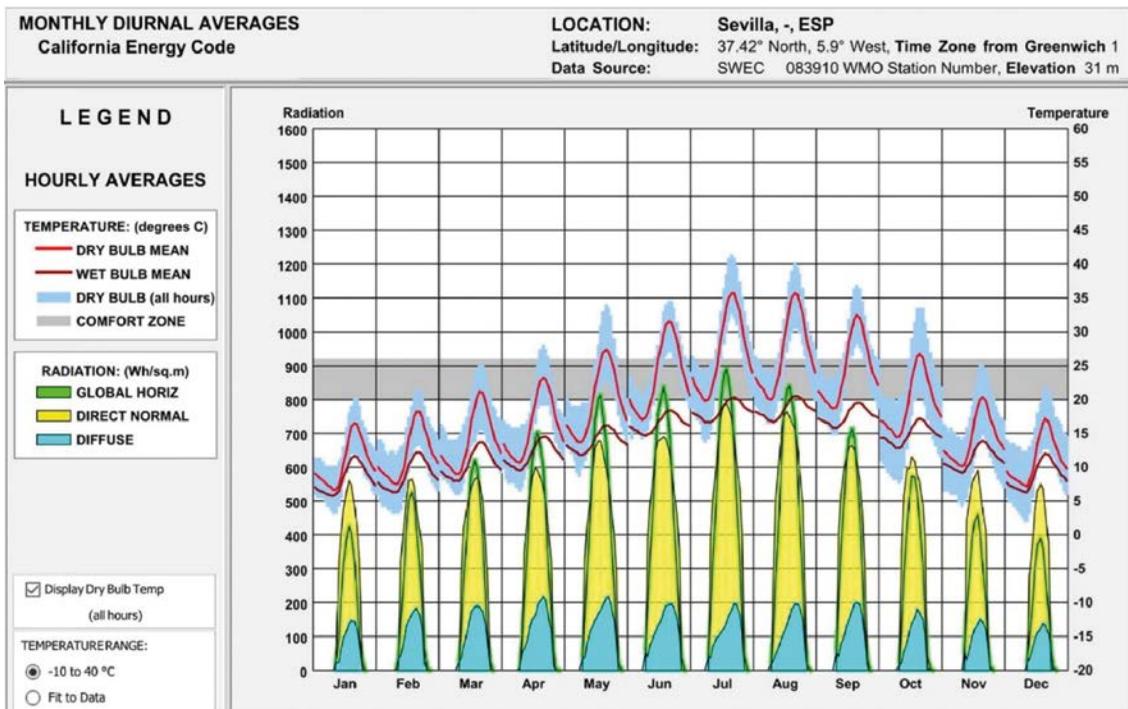


Figura 66. Valores medios mensuales. Sevilla

Fuente: Climate Consultant

En la siguiente figura se observa la variación de temperaturas y humedades relativas medias horarias para cada mes. Las mayores temperaturas se producen entre las 15:00 y las 16:00 horas, coincidiendo con los menores valores de humedad relativa. Sin embargo, las humedades relativas más altas coinciden con los valores menores de temperaturas diarias, que se producen a primera hora de la mañana.

Se puede apreciar la gran variación de los valores de temperatura y humedad que sufre la ciudad a lo largo del año, con humedades que superan el 90% en los meses más fríos y que, sin embargo, llegan a descender hasta casi el 20% en las horas centrales de los meses más calurosos. Algo similar ocurre con las temperaturas.

Durante parte de las horas centrales de los meses de marzo, abril y noviembre se alcanza la zona de confort. Sin embargo, en los mediodías de los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre, se sobrepasan dichos valores (el caso de los meses de julio y agosto ampliamente).

En los meses más fríos no se alcanza prácticamente en ninguna hora del día la banda de confort (tan sólo en las horas centrales de los meses de noviembre y febrero).

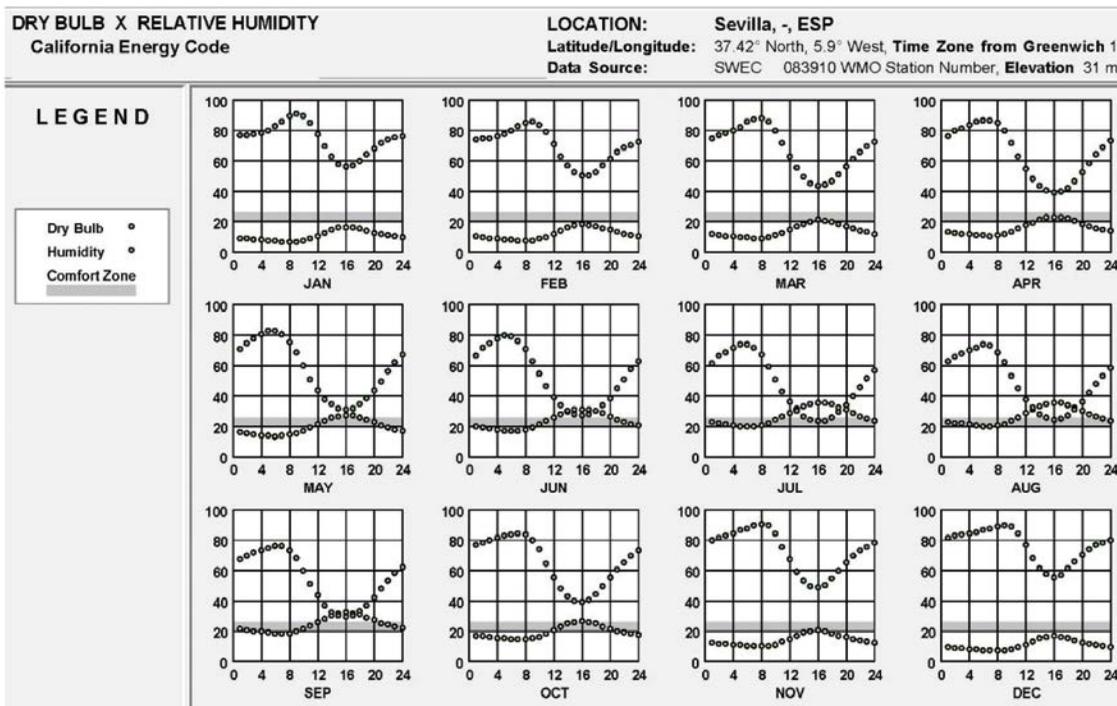


Figura 67. Temperaturas y humedades relativas medias horarias. Sevilla

Fuente: Climate Consultant

5.7.2 Carta solar cilíndrica para Sevilla

En parte del primer semestre del año se observa que existe necesidad de captación de radiación solar durante parte del tiempo, principalmente en las horas de la mañana y durante todo el día en los meses de diciembre, enero y febrero. Sin embargo, en las horas de la tarde de los meses de marzo, abril y, sobre todo, en mayo y junio será necesario el uso de protecciones solares para alcanzar el confort. En el mes de junio se amplía la necesidad de sombra hasta las horas de la mañana.

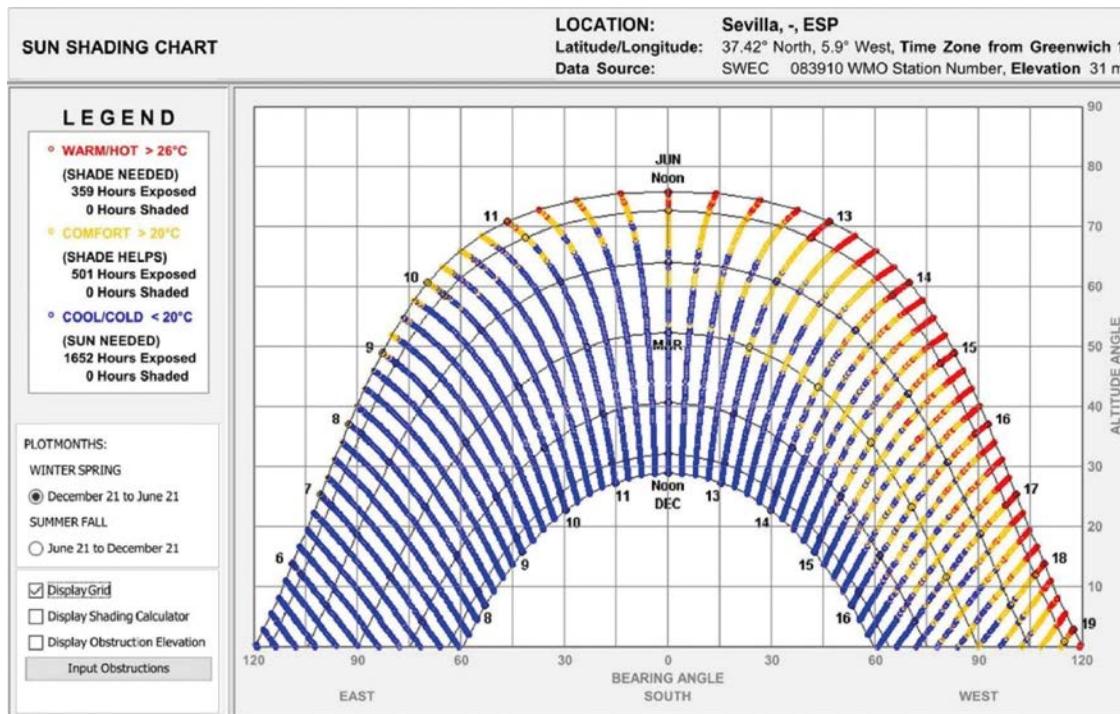


Figura 68. Carta solar cilíndrica y temperaturas: 21 de diciembre a 21 de junio. Sevilla

Fuente: Climate Consultant

En el segundo semestre del año las necesidades de sombra se incrementan ampliamente. Existen muchas más horas del día donde la protección de la radiación solar será imprescindible para entrar en las condiciones de confort, sobre todo en horas de la tarde. Hay meses en los que esta estrategia es necesaria prácticamente a lo largo de todo el día, como en junio, julio y agosto. Además, será necesaria en las horas de la mañana de los meses de septiembre y octubre.

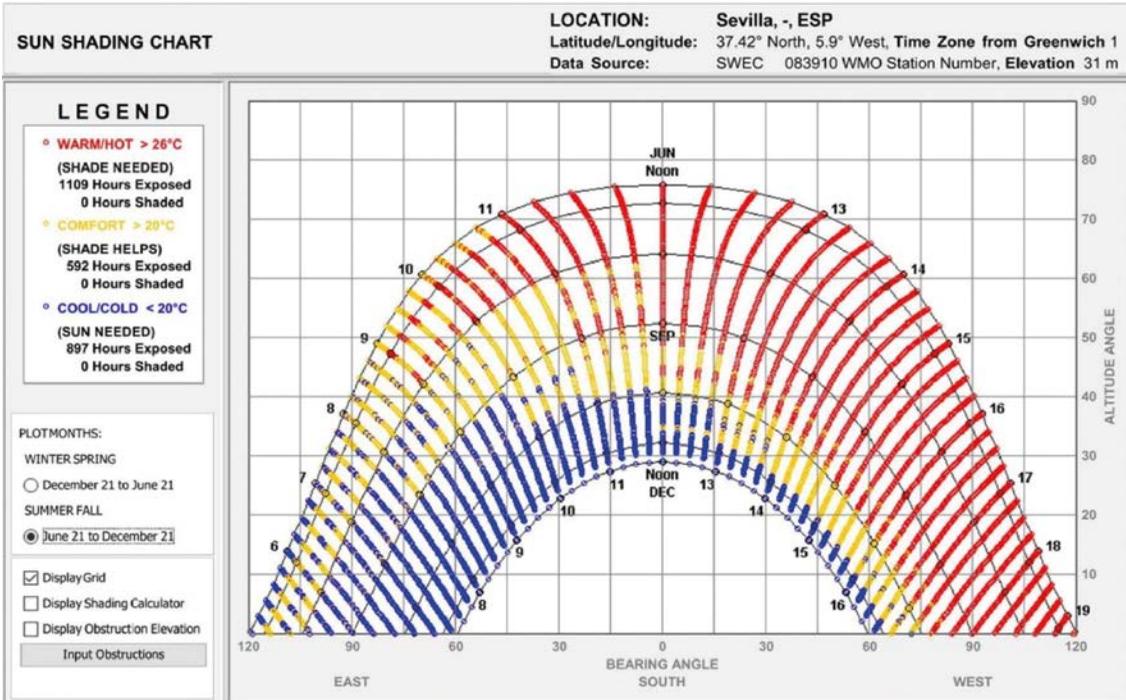


Figura 69. Carta solar cilíndrica y temperaturas: 21 de junio a 21 de diciembre. Sevilla

Fuente: Climate Consultant

5.7.3 Climograma de Givoni para Sevilla

En el caso de Sevilla el 21,9% de las horas del año se está en condiciones de confort, durante un 19,6% se necesita protección de la radiación solar, en un 33,8% de las horas se entra en confort mediante las ganancias internas (es decir, con el propio uso del edificio), en un 33,7% del tiempo es necesaria la calefacción solar pasiva y activa y en un 15,6% habría que utilizar calefacción convencional. La ventilación natural y mecánica también es una estrategia fundamental (16,7%), así como la consideración de la inercia térmica de las edificaciones (28,7%), debido a las oscilaciones diarias de temperatura, y el enfriamiento evaporativo (21%).

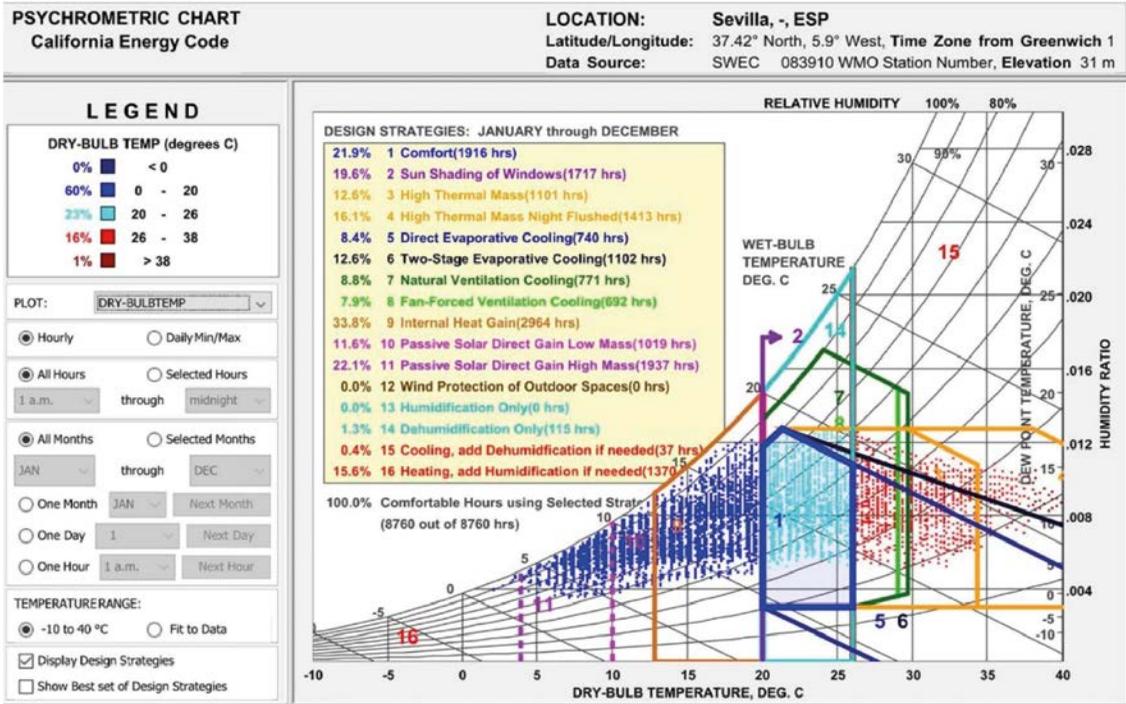


Figura 70. Climograma de Givoni-Representación horaria. Sevilla

Fuente: Climate Consultant

En la representación mensual de las estrategias de diseño bioclimático se observa que la protección solar es necesaria durante gran parte de las horas de los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre. El aprovechamiento de la inercia térmica de las edificaciones también será una estrategia fundamental, así como la ventilación natural (sobre todo durante las horas nocturnas).

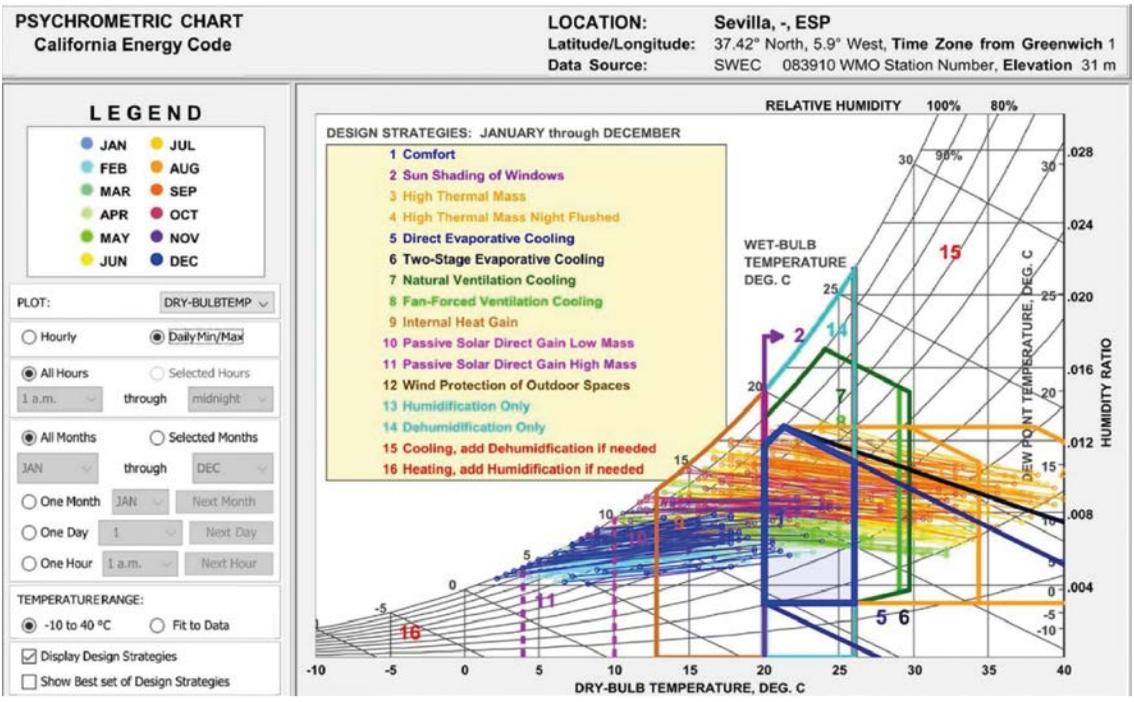


Figura 71. Climograma de Givoni-Representación mensual. Sevilla

Fuente: Climate Consultant

Durante las horas más frías de los meses de diciembre y enero es necesario el uso de calefacción convencional, mientras que en el resto de horas sería suficiente con calefacción solar pasiva y activa y las ganancias internas, generadas por el propio uso del edificio. En los meses intermedios sería suficiente con las ganancias internas y la calefacción solar pasiva en las horas más frías, aunque en los mediodías de los meses de marzo, abril y noviembre también sería necesaria la protección solar.

5.8 Conclusiones del análisis climático

A continuación, se ofrece una comparativa de las principales variables que afectan al confort en las cuatro localidades ámbito del estudio. Para ello se ha recurrido a los gráficos de cartas solares cilíndricas y a las cartas bioclimáticas de Givoni, específicas para la extracción de estrategias de diseño para el interior de las edificaciones.

5.8.1 Comparativa carta solar cilíndrica. 1º semestre del año

Se observa que existen grandes diferencias entre las cuatro localidades, donde en A Coruña es necesaria la captación de la radiación solar en prácticamente todo el semestre (21 de enero al 21 de junio), mientras que en Sevilla existe necesidad de protección en las tardes de casi todos los meses, excepto diciembre, enero y febrero. En Barcelona y Madrid también hay necesidad de captación solar, excepto en el mes de junio y parte del mes de mayo.

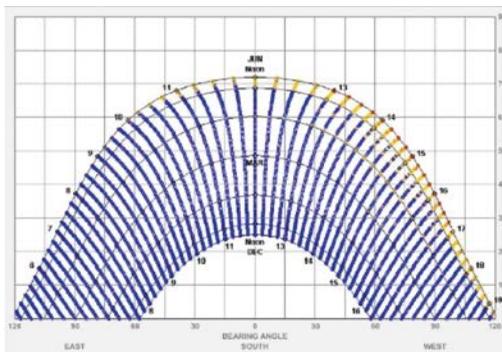


Figura 72. Carta solar para Barcelona

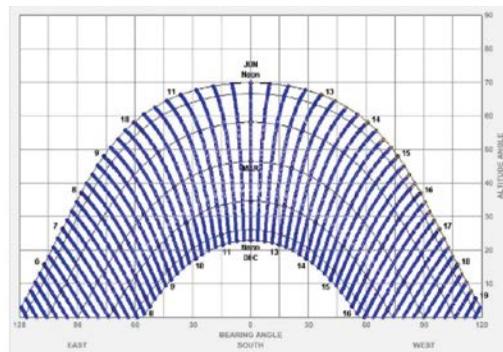


Figura 73. Carta solar para A Coruña

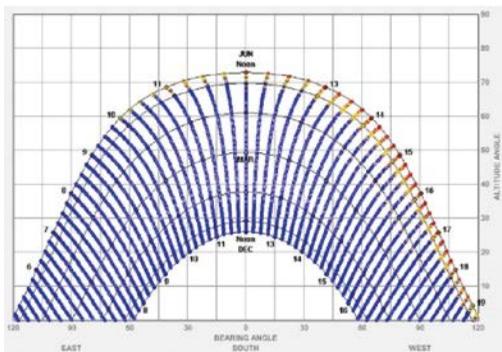


Figura 74. Carta solar para Madrid

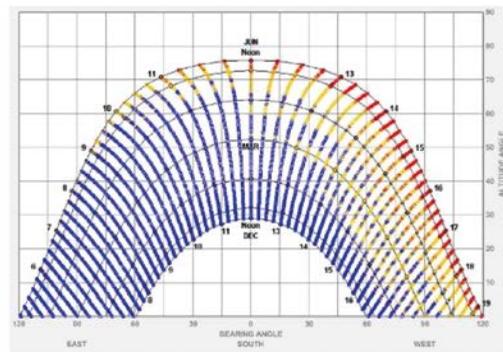


Figura 75. Carta solar para Sevilla

■ Necesidad de sol ■ La sombra ayuda ■ Necesidad de sombra

5.8.2 Comparativa carta solar cilíndrica. 2º semestre del año

En los gráficos siguientes también se observan notables diferencias entre las distintas localidades a lo largo del segundo semestre del año (21 de junio al 21 de enero).

A Coruña es la zona donde prácticamente no hay necesidad de protección solar en los huecos, mientras que Sevilla tiene gran necesidad de implementar esta estrategia, prácticamente durante todo el semestre (excepto en el mes de octubre). En este sentido, es la localidad que soporta mayores temperaturas y mayor cantidad de radiación solar a lo largo de este periodo.

Madrid y Barcelona tienen unos gráficos semejantes, aunque se aprecia que la necesidad de sombra se incrementa en Madrid, durante más días y horas al año.

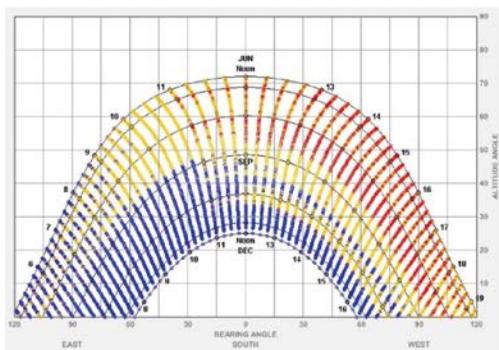


Figura 76. Carta solar para Barcelona

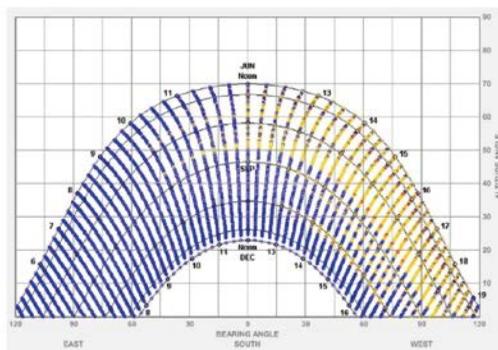


Figura 77. Carta solar para A Coruña

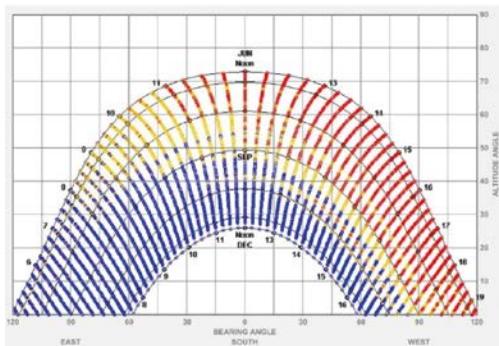


Figura 78. Carta solar para Madrid

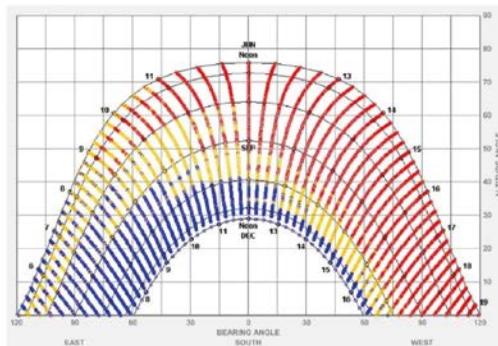


Figura 79. Carta solar para Sevilla

■ Necesidad de sol ■ La sombra ayuda ■ Necesidad de sombra

5.8.3 Climograma de Givoni-Representación horaria

Se observa en los climogramas realizados para las diferentes localidades cómo las estrategias varían, así como el porcentaje de horas en las que son requeridas cada una de ellas. A continuación, se ofrece una comparativa de los gráficos con la representación horaria a lo largo del año:

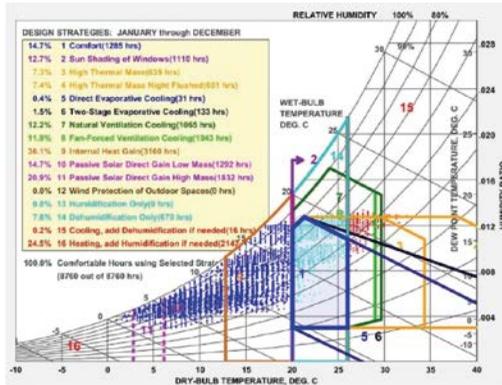


Figura 80. Climograma de Givoni. Barcelona

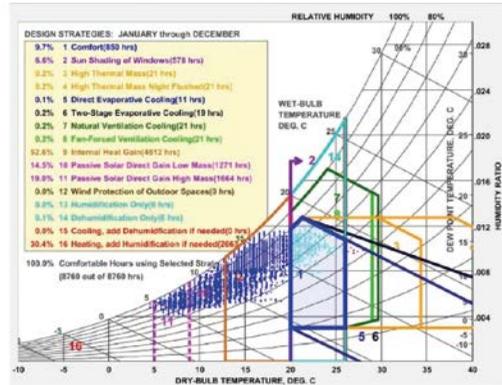


Figura 81. Climograma de Givoni. A Coruña

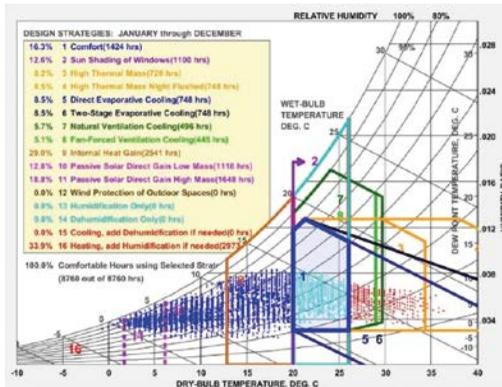


Figura 82. Climograma de Givoni. Madrid

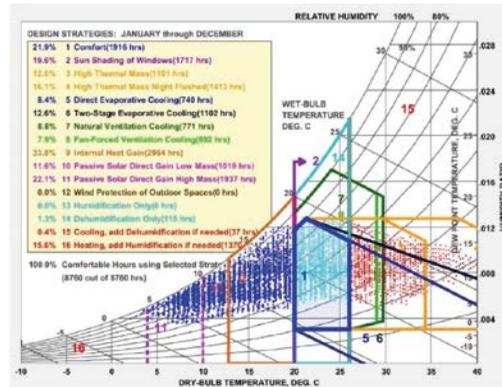


Figura 83. Climograma de Givoni. Sevilla

Ptos. azules: Temp. 0-20 °C / Ptos. ciano: Temp. 20-26 °C / Ptos. rojos: temp. 26-38 °C / Ptos. granate: temp. >38 °C

En Sevilla el porcentaje de horas donde es necesaria la protección solar (19,6%) triplica las necesidades que existen en A Coruña respecto a esta estrategia (6,6%). En Madrid (12,6%) y en Barcelona (12,7%) se duplican respecto a la localidad gallega.

Las necesidades de ventilación natural y mecánica aumentan en más del doble en Barcelona (24,1%) respecto a Madrid (11%), ocurriendo algo similar respecto a Sevilla (16,7%). Sin embargo,

en A Coruña el porcentaje de horas donde es necesaria esta estrategia es mínimo respecto a las anteriores localidades.

Algo similar ocurre con la necesidad de aprovechamiento de la inercia térmica, que aparece en las localidades de Madrid (17%) y Sevilla (21%) con mayor porcentaje, debido principalmente a las diferencias diarias de temperatura, así como en Barcelona (14,7%).

El enfriamiento evaporativo aparece como estrategia a aplicar en las localidades de Madrid (17%) y en Sevilla (28,7%). Aunque en esta última localidad hay que tener en cuenta las áreas próximas al río Guadalquivir, donde la humedad relativa puede aumentar de forma considerable, haciendo que esta estrategia no sea tan efectiva como en otras áreas con menor humedad en el ambiente.

La deshumidificación es efectiva en Barcelona (7,6%) y en un menor porcentaje de horas en Sevilla (1,3%).

Respecto a la estrategia de ganancias internas, producidas por el propio uso y ocupación del edificio, se aprecia que en A Coruña (52,6%) el porcentaje es mucho más significativo respecto al resto de localidades (29-36%). Madrid es la localidad donde esta estrategia es efectiva en un menor porcentaje de horas (29%).

Las necesidades de captación solar son similares en todas las localidades, rondando el 30-35% de las horas a lo largo del año.

La calefacción convencional es necesaria en un mayor porcentaje en las localidades de Madrid (33,9%) y A Coruña (30,4%), duplicando las necesidades respecto a Sevilla (15,6%). Barcelona se queda en una posición intermedia, con un 24,5% de horas en las que existe la necesidad de aplicar esta estrategia.

A continuación, se ofrece un cuadro resumen de estrategias para las distintas localidades:

Estrategias	Localidades			
	Barcelona	A Coruña	Madrid	Sevilla
Protección solar	12,7%	6,6%	12,6%	19,6%
Ventilación natural y mecánica	24,1%	0,5%	11%	16,7%
Inercia térmica	14,7%	-	17%	21%
Enfriamiento evaporativo	-	-	17%	28,7%
Deshumidificación	7,6%	-	-	1,3%
Ganancias internas	36,1%	52,6%	29%	33,8%
Captación solar	35,6%	33,5%	31,6%	33,7%
Calefacción convencional	24,5%	30,4%	33,9%	15,6%

Tabla 84. Cuadro resumen. Porcentaje de horas al año según estrategia

Fuente: Elaboración propia a partir de Climate Consultant

5.8.4 Climograma de Givoni-Representación mensual

En la representación mensual del clima de cada localidad se obtiene información sobre en qué periodo del año es necesaria la aplicación de las distintas estrategias.

Para simplificar su lectura se ha dividido el año en tres conjuntos de meses: meses cálidos, fríos e intermedios. La extensión temporal de estos periodos no será igual para todas las localidades, pues como ya hemos comentado en puntos anteriores las condiciones climáticas son diferentes.

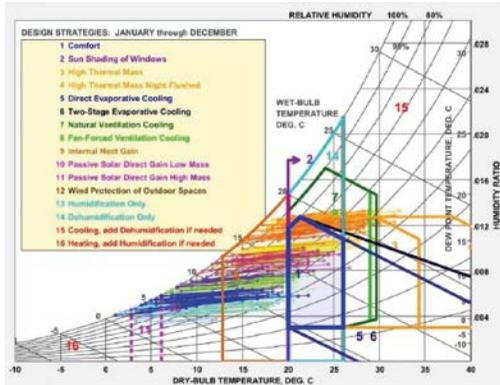


Figura 85. Climograma de Givoni. Barcelona

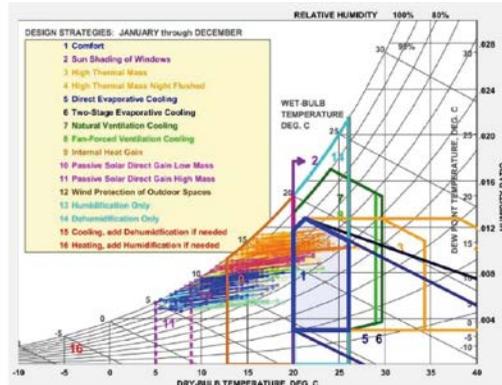


Figura 86. Climograma de Givoni. A Coruña

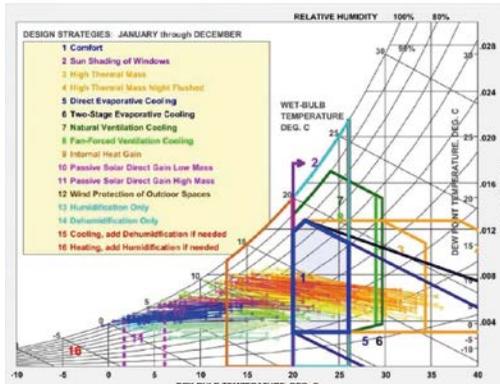


Figura 87. Climograma de Givoni. Madrid

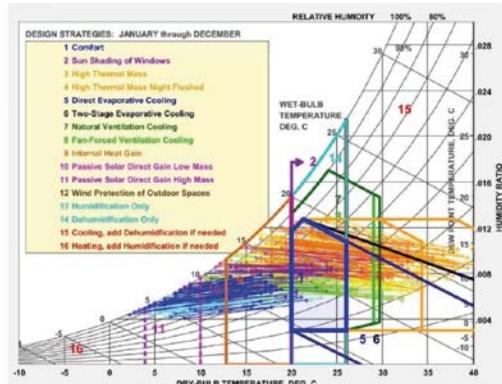


Figura 88. Climograma de Givoni. Sevilla

- | | | | | | |
|---------|-----------|--------------|-----------|-------------|-------------|
| ■ Enero | ■ Febrero | ■ Marzo | ■ Abril | ■ Mayo | ■ Junio |
| ■ Julio | ■ Agosto | ■ Septiembre | ■ Octubre | ■ Noviembre | ■ Diciembre |

MESES CÁLIDOS

Las principales estrategias de aplicación en estos meses son las siguientes:

- **Protección solar**

- **Barcelona:** será necesaria durante los mediodías y tardes de los meses de junio, julio, agosto y septiembre. Por la mañana será aconsejable en los meses de junio, julio y agosto.
- **A Coruña:** es aconsejable durante las horas de la tarde de los meses de junio, julio y agosto.
- **Madrid:** es una estrategia necesaria durante los mediodías y tardes de los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre. Por la mañana aumenta su necesidad de implementación respecto a Barcelona durante los meses de junio, julio, agosto y septiembre.
- **Sevilla:** es necesaria durante la mayor parte del día (mañana, mediodía y tarde) de los meses de junio, julio, agosto y septiembre.

- **Ventilación natural y mecánica**

Para la aplicación de esta estrategia será fundamental conocer la temperatura del aire, pues si es elevada puede tener efectos contraproducentes.

- **Barcelona:** aplicación durante los mediodías del mes de junio y gran parte de las horas de los meses de julio, agosto y septiembre.
- **A Coruña:** durante los mediodías de los días más calurosos de los meses de julio, agosto y septiembre.
- **Madrid:** será necesaria en las horas más calurosas de los meses de mayo, junio y septiembre y durante gran parte del día de los meses de julio y agosto.
- **Sevilla:** necesaria en las horas más calurosas de abril y octubre. También durante gran parte de los días de los meses de mayo, julio, julio, agosto y septiembre.

- **Inercia térmica**

- **Barcelona:** aprovechamiento de esta estrategia durante las horas más calurosas de los meses de julio, agosto y septiembre.
- **A Coruña:** estrategia poco efectiva en esta localidad.
- **Madrid:** es necesaria en los mediodías del mes de junio y en gran parte de las horas del día de julio, agosto y septiembre.
- **Sevilla:** necesaria en los mediodías del mes de mayo y octubre y en gran parte de las horas del día de junio, julio, agosto y septiembre.

- **Enfriamiento evaporativo**

- **Barcelona:** estrategia poco efectiva en esta localidad.
- **A Coruña:** estrategia poco efectiva en esta localidad.
- **Madrid:** de aplicación en las horas más calurosas de los meses de junio, julio, agosto y septiembre.
- **Sevilla:** de aplicación en las horas más calurosas de los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre.

- **Ganancias internas**

- **Barcelona:** en las primeras horas de la mañana de junio, julio, agosto y septiembre
- **A Coruña:** en gran parte de las horas de junio, julio, agosto y septiembre
- **Madrid:** a primeras horas de la mañana de los meses de junio, julio, agosto y septiembre.
- **Sevilla:** a primeras horas de la mañana de los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre.

- **Deshumidificación**

- **Barcelona:** necesaria en los meses de julio, agosto y septiembre.
- **A Coruña:** estrategia poco efectiva en esta localidad.
- **Madrid:** estrategia poco efectiva en esta localidad.
- **Sevilla:** necesaria en algunos días de los meses de julio y agosto.

MESES FRÍOS

- **Ganancias internas**

- **Barcelona:** en los mediodías de los meses de diciembre, enero, febrero y en gran parte de las horas de noviembre.
- **A Coruña:** en los mediodías de los meses de diciembre, enero, febrero y noviembre.
- **Madrid:** en los mediodías de los meses de marzo y noviembre.
- **Sevilla:** durante parte de los días de diciembre, enero, febrero, marzo, abril, octubre y noviembre.

- **Captación solar**

- **Barcelona:** de aplicación en gran parte de las horas de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero
- **A Coruña:** necesaria en gran parte de las horas de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.

- **Madrid:** en la mayoría de las horas de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.
- **Sevilla:** necesaria en los meses de enero, febrero, noviembre y diciembre.
- **Calefacción convencional**
 - **Barcelona:** de aplicación durante las horas más frías de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.
 - **A Coruña:** de aplicación durante las horas más frías de los meses de noviembre, diciembre, enero y febrero.
 - **Madrid:** necesaria en las horas más frías de los meses de diciembre, enero y febrero.
 - **Sevilla:** en las horas más frías de los meses de diciembre, enero y febrero.

MESES INTERMEDIOS

- **Protección solar**
 - **Barcelona:** en las horas más calurosas del mes de octubre (en un porcentaje muy pequeño)
 - **A Coruña:** no es necesaria esta estrategia
 - **Madrid:** en las horas más calurosas de los meses de mayo y octubre (en un porcentaje pequeño)
 - **Sevilla:** durante el mediodía y las tardes de los meses de marzo, abril, mayo y octubre.
- **Ganancias internas**
 - **Barcelona:** durante gran parte de las horas de los meses de marzo, abril, mayo y las horas menos calurosas de septiembre y octubre.
 - **A Coruña:** en gran parte de las horas de marzo, abril, mayo y octubre.
 - **Madrid:** en gran parte de las horas de los meses de marzo, abril, mayo y octubre.
 - **Sevilla:** durante parte de las horas de marzo, abril, mayo y octubre
- **Captación solar**
 - **Barcelona:** en las horas más frías de los meses de marzo y abril
 - **A Coruña:** necesaria en gran parte de las horas de los meses de marzo, abril y en las horas más frías de los meses de mayo y octubre.
 - **Madrid:** en la mayoría de las horas de los meses de marzo y abril. Durante las horas más frías de los meses de mayo y octubre.
 - **Sevilla:** necesaria en los meses de marzo, abril y octubre.

5.8.5 Recomendaciones y estrategias de diseño bioclimáticas

En los siguientes gráficos aparecen, de forma resumida, el conjunto de recomendaciones y estrategias de diseño a aplicar en actuaciones de rehabilitación, a lo largo del año y para cada una de las localidades.

Se puede observar cómo hay estrategias que son de aplicación en casi todas las localidades, como la protección solar o la ventilación en los meses más calurosos, pero con un nivel de necesidad muy diferente, en función del clima específico de cada ubicación (que está condicionado en gran medida por sus condiciones geográficas). Por ejemplo, en Sevilla se triplica el porcentaje de horas con necesidad de sombra respecto a A Coruña (en que es muy reducido), o en Barcelona la necesidad de ventilación natural y mecánica es el doble que en Madrid.

Existen otras estrategias que son específicas para determinados lugares, siendo poco eficaces si se emplean en otras localizaciones. Es el caso del enfriamiento evaporativo, eficaz en zonas como Madrid o Sevilla, pero de muy poca efectividad en áreas donde la humedad relativa es alta (como Barcelona y A Coruña). De hecho, incluso en Sevilla sería una estrategia poco recomendable en lugares ubicados próximos al río Guadalquivir, pues la humedad relativa puede ser alta y dificultar el proceso de evaporación y, por tanto, la reducción de la temperatura ambiente.

La inercia térmica es más eficaz en localidades como Barcelona, Madrid o Sevilla, siendo en este último lugar una estrategia imprescindible para alcanzar el confort en el interior de las edificaciones durante los meses más calurosos. En este sentido, para las actuaciones de rehabilitación será importante conocer el tipo de envolvente y materiales que la componen, de cara a la mejora de su comportamiento térmico, que podría reducir la eficacia de esta estrategia en función de la posición del material aislante.

Las ganancias internas apoyan al resto de estrategias a lo largo del año, estando presente con más intensidad en todas las localidades durante los meses intermedios, pues son periodos donde el clima de estas zonas tiene valores menos extremos y el confort se alcanza con facilidad mediante el propio uso de la edificación. Esta estrategia serviría, incluso, para las primeras horas de la mañana de los meses más calurosos del año. Respecto a esta estrategia sería muy interesante conocer los hábitos de los usuarios respecto a la ocupación, uso de la vivienda y aparatos que utilizan durante la vida cotidiana.

De los resultados obtenidos, tras la comparación de las cartas solares cilíndricas de las distintas localidades, se puede concluir que respecto a las medidas de rehabilitación de las viviendas es fundamental considerar el tratamiento de los huecos frente a la protección solar, principalmente en localidades como Sevilla, Madrid y Barcelona, y durante los meses más calurosos (que varían según la localidad). Sin embargo, hay que tener especial cuidado en el diseño de dichas protecciones, que deben permitir el paso de la radiación solar en los meses más fríos y, sobre todo, en los meses intermedios. Por ejemplo, una protección fija que sombree todo el hueco en los meses estivales podría impedir el acceso solar en algunos meses intermedios, donde la estrategia de captación solar es necesaria, lo que haría recomendable el uso de elementos de sombra fijos y móviles.

De cara a la efectividad de la medida, se recomienda que el flujo de radiación solar sea interceptado antes de incidir en la superficie de la envolvente (principalmente en los vidrios), pues será una medida más eficaz respecto a un coste económico similar. Por ello, hay que estudiar las posibilidades de su instalación por el exterior en cada caso específico, valorando las alternativas que se adjuntan en el punto “6. Catálogo de soluciones constructivas de bajo coste y aplicación sencilla”, concretamente en el apartado “6.3 Protección solar”.

También se observa que la captación solar no es necesaria en ninguna localidad durante los periodos cálidos, apareciendo como una estrategia de apoyo en los meses intermedios (sobre todo, en A Coruña y Madrid) e imprescindible en todas las localidades en los meses más fríos del año.

La calefacción convencional es necesaria en las horas más frías de los periodos de invierno, existiendo mayor necesidad en A Coruña y en Madrid (con más de un 30% de horas al año donde habría que aplicar esta estrategia) frente a Sevilla (con un 15,6% de horas) y Barcelona (24,1%). Dado el perfil socio-económico del usuario y el carácter de estas medidas, la necesidad de esta estrategia debería minimizarse mediante la implementación de medidas pasivas, como la mejora de la envolvente de la vivienda (paramentos, acristalamientos y carpintería, techos y suelos).

LOCALIDAD	ESTRATEGIAS DE DISEÑO																										
	Protección solar			Ventilación			Inercia			Enfriamiento por evaporación			Deshumidificación			Ganancias internas			Captación solar			Calefacción convencional					
	C	I	F	C	I	F	C	I	F	C	I	F	C	I	F	C	I	F	C	I	F	C	I	F			
Barcelona	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
A Coruña	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Madrid	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Sevilla	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

C Meses cálidos
 I Meses intermedios
 F Meses fríos
■ Necesidad muy alta
■ Necesidad alta
■ Necesidad media
■ Necesidad baja
□ No necesaria

Tabla 89. Aplicación de estrategias de diseño por meses, según localidad

Fuente: Elaboración propia

Si la información se agrupa en función de las necesidades y según la época del año se observa cómo hay estrategias de diseño para la rehabilitación de las viviendas que son muy efectivas durante los meses más cálidos, como la protección solar, ventilación, inercia, enfriamiento evaporativo y deshumidificación. Aunque no todas se pueden aplicar en todas las localidades, como el enfriamiento evaporativo y la deshumidificación. Tampoco existe uniformidad en la intensidad de su aplicación, pues existen localidades con mayor o menor necesidad para la misma estrategia.

Hay estrategias propias de los meses fríos, como la captación solar, las ganancias internas y la calefacción convencional. También se observa cómo la captación solar es una estrategia muy importante a considerar para el diseño de las edificaciones en todas las localizaciones. Es importante el adecuado tratamiento de los huecos y, sobre todo, el del vidrio como elemento fundamental para la captación de la energía solar desde el exterior hacia el interior de la vivienda. También, considerar qué elementos del interior serán los destinados a acumular y posteriormente distribuir dicha energía en forma de calor. En este sentido, hay que prestar especial atención para que la aplicación de estrategias que afecten a los paramentos interiores de las viviendas no reduzca su eficacia (por ejemplo, la utilización de alfombras en superficies de suelos captoras)

Las ganancias internas aparecen durante todo el año, pero con mayor intensidad en los meses intermedios, por motivos comentados anteriormente.

Por último, respecto a las estrategias de los meses intermedios se aprecia cómo en una parte del año es necesaria la protección solar (meses pertenecientes al segundo semestre) mientras que en la otra hay necesidades opuestas, como la necesidad de captación solar (meses del primer semestre del año). En estas circunstancias, como se ha comentado, hay que prestar especial importancia al diseño de las protecciones solares para que sean eficaces durante todo el año. Para ello, convendría realizar un diseño flexible que permita la captación o la impida en función de la época del año (se podrían diseñar protecciones fijas y complementarlas con otras móviles para solventar estos problemas).

	LOCALIDAD	ESTRATEGIAS DE DISEÑO							
		Protección solar	Ventilación	Inercia	Enfriamiento por evaporación	Deshumidificación	Ganancias internas	Captación solar	Calefacción convencional
Meses cálidos	Barcelona	Necesidad alta	Necesidad muy alta	Necesidad media	No necesaria	Necesidad media	Necesidad alta	No necesaria	No necesaria
	A Coruña	Necesidad baja	Necesidad baja	No necesaria	No necesaria	No necesaria	Necesidad alta	No necesaria	No necesaria
	Madrid	Necesidad alta	Necesidad media	Necesidad alta	Necesidad muy alta	No necesaria	Necesidad baja	No necesaria	No necesaria
	Sevilla	Necesidad muy alta	Necesidad alta	Necesidad muy alta	Necesidad muy alta	Necesidad media	Necesidad baja	No necesaria	No necesaria
Meses intermedios	Barcelona	Necesidad baja	No necesaria	No necesaria	No necesaria	No necesaria	Necesidad alta	Necesidad media	No necesaria
	A Coruña	No necesaria	No necesaria	No necesaria	No necesaria	No necesaria	Necesidad alta	Necesidad media	No necesaria
	Madrid	Necesidad baja	No necesaria	No necesaria	No necesaria	No necesaria	Necesidad alta	Necesidad media	No necesaria
	Sevilla	Necesidad media	No necesaria	No necesaria	No necesaria	No necesaria	Necesidad media	Necesidad media	No necesaria
Meses fríos	Barcelona	No necesaria	No necesaria	No necesaria	No necesaria	No necesaria	Necesidad baja	Necesidad muy alta	Necesidad media
	A Coruña	No necesaria	No necesaria	No necesaria	No necesaria	No necesaria	Necesidad media	Necesidad muy alta	Necesidad alta
	Madrid	No necesaria	No necesaria	No necesaria	No necesaria	No necesaria	Necesidad alta	Necesidad muy alta	Necesidad alta
	Sevilla	No necesaria	No necesaria	No necesaria	No necesaria	No necesaria	Necesidad alta	Necesidad muy alta	Necesidad media

■ Necesidad muy alta ■ Necesidad alta ■ Necesidad media ■ Necesidad baja □ No necesaria

Tabla 90. Aplicación de estrategias de diseño por meses, según localidad

Fuente: Elaboración propia

Se ha comprobado que, para implementar soluciones y medidas de rehabilitación en las viviendas, no se pueden hacer generalizaciones para todas las localizaciones, ya que conforme a las características concretas de cada clima existen necesidades diferentes, y otras que, siendo similares, se aplican con distinta intensidad y en periodos del año no coincidentes.

Es necesario, para no errar en las decisiones de diseño, tener un claro conocimiento del contexto físico, climático, socio-económico y urbano en el que se encuentra el edificio y la vivienda en concreto, para poder implementar medidas eficaces a lo largo del año.

En este sentido, existen unas medidas para la rehabilitación más complejas de abordar que otras tanto por su diseño como por su gestión. A continuación, se muestran aquellas que por su sencillez y eficacia se adaptan mejor a las situaciones estudiadas en este apartado.



Parte II

Catálogo de soluciones de bajo coste

6. Catálogo de soluciones constructivas de bajo coste y aplicación sencilla

6. Catálogo de soluciones constructivas de bajo coste y aplicación sencilla

En este apartado se recogen distintas soluciones, de diversa complejidad, que se podrían conformar como intervenciones exprés para mejorar el comportamiento energético de las viviendas. Del mismo modo, se incorporan a modo de referencia, algunas que comúnmente se llevarían a cabo en una rehabilitación energética al uso.

Las soluciones se recogen en fichas en las que se recopilan los siguientes datos:

- Sistema o elemento constructivo: en el que se distingue según se trate de una solución para paramentos, suelos, techos, carpinterías, vidrios o protecciones solares.
- Ubicación de la solución: interior y/o exterior.
- Adecuación al clima: verano y/o invierno.
- Nombre genérico de la solución constructiva.
- Descripción: en la que se indican las características específicas de la solución propuesta.
- Casa comercial: si procede, recoge la casa comercial que comercializa el producto indicado. En el caso en el que distintas entidades lo comercialicen, se le denomina “genérico” o se indican las más significativas por antigüedad o volumen.
- Nombre del producto: siendo éste específico de una casa comercial. Del mismo modo que el anterior, se emplea el término “genérico” cuando existan distintas entidades que lo comercialicen.
- Fotografía: en el que se muestra una representación gráfica de la solución constructiva para facilitar su comprensión. Como pie de fotografía, se indica la referencia de ésta.
- Datos técnicos: en función del tipo de sistema se recogen distintas características que facilitarán la adecuada selección de los sistemas en cada caso. En concreto, se recogen:
 - Características específicas a cada grupo de soluciones constructivas: distintos parámetros en función del tipo de solución del que se trate. Entre otras, el peso, el espesor, la transmitancia térmica, las emisiones de volátiles, etc.
 - Coste de la solución: se elabora a partir de la consulta en base de datos, empresas suministradoras, fabricantes y distribuidores, así como páginas web específicas.
- Operativa: parámetros que pueden definir la conveniencia de la actuación en función de la presencia de los usuarios o la necesidad de solicitar permisos. En concreto, se recogen los siguientes puntos:

- Presencia de usuarios: en la que se indica si la actuación limita la presencia de los usuarios o es posible compatibilizar su presencia con la intervención.
- Limita futuras actuaciones de rehabilitación energética: si la mejora podría suponer un perjuicio para futuras acciones de rehabilitación del edificio. La mayoría de las soluciones se ha procurado que sean compatibles con posibles acciones posteriores.
- Eliminación: si es posible eliminar la actuación.
- Reposición: si es preciso realizar reposiciones periódicas.
- Especialización de mano de obra: este apartado se ha desarrollado con el objetivo de especificar si sería preciso disponer de mano de obra especializada o si la actuación pudiera llevarse a cabo por autoconstrucción.
- Puesta de obra sencilla: por si fuera preciso incorporar medios auxiliares específicos o de gran complejidad que pudieran limitar la actuación.
- Licencia de obra, Permiso de la comunidad de vecinos y Permiso del propietario: como se ha indicado, permiten evaluar la adecuación de la actuación a cada caso concreto.
- Recomendaciones: se indican aspectos a considerar en la implantación de las distintas soluciones constructivas.
- Ubicaciones: teniendo en cuenta las características específicas de la solución constructiva, se indican las localidades en las que se recomienda esa solución.

Se han elaborado un total de 77 fichas con soluciones constructivas:

- 21 de paramentos
- 18 de techos
- 7 de suelos
- 20 de carpintería
- 11 de protecciones solares

Todas ellas podrían ajustarse, de forma más o menos sencilla, a una rehabilitación de este tipo. Dentro de éstas se incorporan dos soluciones que suelen usarse en la rehabilitación habitual de edificios: un sistema de aislamiento térmico por el exterior y la sustitución de carpintería, con objeto de comparar prestaciones, costes y eficacia.

De cada grupo de fichas se realizan, a su vez, unas tablas resumen en las que se comparan las características más importantes.

6.1 Paramentos

Los paramentos verticales son el sistema constructivo de mayor incidencia en el comportamiento energético de los edificios, debido a su mayor superficie respecto al resto de la envolvente. De hecho, de acuerdo con investigaciones previas, el porcentaje de incidencia de la fachada sobre la envolvente térmica puede alcanzar el 70-80%. Las soluciones recogidas en este apartado se han clasificado en tres grupos: actuaciones para incorporación de aislamientos en paramentos, revestimientos continuos y otro tipo de soluciones.

El primero de los grupos se considera de especial interés en la mejora de la eficiencia de la fachada desde un punto de vista pasivo, ya que se reducen los flujos térmicos entre interior y exterior, tanto en condiciones de verano como en las de invierno. Dadas las características de este tipo de actuaciones, las soluciones se centran en la incorporación de trasdosados, e inyección de aislamiento en las cámaras de aire que se pueden encontrar comúnmente en construcciones a partir de los años 60. Se han simulado ambos tipos de soluciones. Resultando aislamiento en cámara de mayor eficiencia y menor coste que la solución de aislamiento por el interior que además, resta espacio útil a la vivienda. Sin embargo no siempre es posible el aislamiento en cámara puesto que nos podemos encontrar con muros de una sola hoja sin cámara de aire. En ambos casos, los puentes térmicos de los forjados se mantienen, con el consiguiente riesgo de condensaciones, no obstante, aquéllos se podrían tratar posteriormente ya que estas medidas no limitan actuaciones de rehabilitación energética integral posteriores.

Además de estas dos soluciones el catálogo, incorpora el sistema de aislamiento térmico por el exterior (SATE) para poder compararlo con las soluciones anteriores y porque la eficacia de este sistema obliga a la consideración de su uso en los casos en los que se destinen a un suficiente número de familias residentes que lleve a la actuación sobre todo el edificio, de cara a optimizar la inversión y el beneficio obtenido con la intervención. Además, se trataría de la solución más efectiva por la eliminación de los puentes térmicos en su totalidad y la posibilidad de llegar a mayores espesores del aislamiento, al tiempo que preserva la inercia térmica de la fachada en el interior de la edificación que, como se ha indicado en el apartado anterior, es de especial interés en Barcelona, Madrid y Sevilla. Este tipo de solución sería la que se llevaría a cabo en una rehabilitación energética al uso, no obstante, implica el acuerdo de la Comunidad de vecinos, la realización de un Proyecto por un técnico competente, la solicitud de Licencia de obra y de andamio, y la Dirección de obra por el técnico correspondiente.

En relación a los revestimientos continuos, se han incorporado las que se han denominado como "pinturas térmicas" debido a que su aplicación puede ser similar a la de una pintura a pesar de ser materiales de mayor complejidad. Se caracterizan por incorporar adiciones en escala nanométrica que, debido a la reducida conductividad térmica de las mismas, mejoran el comportamiento térmico del paramento vertical. Además, algunas incorporan adiciones fotocatalíticas que mejoran la calidad del aire interior. El inconveniente principal de este tipo de pinturas es que se trata de bases acrílicas o sintéticas que reducen las transferencias de vapor de agua de las estancias por

lo que se pierde la capacidad de regulación higrotérmica de los soportes porosos. Por otra parte, la mayor parte de las pinturas son eficaces en el exterior, frente a la radiación solar, en fachadas o, principalmente, cubiertas debido a que su comportamiento radiante es mayor en la banda del espectro del infrarrojo cercano. A pesar de ello, alguna de las pinturas presenta valores de reflectancia elevados en el infrarrojo lejano lo que mejoraría el comportamiento de las estancias en condiciones de invierno pero podría perjudicar en el caso del verano.

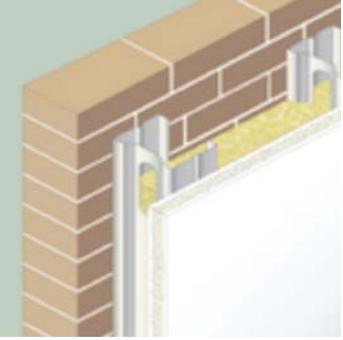
Finalmente, se recogen otro tipo de soluciones como la colocación de un aislante reflectante por detrás de los radiadores para disminuir las pérdidas térmicas hacia el paramento y mejorar la eficiencia de la instalación de calefacción, aunque no tendría repercusión en aquellos casos en los que no se utilice la misma. Los tapices son una solución tradicional muy efectiva en condiciones de invierno y la vegetación húmeda podría considerarse una solución complementaria que, como se ha indicado, en climas como el de Madrid y Sevilla (no en la proximidad del río) aumentaría la tasa de evapotranspiración mejorando la sensación térmica en verano.

Tabla 91. Resumen de soluciones para los paramentos de fachada

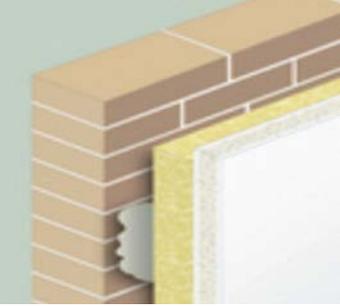
Sistema	Producto	Precio (€/m²)	Espesor (mm)	Conductividad (W/m.K)	Resistencia térmica (m².K/W)	Reflectancia visible (%)	Reflectancia infrarrojo cercano (%)
SATE	SATE EPS Aislamiento exterior	75,62	60,0	-	1,33	-	-
Aislamiento en paramentos	Trasdosado cartón yeso	52,11	48,5	-	1,19	-	-
	Trasdosado ladrillo	58,11	90,0	-	1,04	-	-
	Trasdosado directo EPS	37,25	45,0	-	0,80	-	-
	Trasdosado de lana	46,82	48,0	-	0,95	-	-
	Trasdosado corcho	52,61	30,0	-	0,77	-	-
	Cámara_ madera	28,50	-	0,038-0,043	1,16-1,32	-	-
	Cámara_ celulosa	23,50	-	0,037-0,042	1,19-1,35	-	-
	Cámara_ lana mineral	28,50	-	0,034-0,045	1,11-1,47	-	-
	Cámara_ EPS	30,50	-	0,034-0,035	1,43-1,47	-	-
	Cámara_ corcho	30,50	-	0,037-0,050	1-1,35	-	-
Otros	Aislante reflectante	3,33	3,0	-	-	-	-
	Tapiz	110	10,0	-	0,25	-	-
	Vegetación	30,43	-	-	-	-	-
Pinturas	Arelux	14,45	0,7	0,056	-	97	97
	Sopgal	12,6	0,9	0,166	-	-	-
	Gaina	18,14	0,5	0,150	-	-	86,2
	ThCoat	19,97	0,75	0,033	-	-	87,7
	Tempotec	-	0,3	0,056	-	-	-
	Efimarket	10,99	0,1	0,065	-	-	-
	Supertherm	13-15	0,4	-	-	83,5	83,5-92,20

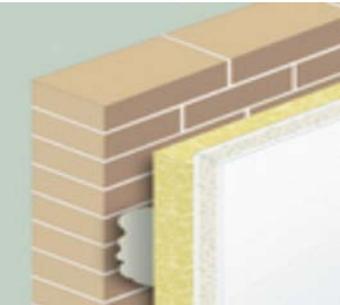
Reflectancia lejano (%)	Emisividad (%)	Emisión de volátiles	Presencia usuarios	Puesta en obra	Permiso Comunidad	Permiso Propietario	Nº
-	-	-	SÍ	Especialista autorizado	SÍ	SÍ	1
-	-	-	SÍ	Bricolaje / Albañilería	NO	SÍ	2
-	-	-	SÍ	Albañilería	NO	SÍ	3
-	-	-	SÍ	Bricolaje	NO	SÍ	4
-	-	-	SÍ	Bricolaje	NO	SÍ	5
-	-	-	SÍ	Bricolaje	NO	SÍ	6
-	-	-	SÍ	Especialista autorizado	NO	SÍ	7
-	-	-	SÍ	Especialista autorizado	NO	SÍ	8
-	-	-	SÍ	Especialista autorizado	NO	SÍ	9
-	-	-	SÍ	Especialista autorizado	NO	SÍ	10
-	-	-	SÍ	Especialista autorizado	NO	SÍ	11
-	-	-	SÍ	Bricolaje	NO	NO	12
-	-	-	SÍ	Bricolaje	NO	NO	13
-	-	-	SÍ	Bricolaje	NO	NO	14
-	-	-	SÍ	Bricolaje / Pintor	NO	NO	15
-	-	30 g/l	SÍ	Bricolaje / Pintor	NO	NO	16
94,6	-	-	SÍ	Bricolaje / Pintor	NO	NO	17
-	85	0,0099	SÍ	Bricolaje / Pintor	NO	NO	18
-	-	-	SÍ	Bricolaje / Pintor	NO	NO	19
-	-	-	SÍ	Bricolaje / Pintor	NO	NO	20
99,5	91	21 g/l	SÍ	Bricolaje / Pintor	NO	NO	21

Paramentos		Exterior	01
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: Barnacork</i></p>
Nombre genérico	Sistema de aislamiento térmico exterior		
Descripción general	Sistema de aislamiento por el exterior, constituido por aislante térmico, en el presupuesto se considera poliestireno expandido, de 50mm de espesor adherido espiga universal STR U2G oculta, y acabado final con revoco en base silicato, color claro.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Sistema de aislamiento térmico exterior con 50 mm de aislante		
Casas que comercializan	Baumit, Weber, Sto, Mapei ,...		
Datos	Precio (€/m ²)	75,6	
	Peso (kg/m ²)	15,2	
	Espesor (mm)	60	
	Resistencia térmica (m ² .K/W)	1,33	
	Resistencia a la difusión de vapor	60-100	
	Resistencia al fuego	-	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	Sí	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	Sí	
	Permiso Comunidad de Vecinos	Sí	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	El aislamiento por el exterior es el sistema más eficaz de mejora del comportamiento térmico de la envolvente de fachada, reduce las transferencias térmicas manteniendo la inercia de la construcción por el interior y eliminando los puentes térmicos, además permite realizarlo con presencia de los vecinos. En este caso, es preciso tener no sólo el permiso de la comunidad, sino realizar proyecto y solicitar licencia de obras y de andamio.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Interior	02
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Pladur</i></p>
Nombre genérico	Trasdosado autoportante		
Descripción general	Trasdosado interior con sistema de placas de yeso laminado. Éstas se montan sobre subestructura de acero galvanizado entre medias de las cuales se ubica el aislamiento térmico, comúnmente, lana de roca con barrera de vapor. Se considera montante de 34 mm y canal de 35 mm, disponible hasta 150 mm.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Trasdosado de placa de yeso laminado 13 mm con aislamiento térmico		
Casas que comercializan	Pladur, Knauf, Placo		
Datos	Precio (€/m ²)	52,1	
	Peso (kg/m ²)	5,2	
	Espesor (mm)	48,5	
	Resistencia térmica (m ² .K/W)	0,65-1,57	
	Resistencia a la difusión de vapor	-	
	Resistencia al fuego	A2-s1,d0 (placa); A1 (aisl.)	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Albañilería	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Es conveniente realizar un estudio de condensación por si es preciso incorporar una barrera de vapor. El espesor de la solución reduce el espacio útil y obliga a la reinstalación de electricidad (cajas de registro y mecanismos), al posterior pintado de la superficie y colocación de rodapié (incluidos en el precio). Para mejorar la resistencia al desgarro cuando se prevea el posible cuelgue de elementos, es conveniente disponer canales horizontales en posiciones intermedias.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Interior	03
Condiciones	Invierno / verano		 <p>Fuente: Barnacork</p>
Nombre genérico	Trasdosado con tabiquería húmeda		
Descripción general	Trasdosado interior con tabiquería húmeda, incorporando por la parte posterior un aislamiento térmico (EPS, Lana mineral u otros).		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Trasdosado cerámico 70 mm + Aislamiento térmico 30 mm		
Casas que comercializan	Fábricas de cerámica (Hyspalit) + Aislamiento térmico (Andimat); Aislantes térmicos: Amorim, Barnacork, Rockwool, Knauf, Isover, Basf, Chova...		
Datos	Precio (€/m ²)	58,1	
	Peso (kg/m ²)	5,2	
	Espesor (mm)	100	
	Resistencia térmica (m ² .K/W)	0,94-1,95	
	Resistencia a la difusión de vapor	Func. Aislante y barrera vapor	
	Resistencia al fuego	Func. Aislante y barrera vapor	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Albañilería	
	Puesta de obra sencilla	NO	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Es conveniente realizar un estudio de condensación por si es preciso incorporar una barrera de vapor. El espesor de la solución reduce el espacio útil interior y obliga a la reinstalación de electricidad (cajas de registro y mecanismos), al posterior guarnecido, enlucido y pintado de la superficie y colocación de rodapié (incluido en coste). Respecto a los sistemas con cartón yeso, presentan mayor robustez aunque ocupan mayor espesor.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Interior	04
Condiciones	Invierno / verano		 <p>Fuente: Pladur</p>
Nombre genérico	Trasdosado directo EPS		
Descripción general	Trasdosado interior con sistema de placas de yeso laminado con aislante térmico de poliestireno expandido incorporado. Hay espesores de aislante desde 20 mm hasta 120 mm (6.92 €/m ² a 30.99 €/m ²).		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Trasdosado de placa de yeso laminado con aislamiento EPS 30 mm		
Casas que comercializan	Pladur, Knauf, Placo		
Datos	Precio (€/m ²)	37,3	
	Peso (kg/m ²)	4,6	
	Espesor (mm)	45	
	Resistencia térmica (m ² .K/W)	0,8	
	Resistencia a la difusión de vapor	-	
	Resistencia al fuego	B-s1,d0	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Es conveniente realizar un estudio de condensación por si fuera preciso incorporar una barrera de vapor. El espesor de la solución reduce el espacio útil de la vivienda y obliga a la reinstalación de electricidad (cajas de registro y mecanismos), el posterior pintado de la superficie y colocación de rodapié (incluido). Respecto a las soluciones de trasdosado tradicionales de fábrica cerámica o de yeso laminado presenta la ventaja de la rapidez y sencillez de ejecución.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Interior	05
Condiciones	Invierno / verano		 <p>Fuente: Pladur</p>
Nombre genérico	Trasdosado directo lana de roca		
Descripción general	Trasdosado interior con sistema de placas de yeso laminado con aislante térmico de lana de roca incorporado. Sólo disponible con espesor de lana de roca de 30mm y placa de 13 mm.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Trasdosado de placa de yeso laminado con lana de roca 30 mm		
Casas que comercializan	Pladur, Knauf, Placo		
Datos	Precio (€/m ²)	46,82	
	Peso (kg/m ²)	4,6	
	Espesor (mm)	48	
	Resistencia térmica (m ² .K/W)	0,95	
	Resistencia a la difusión de vapor	-	
	Resistencia al fuego	A2-s1,d0	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	<p>En este caso, es conveniente realizar un estudio de condensación por si es preciso incorporar una barrera de vapor. El espesor de la solución reduce el espacio útil interior y obliga a la reinstalación de electricidad (cajas de registro y mecanismos), al posterior pintado de la superficie y colocación de rodapié (incluido en el coste). Respecto a las soluciones de trasdosado tradicionales, ésta presenta la ventaja de la sencillez y rapidez de ejecución. El aislamiento de lana mineral mejora el comportamiento al fuego del sistema, pudiendo llegar a mejorar el acústico por absorción, si se diseña al efecto.</p>		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Interior	06
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Barnacork</i></p>
Nombre genérico	Trasdosado directo corcho		
Descripción general	Trasdosado interior con corcho natural negro. Para evitar la caída de partículas durante el uso de la edificación, se recomienda pintar la superficie con pintura resistente a taninos o bien trasdosarlo con placa de cartón yeso de 6.5mm.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Corcho negro natural		
Casas que comercializan	Amorim (Portugal). Existen distribuidores en toda la península: Barnacork, Biohaus, MadridForest, LeroyMerlin,...		
Datos	Precio (€/m ²)	52,61	
	Peso (kg/m ²)	3-3,6	
	Espesor (mm)	30	
	Resistencia térmica (m ² .K/W)	0,77	
	Resistencia a la difusión de vapor	Elevada	
	Resistencia al fuego	E, B2 con recubrimiento	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Es conveniente realizar un estudio de condensación por si es preciso incorporar una barrera de vapor. El espesor de la solución reduce el espacio útil interior y obliga a la reinstalación de electricidad (cajas de registro y mecanismos), al posterior pintado o trasdosado de la superficie y colocación de rodapié (incluidos). La pintura a emplear ha de ser resistente a los taninos, en caso contrario, aparecerán manchas negras, antiestéticas, en la superficie.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Interior	07
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Steico SE</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento insuflado		
Descripción general	Aislamiento de fibra de madera tratada con sales bórax, insuflado en cámara de aire para la mejora de la resistencia térmica del sistema constructivo, en cámaras mayores de 40 mm.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Fibra de madera para insuflar		
Casas que comercializan	Steico, Isocell		
Datos	Precio cámara 60 mm (€/m ²)	28,5	
	Densidad de aplicación (kg/m ³)	32-45	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,038-0,043	
	Capacidad térmica específica (kJ/kg.K)	2,1	
	Resistencia al vapor de agua	2	
	Reacción al fuego	E	
	Normalización Material / Instalación	No CE / No instalación	
	Reciclabilidad	Proviene prod. Reciclado	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	NO	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Su elevado calor específico le hace idóneo para climas con elevadas temperaturas. Si se infiltra agua, las propiedades de la fibra de madera se modifican sustancialmente debido a su naturaleza hidrófila. Por el contrario, su higroscopicidad mejora el intercambio y acondicionamiento interior. En algunos casos es posible que sea preciso reparar agujeros y repintar (éste incluido). El espesor a aplicar depende del muro existente, comúnmente es de 50 mm.		
Ubicaciones	Madrid y Sevilla		

Paramentos		Interior	08
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: AislayAhorra</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento insuflado		
Descripción general	Aislamiento de celulosa compuesto por 90% papel reciclado (periódicos), 7% sales minerales, 3% ácido bórico. Es insuflado en cámara de aire mayores de 40 mm, mediante soplado o proyectado en húmedo (mayor conductividad térmica) para la mejora de la resistencia térmica del sistema constructivo.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Celulosa para insuflar		
Casas que comercializan	Isocell, Steico, bioklima nature, Isofloc		
Datos	Precio cámara 60 mm (€/m ²)	23,5	
	Densidad de aplicación (kg/m ³)	45-60	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,037-0,042	
	Capacidad térmica específica (kJ/kg.K)	2,15	
	Resistencia al vapor de agua	1	
	Reacción al fuego	B-s2-d0; E	
	Normalización Material / Instalación	ETE 15101-1, no CE / 15101-2	
	Reciclabilidad	Proviene prod. Reciclado	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	NO	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
	Permiso propietario	Sí	
Recomendaciones	Su elevado calor específico le hace idóneo para climas con elevadas temperaturas. Si se infiltra agua, las propiedades de la celulosa se modifican sustancialmente debido a su naturaleza hidrófila. Por el contrario, su higroscopicidad mejora el intercambio y acondicionamiento interior. En algunos casos es posible que sea preciso reparar agujeros y repintar (éste incluido). El espesor a aplicar depende del muro existente, comúnmente es de 50 mm.		
Ubicaciones	Madrid y Sevilla		

Paramentos		Interior	09
Condiciones	Invierno / verano		  <i>Fuente: AislayAhorra</i>
Nombre genérico	Aislamiento insuflado		
Descripción general	Lana mineral insuflada o proyectada con mortero (mayor conductividad térmica) en cámara de aire superior a 40 mm, para la mejora de la resistencia térmica del sistema constructivo.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Lana mineral para insuflar		
Casas que comercializan	Isover, Rockwool, Knauf		
Datos	Precio cámara 60 mm (€/m²)	28,5	
	Densidad de aplicación (kg/m³)	35-55	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,034-0,045	
	Capacidad térmica específica (kJ/kg.K)	0,85	
	Resistencia al vapor de agua	1	
	Reacción al fuego	A1	
	Normalización Material / Instalación	14064-1, CE / 14064-2	
	Reciclabilidad	Reciclable o reutilizable	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	NO	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Se ha de verificar que no existen infiltraciones de agua, aunque el material no es hidrófilo. Este sistema es uno de los que más mejoran el aislamiento acústico respecto a los de relleno de cámara (5dB). En algunos casos es posible que sea preciso reparar agujeros y repintar (éste incluido). El espesor a aplicar depende del muro existente, comúnmente es de 50 mm.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Interior	10
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Thermabead</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento insuflado		
Descripción general	EPS de grafito inyectado, con o sin adhesivo en base agua, en cámara de aire superior a 30 mm, para la mejora de la resistencia térmica del sistema constructivo.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Gránulos de EPS con grafito		
Casas que comercializan	Thermabead, Iso bead		
Datos	Precio cámara 60 mm (€/m ²)	30,5	
	Densidad de aplicación (kg/m ³)	16-19	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,034-0,035	
	Capacidad térmica específica (kJ/kg.K)	1,45	
	Resistencia al vapor de agua	1	
	Reacción al fuego	E	
	Normalización Material / Instalación	DAU, no CE/ 16809-2	
	Reciclabilidad	Reciclable o reutilizable	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	NO	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	La maquinaria a emplear es compleja por lo que es importante que la puesta en obra se efectúe por personal cualificado. En algunos casos es posible que sea preciso reparar agujeros y repintar (éste incluido). El espesor a aplicar depende del muro existente, comúnmente es de 50 mm.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Interior	11
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: Barnacork</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento insuflado		
Descripción general	Aislamiento de corcho granulado expandido, 100% natural y reciclable, no es hidrófilo. Se insufla en cámaras de aire superiores a 30 mm, para la mejora de la resistencia térmica del sistema constructivo.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Corcho granulado		
Casas que comercializan	Amorim, Socyr		
Datos	Precio cámara 60 mm (€/m ²)	30,5	
	Densidad de aplicación (kg/m ³)	60-100	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,037-0,050	
	Capacidad térmica específica (kJ/kg.K)	1,67	
	Resistencia al vapor de agua	1	
	Reacción al fuego	E	
	Normalización Material / Instalación	No CE / No Instalación	
	Reciclabilidad	Proviene de prod. Reciclado	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	NO	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
	Permiso propietario	Sí	
Recomendaciones	El corcho tiene buenas propiedades térmicas y acústicas y de durabilidad. Conviene asegurar que el material empleado sea expandido para su aplicación como aislante. En algunos casos es posible que sea preciso reparar agujeros y repintar (éste incluido). El espesor a aplicar depende del muro existente, comúnmente es de 50 mm.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Interior	12
Condiciones	Invierno		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Aislantes Prodex</i></p>
Nombre genérico	Aislante reflectante		
Descripción general	Aislante reflectante de aluminio con capa de burbujas de polietileno, para ubicar en paramento vertical contiguo a radiador. Su elevada reflectancia reduce las pérdidas por radiación del radiador. Disponible en distintos espesores, en función de las capas adicionales de aislante térmico al uso.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislante térmico reflexivo		
Casas que comercializan	Aisrec, Actis, Prodex, Arelux, Aislatermic, Tecnol ,...		
Datos	Precio (€/m ²)	3,33	
	Peso (kg/m ²)	-	
	Espesor (mm)	3	
	Reflectancia (%)	70% aluminio	
	Emisividad (tanto por uno)	0,05 aluminio	
	Resistencia al fuego	F	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Dicha lámina ha de ser montada lo más tersa posible para mejorar el comportamiento radiante. Mejora el comportamiento en invierno, no así el de verano porque "retiene" el calor generado en el interior. Conviene que, entre el paramento y el aluminio, se disponga aislante térmico al uso o bien que el aislante reflexivo incorpore varias capas adicionales para la mejora del aislamiento térmico por conducción. Esta solución se contempla para su disposición en la parte posterior del radiador.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

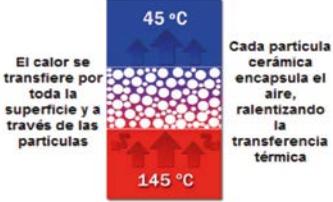
Paramentos		Interior	13
Condiciones	Invierno		 <p>Fuente: Pixabay</p>
Nombre genérico	Tapiz		
Descripción general	Tapiz de lana		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Tapiz		
Casas que comercializan	Genérico		
Datos	Precio (€/m ²)	11,70 - 110	
	Peso (kg/m ²)	1	
	Espesor (mm)	10	
	Resistencia térmica (m ² .K/W)	0,25	
	Reacción al fuego	E	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	<p>Elemento idóneo para invierno, pudiendo desmontarlo en condiciones de verano, evitando la pérdida de la inercia térmica.</p> <p>Los talleres de fabricación de tapices que aún se conservan son artesanales y trabajan con pura lana de oveja.</p>		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Exterior	14
Condiciones	Verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Elaboración propia</i></p>
Nombre genérico	Vegetación		
Descripción general	Soporte ventana extensible para colocación de macetas de 100x15x15 y favorecer la evapotranspiración en condiciones de verano		
Casa comercial (web)	Sauvic		
Nombre producto	Soporte ventana + macetas		
Casas que comercializan	Sauvic (soporte de ventana), en el caso de la maceta existen numerosas casas comerciales que comercializan este producto		
Datos	Precio (€/m ²)	30,43	
	Peso (kg/m ²)	-	
	Espesor (mm)	-	
	Resistencia térmica (m ² .K/W)	-	
	Reacción al fuego	-	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	La presencia de vegetación favorece la evapotranspiración en condiciones de verano. La solución contemplada consiste en soporte de ventana y maceta de 100x15x15mm.		
Ubicaciones	Madrid y Sevilla		

Paramentos		Interior	15
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Arelux</i></p>
Nombre genérico	Revestimiento continuo		
Descripción general	Pintura de microesferas cerámicas		
Casa comercial (web)	Arelux		
Nombre producto	Imperlux thermic indoor		
Casas que comercializan	Arelux		
Datos	Precio (€/m ²)	14,45	
	Espesor mínimo recomendado (mm)	0,7	
	Color	Blanco	
	Permeabilidad al vapor de agua	-	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,056	
	Reflectancia visible 250-780 nm (%)	97	
	Reflex. Infr. cercano 780-2500 nm (%)	97	
	Reflex. Infr. lejano >3000nm (%)	-	
	Emisividad (%)	-	
	Vehículo	-	
	Aglutinante	-	
	Diluyente	Agua	
	Secado al tacto	1 hora	
	Secado total	12 horas	
COV's máximo	-		
Operativa	Permiso propietario	SÍ	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	NO	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Pintor	
	Puesta de obra sencilla	SÍ	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Pintura lavable que se aplica en tres capas con rodillo. En el caso de soportes de yeso es preciso aplicar una capa de imprimación.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Interior	16
Condiciones	Invierno / verano		 <p>Fuente: Soggal</p>
Nombre genérico	Revestimiento continuo		
Descripción general	Pintura acrílica con microesferas de cerámicas hueca de baja densidad con adición de óxido de titanio para incremento de blancura.		
Casa comercial (web)	Soggal		
Nombre producto	Pintura térmica		
Casas que comercializan	Soggal		
Datos	Precio (€/m ²)	12,6	
	Espesor mínimo recomendado (mm)	0,9	
	Color	Blanco	
	Permeabilidad al vapor de agua	10 g/m ²	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,166	
	Reflectancia visible 250-780 nm (%)	-	
	Reflex. Infr. cercano 780-2500 nm (%)	-	
	Reflex. Infr. lejano >3000nm (%)	-	
	Emisividad (%)	-	
	Vehículo	-	
	Aglutinante	Copolímeros acrílicos	
	Diluyente	Agua	
	Secado al tacto	1 hora	
Secado total	72 horas		
COV's máximo	30 g/l		
Operativa	Permiso propietario	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	NO	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Pintor	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Se han de aplicar 4 capas + estiradas(repintado 6 horas), en superficies poco porosas hay que aplicar una capa previa diluida en 15-20% de agua. El rendimiento es aproximadamente un litro por cada metro cuadrado. Es preferible colores claros para mejorar la iluminación de la estancia, aunque en latitudes con mucha irradiación puede provocar deslumbramiento.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Interior	17
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;">Fuente: Gaina</p>
Nombre genérico	Revestimiento continuo		
Descripción general	Aislante térmico de cerámica de limitado espesor conformado por 60% de microesferas cerámicas huecas con 9-15% de dióxido de titanio y pequeñas cantidades de etilen glicol, white spirit y aceite mineral.		
Casa comercial (web)	Gaina		
Nombre producto	Gaina		
Casas que comercializan	Gaina		
Datos	Precio (€/m ²)	18,14	
	Espesor mínimo recomendado (mm)	0,5	
	Color	Blanco	
	Permeabilidad al vapor de agua	60 cm ³ /m ² . día	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,15	
	Reflectancia visible 250-780 nm (%)	-	
	Reflex. Infr. cercano 780-2500 nm (%)	86,2	
	Reflex. Infr. lejano >3000nm (%)	94,6	
	Emisividad (%)	-	
	Vehículo	Agua	
	Aglutinante	Silicona sanitaria- acrílico	
	Diluyente	Agua	
	Secado al tacto	2 horas (ver) - 4 horas (inv)	
	Secado total	20 días	
COV's máximo	-		
Operativa	Permiso propietario	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	NO	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Pintor	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Se han de aplicar 2 capas (repintado 6 horas), en superficies poco porosas hay que aplicar una capa previa diluida en 15-20% de agua. Funciona como fotocatalítico porque el TiO ₂ se posiciona en la capa exterior (eliminando hasta 150 bacterias y virus y siendo resistente a las cepas). No tiene formaldehídos (4F).		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Interior	18
Condiciones	Invierno / verano		<p>Reduce la transferencia de calor y controla la temperatura</p>  <p>El calor se transfiere por toda la superficie y a través de las partículas</p> <p>Cada partícula cerámica encapsula el aire, ralentizando la transferencia térmica</p> <p>Fuente: Thcoat</p>
Nombre genérico	Revestimiento continuo		
Descripción general	Pintura compuesta de una mezcla de sílice y cerámica, comúnmente con óxido de titanio para blanquear la mezcla.		
Casa comercial (web)	ThCoat		
Nombre producto	Temp Coat 101		
Casas que comercializan	Thcoat		
Datos	Precio (€/m ²)	19,97	
	Espesor mínimo recomendado (mm)	0,75	
	Color	Blanco	
	Permeabilidad al vapor de agua	-	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,0332	
	Reflectancia visible 250-780 nm (%)	-	
	Reflex. Infr. cercano 780-2500 nm (%)	87,7	
	Reflex. Infr. lejano >3000nm (%)	-	
	Emisividad (%)	85	
	Vehículo	Látex	
	Aglutinante	Acrílico	
	Diluyente	Agua	
	Secado al tacto	30-45 minutos	
	Secado total	24 horas	
COV's máximo	0,0099		
Operativa	Permiso propietario	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	NO	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Pintor	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Es recomendable aplicar capas de 500 micras. En interior es recomendable 750 micras con espesor máximo en zonas desérticas y de alta montaña. Esta pintura funciona principalmente por conducción al tener muy baja conductividad térmica, aunque su reducido espesor limita sustancialmente la mejora térmica que podría conllevar.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Interior	19
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Temportec</i></p>
Nombre genérico	Revestimiento continuo		
Descripción general	Pinturas con adiciones de microesferas cerámicas huecas.		
Casa comercial (web)	Temportec		
Nombre producto	Temportec Anticondensación		
Casas que comercializan	Temportec		
Datos	Precio (€/m ²)	-	
	Espesor mínimo recomendado (mm)	0,3	
	Color	Blanco	
	Permeabilidad al vapor de agua	-	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,0560	
	Reflectancia visible 250-780 nm (%)	-	
	Reflex. Infr. cercano 780-2500 nm (%)	-	
	Reflex. Infr. lejano >3000nm (%)	-	
	Emisividad (%)	-	
	Vehículo	-	
	Aglutinante	-	
	Diluyente	Agua	
	Secado al tacto	1 hora	
	Secado total	12 horas	
COV's máximo	-		
Operativa	Permiso propietario	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	NO	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Pintor	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Se han de aplicar 2 ó 3 capas. El rendimiento mínimo es de 250g/m ² , en superficies poco porosas diluir en agua.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Interior	20
Condiciones	Invierno / verano		 <p>Fuente: Efimarket</p>
Nombre genérico	Revestimiento continuo		
Descripción general	Aditivo para incorporar a cualquier tipo de pinturas. Está compuesto por microesferas cerámicas, con 31.5% de sílice, 9.5% de alúmina, 0.4% de dióxido de titanio.		
Casa comercial (web)	Efimarket		
Nombre producto	Insuladd		
Casas que comercializan	Efimarket		
Datos	Precio (€/m ²)	10,99	
	Espesor mínimo recomendado (mm)	0,1	
	Color	Blanco	
	Permeabilidad al vapor de agua	-	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,065	
	Reflectancia visible 250-780 nm (%)	-	
	Reflex. Infr. cercano 780-2500 nm (%)	-	
	Reflex. Infr. lejano >3000nm (%)	-	
	Emisividad (%)	-	
	Vehículo	-	
	Aglutinante	-	
	Diluyente	-	
	Secado al tacto	-	
	Secado total	-	
COV's máximo	-		
Operativa	Permiso propietario	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	NO	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Pintor	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Se trata de un aditivo a incorporar a cualquier tipo de pintura.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Paramentos		Interior	21
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Elaboración propia</i></p>
Nombre genérico	Revestimiento continuo		
Descripción general	Pintura plástica elastómera-acrítica		
Casa comercial (web)	Nanocapa technologies		
Nombre producto	Supertherm		
Casas que comercializan	Nanocapa technologies		
Datos	Precio (€/m ²)	13-15	
	Espesor mínimo recomendado (mm)	0,4	
	Color	Blanco	
	Permeabilidad al vapor de agua	-	
	Conductividad térmica (W/m.K)	Reducida	
	Reflectancia visible 250-780 nm (%)	83,5	
	Reflex. Infr. cercano 780-2500 nm (%)	83,5-92,20	
	Reflex. Infr. lejano >3000nm (%)	99,5	
	Emisividad (%)	91	
	Vehículo	Uretanos	
	Aglutinante	Elastómeros / Acrílicos	
	Diluyente	Agua	
	Secado al tacto	30-60 min	
	Secado total	-	
COV's máximo	21 g/l		
Operativa	Permiso propietario	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	NO	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Pintor	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Se trata de un mezcla de uretanos alifáticos, elastómeros, resinas y aditivos, en base agua. Esta pintura, se aplica en dos manos, está especialmente indicada para uso industrial y exteriores. Esta casa comercial dispone de una pintura denominada "htc hot pipe" para instalaciones.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

6.2 Acristalamientos y carpinterías

En el apartado de carpinterías se recogen cinco tipos de soluciones: láminas térmicas, vidrios, carpinterías, cortinas y otros. Como en los paramentos verticales, para comparación, se recoge la sustitución de la carpintería por una de elevadas prestaciones térmicas, siendo ésta la solución comúnmente adoptada en rehabilitaciones energéticas al uso.

Respecto a las primeras, se distinguen tres tipos de láminas térmicas: de control solar, reflectantes y de baja emisividad. Las dos primeras son efectivas en condiciones de verano dado que reflejan mayor cantidad de radiación recibida en la superficie y, por lo tanto, limitan las transferencias térmicas, a través del vidrio, debidas a las cargas por radiación solar. Éstas han de ubicarse en la cara exterior del vidrio con el inconveniente de que su exposición y manipulación podría limitar su durabilidad. La lámina de baja emisividad es efectiva en condiciones de invierno ya que reduce las pérdidas de radiación emitida a través del vidrio. En fachada norte, es recomendable ubicarlas en la cara exterior del vidrio interior mientras que, en el resto de las orientaciones, se dispondrán en la cara interior del vidrio exterior. Esta última disposición es de gran importancia para asegurar la durabilidad del acristalamiento debido a las tensiones térmicas que producirían en el mismo por diferencias de temperatura a ambos lados. En este sentido, para evitar un exceso de carga térmica, en el caso de fachadas soleadas, es importante contrastar con el fabricante la compatibilidad del acristalamiento. En todos los casos, la limitación que presentan dichas láminas es que su manipulación durante el uso que reduce la durabilidad. En este sentido, sería adecuado colocarlas en el interior de las cámaras de aire, en el caso de generarse o de existir.

El segundo paquete de soluciones comprende la sustitución de un vidrio sencillo por uno doble, aprovechando el espesor del junquillo (comúnmente de 10-12mm). Esta solución mejora la eficiencia teniendo en cuenta que el vidrio doble presenta mejores prestaciones térmicas que el sencillo y que su superficie es la mayoritaria en las ventanas. Se recogen cuatro soluciones de acristalamiento: dos con cámara de 8mm y dos con cámara de 10mm. Las láminas de baja emisividad incrementan sustancialmente el coste del acristalamiento, aunque mejoran notablemente su comportamiento térmico; la lámina de baja emisividad debe estar en el interior de la cámara: en los casos de ventanas que reciben soleamiento directo (normalmente en orientaciones este, sur y oeste) en la cara interior del vidrio exterior; en los casos de ventanas en las que no incide el sol (normalmente en las orientaciones norte) puede situarse en la cara del vidrio interior que da a la cámara. No obstante, se reitera la importancia de contrastar la solución con los fabricantes para analizar la compatibilidad del acristalamiento con las tensiones térmicas producidas. Complementariamente se incluye una solución comercial consistente en la incorporación de una lámina de plástico adherida a la carpintería, que, a pesar de su reducido coste, se desaconseja por la limitada durabilidad de la misma, especialmente en fachadas con incidencia de la radiación solar, al tiempo que reduce la transmisión de luz al interior. No obstante, se trata de una solución barata y de emergencia. Para permitir la comparación de las soluciones con la que sería común en rehabilitación energética, como se ha indicado, se incorpora la sustitución de la carpintería. Se ha considerado una carpintería de aluminio, ya que

su perfilería tiene la menor repercusión en la superficie del hueco respecto a otro tipo de carpinterías, con rotura de puente térmico, junto con un acristalamiento mejorado con cámara de 15mm y lámina de baja emisividad.

El tercer paquete son las cortinas que generan un espacio colchón entre el acristalamiento y el espacio interior, limitando las transferencias térmicas a través del hueco e incrementando la temperatura radiante, lo que mejora la sensación térmica en la estancia. Las cortinas incluidas en esta selección son cortinas térmicas, dado que el tipo de tejido empleado presenta unas características especiales que mejoran el comportamiento térmico, bien sea por el tipo de tejido grueso o bien porque incorporan tejidos de aluminio que aumentan las reflexiones de calor o de frío en función de su uso en verano o invierno.

Finalmente, dentro del grupo de otras soluciones se incluye el refuerzo del aislamiento térmico en capialzados, siendo ésta una solución muy sencilla y eficaz a incorporar, así como la colocación de burletes, que reducen las infiltraciones a través de la carpintería, siendo especialmente eficaces en condiciones de invierno.

Tabla 92. Resumen de soluciones para vidrios y carpinterías

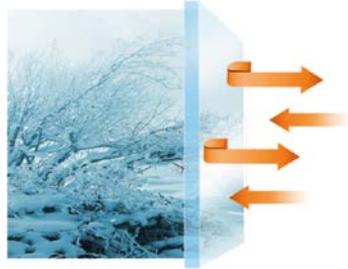
Sistema	Producto	Precio (€/m² o €/ud)	Transmitancia térmica (W/m².K)	Reflectancia (%)
Láminas	Lámina control solar 3M	92	-	36 (90); 52 (70); 61 (40)
	Lámina control Solarcheck	40 (Silver 20) y 70 (SX80)	-	64 (silver 20) / 7 (SX80)
	Lámina reflectiva 3M	Aprox. 100	-	77
	Lámina bajo emisiva_3M	84-148	-	47
	Lámina bajo emisiva_ Solarcheck	45	-	42
Sustitución carpintería	Carpintería 4-15-6be	370	2	-
Acristalamiento	Doble carpintería	221,43	3,7	-
	Doble acristalamiento 4-8-5	43,36	3,1	-
	Doble acristalamiento 6-8-4be	62,46	2,1	-
	Doble acristalamiento 4-10-4	36,66	3	-
	Doble acristalamiento 4-10-5be	62,78	1,8	-
	Doble capa en acristalamiento	5,05	-	-
Otros	Burlete	1.0-6.5	-	-
	Capialzado_ aislante reflectante	8,95	-	70
	Capialzado_ aislante	1,25	2	-
Cortinas	Forro cortinas invierno	9,23	-	-
	Forro cortinas verano	12,31	-	-
	Cortinas aislantes poliéster	18-22,5	10-16	-
	Cortinas aislantes lino+poliéster	58	10-16	-
	Cortina aluminio	8,9	-	50-70

Factor solar (%)	Emisividad (%)	Especialización	Permiso Comunidad	Permiso Comunidad	Nº
64 (90); 48 (70); 39 (40)	-	Especialista / Bricolaje	NO	NO	22
18 (Silver 20) / 56 (SX80)	87 (SX80)	Especialista / Bricolaje	NO	NO	23
23-33	-	Especialista / Bricolaje	NO	NO	24
53	-	Especialista / Bricolaje	NO	NO	25
25	33	Especialista / Bricolaje	NO	NO	26
32	-	Carpintería aluminio	SÍ / NO	SÍ	27
63	-	Carpintería aluminio	SÍ / NO	SÍ	28
77	-	Carpintería / Bricolaje	NO	SÍ / NO	29
38	-	Carpintería / Bricolaje	NO	SÍ / NO	30
77	-	Carpintería / Bricolaje	NO	SÍ / NO	31
37	-	Carpintería / Bricolaje	NO	SÍ / NO	32
-	-	Bricolaje	NO	NO	33
-	-	Bricolaje	NO	NO	34
-	-	Bricolaje	NO	NO	35
-	-	Bricolaje	NO	NO	36
-	-	Bricolaje	NO	NO	37
-	-	Bricolaje	NO	NO	38
-	-	Bricolaje	NO	NO	39
-	-	Bricolaje	NO	NO	40
-	-	Bricolaje	NO	NO	41

Vidrios		Interior	22
Condiciones	Verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: 3M</i></p>
Nombre genérico	Lámina de control solar		
Descripción general	Lámina de control solar de PET/PMMA con acrílico modificado como adhesivo. Modifican la superficie radiante del vidrio, reduciendo las ganancias por irradiación solar en condiciones de verano. La gama 40 tiene color oscuro.		
Casa comercial (web)	3M		
Nombre producto	Prestige		
Casas que comercializan	3M		
Datos	Precio (€/m ²)	92	
	Peso (kg/m ²)	-	
	Espesor (mm)	0,066	
	Reflectancia (%)	36 (90); 52 (70); 61 (40)	
	Factor solar (%)	64 (90); 48 (70); 39 (40)	
	Emisividad (%)	-	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista / Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	La lámina de control solar ha de ubicarse en la cara exterior del vidrio exterior. En este caso, no hace falta sellado perimetral. Existen tres tipos de láminas en función de la coloración y propiedades. 40:color oscuro; 70:semitransparente; 90:transparente.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Vidrios		Interior	23																		
Condiciones	Verano		<p>Prestaciones de la lámina Sentinel Plus Silver 20 OSW</p> <p>Pruebas realizadas en vidrios transparentes de 4 mm.</p> <table border="1"> <caption>Pruebas realizadas en vidrios transparentes de 4 mm.</caption> <thead> <tr> <th>Métrica</th> <th>Vidrio sin lámina</th> <th>Vidrio con lámina Sentinel Plus Silver 20 OSW</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Luz visible transmitida</td> <td>10%</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td>Luz visible reflejada (interior)</td> <td>2%</td> <td>11%</td> </tr> <tr> <td>Luz visible reflejada (exterior)</td> <td>2%</td> <td>17%</td> </tr> <tr> <td>UV rechazados</td> <td>0%</td> <td>100%</td> </tr> <tr> <td>Energía solar rechazada</td> <td>18%</td> <td>63%</td> </tr> </tbody> </table> <p> Luz visible: Vidrio sin lámina 10% transmitida / Vidrio con lámina Sentinel Plus Silver 20 OSW 9% transmitida Energía solar: Vidrio sin lámina 18% rechazada / Vidrio con lámina Sentinel Plus Silver 20 OSW 63% rechazada Luz ultra violeta: Vidrio sin lámina >99% rechazados / Vidrio con lámina Sentinel Plus Silver 20 OSW >99% rechazados </p> <p>Fuente: Solarcheck</p>	Métrica	Vidrio sin lámina	Vidrio con lámina Sentinel Plus Silver 20 OSW	Luz visible transmitida	10%	9%	Luz visible reflejada (interior)	2%	11%	Luz visible reflejada (exterior)	2%	17%	UV rechazados	0%	100%	Energía solar rechazada	18%	63%
Métrica	Vidrio sin lámina	Vidrio con lámina Sentinel Plus Silver 20 OSW																			
Luz visible transmitida	10%	9%																			
Luz visible reflejada (interior)	2%	11%																			
Luz visible reflejada (exterior)	2%	17%																			
UV rechazados	0%	100%																			
Energía solar rechazada	18%	63%																			
Nombre genérico	Lámina de control solar																				
Descripción general	Lámina de control solar de poliéster, con acrílico modificado como adhesivo. Modifican la superficie radiante del vidrio, reduciendo las ganancias por irradiación solar en condiciones de verano.																				
Casa comercial (web)	Solarcheck																				
Nombre producto	Silver 20 y SX80																				
Casas que comercializan	Solarcheck																				
Datos	Precio (€/m ²)	40 (Silver 20) y 70 (SX80)																			
	Peso (kg/m ²)	-																			
	Espesor (mm)	50 micras																			
	Reflectancia (%)	64 (silver 20) / 7 (SX80)																			
	Factor solar (%)	18 (Silver 20) / 56 (SX80)																			
	Emisividad (%)	87 (SX80)																			
Operativa	Permite presencia usuarios	SÍ																			
	Limita futuras actuaciones	NO																			
	Posibilidad de eliminación	SÍ																			
	Periodicidad de reposición	NO																			
	Especialización de mano de obra	Especialista / Bricolaje																			
	Puesta de obra sencilla	SÍ																			
	Licencia de obra	NO																			
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO																			
Permiso propietario	NO																				
Recomendaciones	La lámina de control solar es recomendable ubicarla en la cara exterior del vidrio exterior. En este caso, el perímetro hace falta sellarlo con silicona neutra. En cuanto a la coloración Silver 20 presenta color aluminio y SX80 azul muy claro.																				
Ubicaciones	Todas las localidades																				

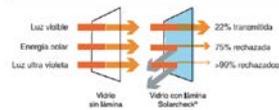
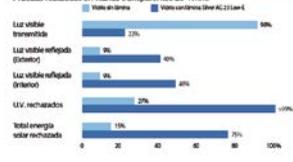
Vidrios		Interior	24
Condiciones	Verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: 3M</i></p>
Nombre genérico	Lámina reflectiva		
Descripción general	Lámina reflexiva que limita las ganancias por irradiación solar en condiciones de verano. Este tipo de láminas presentan la máxima reflectancia con unas buenas propiedades de transmisión lumínica.		
Casa comercial (web)	3M		
Nombre producto	Silver P18		
Casas que comercializan	3M		
Datos	Precio (€/m ²)	Aprox. 100	
	Peso (kg/m ²)	-	
	Espesor (mm)		
	Reflectancia (%)	77	
	Factor solar (%)	23-33	
	Emisividad (%)	-	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista / Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Las láminas reflectivas se disponen en la cara exterior del vidrio exterior. Comúnmente, modifican la apariencia exterior de forma sustancial. Mejoran de forma efectiva el comportamiento en condiciones de verano.		
Ubicaciones	Sevilla		

Vidrios		Interior	25
Condiciones	Invierno / verano		 <p>Fuente: 3M</p>
Nombre genérico	Lámina de baja emisividad		
Descripción general	Lámina de poliéster bajo emisiva.		
Casa comercial (web)	3M		
Nombre producto	Thininsulate climate control 75		
Casas que comercializan	3M		
Datos	Precio (€/m ²)	84-148	
	Peso (kg/m ²)	-	
	Espesor (mm)	-	
	Reflectancia (%)	47	
	Factor solar (%)	53	
	Emisividad (%)	-	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista / Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Mejoran el comportamiento del vidrio en condiciones de invierno al reducir las pérdidas. La ubicación de la lámina es fundamental para garantizar la durabilidad del acristalamiento al reducir la posibilidad de disipar energía. En fachadas soleadas, es recomendable ubicarla en la cara interior del vidrio exterior (en dobles acristalamientos), en caso de no ser posible y tratarse de una fachada soleada, es recomendable contrastar con el fabricante la compatibilidad del acristalamiento para evitar un exceso de carga térmica.		
Ubicaciones	Sevilla		

Condiciones	Invierno / verano	
Nombre genérico	Lámina de baja emisividad	
Descripción general	Lámina de poliéster bajo emisiva.	
Casa comercial (web)	Solarcheck	
Nombre producto	Silver AG 25 Low-E	
Casas que comercializan	Solarcheck	
Datos	Precio (€/m ²)	45
	Peso (kg/m ²)	-
	Espesor (mm)	0,05
	Reflectancia (%)	42
	Factor solar (%)	25
	Emisividad (%)	33
Operativa	Permite presencia usuarios	SÍ
	Limita futuras actuaciones	NO
	Posibilidad de eliminación	SÍ
	Periodicidad de reposición	NO
	Especialización de mano de obra	Especialista / Bricolaje
	Puesta de obra sencilla	SÍ
	Licencia de obra	NO
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO
Permiso propietario	NO	
Recomendaciones	Mejoran el comportamiento del vidrio en condiciones de invierno. En su puesta en obra es importante tener cuidado con la ubicación de la lámina. En fachadas soleadas es recomendable disponerla en la cara interior del vidrio exterior (en dobles acristalamientos), en caso de no ser posible y tratarse de una fachada soleada, es recomendable contrastar con el fabricante la compatibilidad del acristalamiento para evitar un exceso de carga térmica.	
Ubicaciones	Todas las localidades	

Prestaciones de la lámina Silver AG 25 Low-E

Pruebas realizadas en vidrios transparentes de 4 mm.



Fuente: Solarcheck

Vidrios y carpinterías		Interior	27
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Elaboración propia</i></p>
Nombre genérico	Carpintería de aluminio		
Descripción general	Carpintería de aluminio con rotura de puente térmico y acristalamiento 6be/15/5 (ext/cámara/int), con cajón de persiana aislada y persiana de pvc.		
Casa comercial (web)	Carpintería de aluminio		
Nombre producto	Carpintería de aluminio RPT, acristalamiento tipo 6be/15/5		
Casas que comercializan	Carpinterías de aluminio		
Datos	Precio 1.20x1.20 m (€/ud)	370	
	Peso (kg/m ²)	-	
	Transmitancia térmica (W/m ² .K)	2,00	
	Factor solar (%)	32	
Operativa	Permite presencia usuarios	SÍ	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	SÍ	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Carpintería de aluminio	
	Puesta de obra sencilla	SÍ	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	SÍ / NO	
Permiso propietario	SÍ		
Recomendaciones	Ventana abatible con carpintería de aluminio 60 mm con rotura de puente térmico, en color blanco. Constituida por acristalamiento tipo 5-15-6be (tratamiento bajo emisivo), con cajón de persiana aislado y persiana de pvc de 37 mm de ancho con accionamiento manual.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Vidrios y carpinterías		Exterior / Interior	28
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Pascual y Cuenca</i></p>
Nombre genérico	Doble carpintería		
Descripción general	Carpintería corredera de aluminio sin rotura de puente térmico y acristalamiento 4/6/4 (ext/cámara/int), a ubicar en el interior / exterior del hueco (en función de la ubicación de la carpintería existente).		
Casa comercial (web)	Carpintería corredera de aluminio		
Nombre producto	Carpintería de aluminio s/RPT, acristalamiento tipo 4/6/4		
Casas que comercializan	Carpinterías de aluminio		
Datos	Precio 1,20x1,20 m (€/ud)	221,43	
	Peso (kg/m ²)	-	
	Transmitancia térmica (W/m ² .K)	3,72	
	Factor solar (%)	63	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Carpintería de aluminio	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	Sí / NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Corredera de aluminio anodizado natural con vidrio 4/6/4 (3.3 de transmitancia térmica; 77% de factor solar; 81 % de transmisión lumínica), de 120x120 cm serie básica sin rotura de puente térmico, sin cajón de persiana, ni persiana enrollable. El tratamiento bajo emisivo y protección solar encarece aproximadamente 12.50 euros para una superficie acristalada de 1,20x1,20m. Este sistema tiene el inconveniente de que dificulta la limpieza de las hojas. Las hojas correderas tienen el inconveniente de que limitan la apertura del hueco en su totalidad.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Vidrios		Interior	29
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Elaboración propia</i></p>
Nombre genérico	Doble acristalamiento		
Descripción general	Sustitución de vidrio sencillo por doble acristalamiento 5/8/4 (ext/cámara/int), aprovechando espesor de junquillo.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Doble acristalamiento 5/8/4		
Casas que comercializan	Cristalerías		
Datos	Precio (€/m ²)	43,36	
	Peso (kg/m ²)	-	
	Espesor (mm)	17 mm	
	Transmitancia térmica (W/m ² .K)	3,1	
	Transmisión luminosa (%)	81	
	Factor solar (%)	77	
	Índice de aislamiento ruido (dB)	32	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Carpintería / Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí / NO		
Recomendaciones	Se sustituye el acristalamiento sencillo por un doble acristalamiento aprovechando el espesor del junquillo, de unos 10mm. Este tipo de acristalamiento no es muy común en la actualidad aunque aún se fabrica. A pesar de que no se mejore la carpintería, dado que la superficie del vidrio es la mayoritaria, la mejora que supone la sustitución de éste es notable. Como los vidrios tienen distinto espesor, se mejora el aislamiento acústico.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Vidrios		Interior	30
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Elaboración propia</i></p>
Nombre genérico	Doble acristalamiento		
Descripción general	Sustitución de vidrio sencillo por doble acristalamiento 4be/8/4 (ext/cámara/int), aprovechando espesor de junquillo.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Doble acristalamiento 4 be/8/4		
Casas que comercializan	Cristalerías		
Datos	Precio (€/m ²)	62,46	
	Peso (kg/m ²)	-	
	Espesor (mm)	16 mm	
	Transmitancia térmica (W/m ² .K)	2,1	
	Transmisión luminosa (%)	68	
	Factor solar (%)	38	
	Índice de aislamiento ruido (dB)	33	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Carpintería / Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí / NO		
Recomendaciones	Se sustituye el acristalamiento sencillo por un doble acristalamiento aprovechando el espesor del junquillo, de unos 10mm. A pesar de que el tipo de acristalamiento no sea muy común, aún se fabrica. A pesar de que no se mejore la carpintería, dado que la superficie del vidrio es la mayoritaria, la mejora que supone la sustitución de éste es notable. La lámina bajo emisiva, ubicada en la cara interior del vidrio exterior, mejora sustancialmente el comportamiento del acristalamiento. Como los vidrios tienen distinto espesor, se mejora el aislamiento acústico.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Vidrios		Interior	31
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Elaboración propia</i></p>
Nombre genérico	Doble acristalamiento		
Descripción general	Sustitución de vidrio sencillo por doble acristalamiento 4/10/4 (ext/cámara/int), aprovechando espesor de junquillo.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Doble acristalamiento 4/10/4		
Casas que comercializan	Cristalerías		
Datos	Precio (€/m ²)	36,66	
	Peso (kg/m ²)	-	
	Espesor (mm)	18 mm	
	Transmitancia térmica (W/m ² .K)	3	
	Transmisión luminosa (%)	81	
	Factor solar (%)	77	
	Índice de aislamiento ruido (dB)	28	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Carpintería / Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí / NO		
Recomendaciones	Sustitución de acristalamiento sencillo por uno doble, aprovechando el espesor del junquillo, de unos 12mm. A pesar de que no se mejore la carpintería, dado que la superficie del vidrio es la mayoritaria, la mejora que supone la sustitución de éste es notable. Para mejorar el comportamiento acústico habría que colocar un vidrio de distinto espesor en una de las caras del acristalamiento.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Vidrios		Interior	32
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Elaboración propia</i></p>
Nombre genérico	Doble acristalamiento		
Descripción general	Sustitución de vidrio sencillo por doble acristalamiento 5be/10/4 (ext/cámara/int), aprovechando espesor de junquillo.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Doble acristalamiento 5be/10/4		
Casas que comercializan	Cristalerías		
Datos	Precio (€/m ²)	62,78	
	Peso (kg/m ²)	-	
	Espesor (mm)	20	
	Transmitancia térmica (W/m ² .K)	1,8	
	Transmisión luminosa (%)	67	
	Factor solar (%)	37	
	Índice de aislamiento ruido (dB)	33	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Carpintero / Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí / NO		
Recomendaciones	Sustitución de acristalamiento sencillo por uno doble aprovechando el espesor del junquillo, de unos 12mm. A pesar de que no se mejore la carpintería, dado que la superficie del vidrio es la mayoritaria, la mejora que supone la sustitución de éste es notable. La lámina bajo emisiva, ubicada en la cara interior del vidrio exterior, mejora sustancialmente el comportamiento del acristalamiento, a ello se le añade la mejora del comportamiento acústico por el uso de vidrios de distinto espesor.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Vidrios		Interior	33
Condiciones	Invierno		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Tesatape</i></p>
Nombre genérico	Doble "Capa"		
Descripción general	Lámina de PET y PE con adhesivo de acrilato, a disponer sobre carpintería existente y simular el efecto de doble acristalamiento.		
Casa comercial (web)	Tesa		
Nombre producto	Thermocover		
Casas que comercializan	Tesa		
Datos	Precio 1.20x1.20 m (€/ud)	5,05	
	Peso (kg/m ²)	-	
	Espesor (mm)	0,019	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	Sí	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Esta lámina soporta hasta 80°C, disponible en distintas medidas. La solución mejora el comportamiento en invierno, incrementando la resistencia térmica del acristalamiento (según el fabricante, reduce un 28% las transferencias en ventanas de acristalamiento sencillo y 13% en doble acristalamiento). No obstante, la durabilidad de la lámina se ve mermada por la radiación solar pudiendo llegar a amarillearse y reduciendo la transmisión lumínica.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Carpinterías		Interior	34
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Elaboración propia</i></p>
Nombre genérico	Burlete		
Descripción general	Tira, comúnmente de material plástico, que se dispone en puertas y ventanas para reducir las infiltraciones de aire a través de aquéllos.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Burlete		
Casas que comercializan	Existen numerosos fabricantes de burletes: tecseal, burlet-tecnic, coll-r,...		
Datos	Precio 1.20x1.20 m (€/ud)	1,0-6,5	
	Peso (kg/m ²)	-	
	Espesor (mm)	4-12	
	Reducción de infiltraciones	Depende modelo	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	En función del uso	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Esta solución es muy efectiva tanto en ventanas, balcones como puertas de acceso. Los hay de distintos tipos en función del tipo de junta, forma, número de cámaras y material.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Carpinterías		Interior	35
Condiciones	Invierno / verano		 <p>Fuente: OptimerSystem</p>
Nombre genérico	Aislante reflectante cajón de persianas		
Descripción general	Aislamiento reflectante para incorporar en el cajón de la persiana.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislante térmico reflexivo para cajón persianas		
Casas que comercializan	Aisrec, Actis, Prodex, Arelux, Aislatermic, Tecnol		
Datos	Precio (€/m ²)	8,95	
	Peso (kg/m ²)	-	
	Espesor (mm)	5 mm	
	Conductividad térmica (W/m.K)	-	
	Reflectancia (%)	70	
	Emisividad (%)	0,05	
	Resistencia al fuego	F	
Operativa	Permite presencia usuarios		
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	SÍ	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	SÍ	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
	Permiso propietario	NO	
Recomendaciones	Solución consistente en la colocación de lámina autoadhesiva reflectante en el cajón de la persiana para limitar las pérdidas y ganancias por radiación. Se puede adquirir con la lámina cortada a la dimensión de los cajones de persiana por lo que se facilita la colocación. Esta solución puede mejorarse con láminas de aluminio que llevan incorporadas distintas capas de aislamientos térmicos con los que, además de las propiedades radiantes, se reduce la transmisión térmica por conducción.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Vidrios y carpinterías		Interior	36
Condiciones	Invierno / verano		
Nombre genérico	Aislante cajón de persianas		
Descripción general	Aislamiento térmico (EPS, XPS, poliéster, corcho expandido,...) para incorporar en el frente interior del cajón de persianas.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislante térmico		
Casas que comercializan	Fabricantes de aislantes térmicos para bricolaje. Kömmerling comercializa un cajón de persiana aislante.		
Datos	Precio (€/m ²)	1,25	
	Peso (kg/m ²)	-	
	Espesor (mm)	>20mm	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,04	
	Reflectancia (%)	-	
	Emisividad (%)	-	
	Resistencia al fuego	Depende de aislante	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Solución consistente en la colocación de aislamiento térmico en el cajón de la persiana para limitar las pérdidas y ganancias a través de este elemento. Esta solución puede emplearse en combinación con la de aislamiento reflectante para reforzar el aislamiento térmico del cajón de la persiana.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Fuente: Jorge Sepúlveda

Vidrios y carpinterías		Interior	37
Condiciones	Invierno		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Moondream</i></p>
Nombre genérico	Cortinas		
Descripción general	Forro térmico de invierno para colocar en la cara exterior de las cortinas.		
Casa comercial (web)	Moondream		
Nombre producto	Forro térmico invierno		
Casas que comercializan	Moondream		
Datos	Precio (€/m ²)	9,23	
	Peso (kg/m ²)	0,1	
	Espesor (mm)	-	
	Reflectancia (%)	>	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Generan una cámara de aire hacia la que se refleja la radiación interior, reduciendo las pérdidas de energía en invierno. El forro dispone de una tira autoadhesiva y está constituido por una capa interna de reflexiva. El forro es 99.99% poliéster y 0.01% aluminio y de dimensión 135x240mm. Es conveniente retirarla en condiciones de verano ya que el calor generado en el interior de la vivienda quedaría "atrapado" en la misma.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Vidrios y carpinterías		Interior	38
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Moondream</i></p>
Nombre genérico	Cortinas		
Descripción general	Forro térmico verano/invierno de hilos metalizados		
Casa comercial (web)	Moondream		
Nombre producto	Forro térmico verano/invierno		
Casas que comercializan	Moondream		
Datos	Precio (€/m ²)	12,31	
	Peso (kg/m ²)	0,12	
	Espesor (mm)	-	
	Reflectancia (%)	>	
Operativa	Permite presencia usuarios	SÍ	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	SÍ	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	SÍ	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Forro que refleja la radiación proveniente tanto del interior como del exterior. Está formada por 99.97% poliéster y 0.03% de aluminio, sus dimensiones son de 135x240mm		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Vidrios y carpinterías		Interior	39
Condiciones	Invierno / verano	 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: Moondream</i></p>	
Nombre genérico	Cortinas		
Descripción general	Cortina opaca constituida por dos capas, una de ellas 100% poliéster. La otra 99.99% poliéster y 0.01% aluminio o de 99.97% de poliéster y 0.03% aluminio.		
Casa comercial (web)	Moondream		
Nombre producto	Cortina térmica verano/invierno		
Casas que comercializan	Existen muchas casas que comercializan cortinas térmicas		
Datos	Precio (€/m ²)	18-22,5	
	Peso (kg/m ²)	0,41	
	Espesor (mm)	-	
	Transmitancia térmica (W/m ² .K)	10-16	
Operativa	Permite presencia usuarios	SÍ	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	SÍ	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	SÍ	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Las dimensiones son de 145x260mm. El precio se incrementa con el contenido de aluminio. Es conveniente que sea de color claro para reflejar la máxima radiación posible en condiciones de verano. En el caso de cortinas opacas, sería conveniente disponer de doble cortina para permitir el paso de la luz durante el día. Existe una versión que permite el paso del 10% de la luz.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Vidrios y carpinterías		Interior	40
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: Moondream</i></p>
Nombre genérico	Cortinas		
Descripción general	Cortina opaca constituida por tres capas, una de ellas 100% lino. La segunda 99.99% poliéster y 0.01% aluminio y la tercera 50% acrílico y 50% poliéster.		
Casa comercial (web)	Moondream		
Nombre producto	Cortina térmica verano/invierno		
Casas que comercializan	Existen muchas casas que comercializan cortinas térmicas		
Datos	Precio (€/m ²)	58	
	Peso (kg/m ²)	0,66	
	Espesor (mm)	-	
	Transmitancia térmica (W/m ² .K)	10-16	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Las dimensiones son de 135x280mm. Este tipo de cortinas son opacas por lo que conviene mantener la cortina existente o colocar una doble cortina que permita el paso de la luz natural durante el día y manteniendo la privacidad de los usuarios.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Vidrios y carpinterías		Interior	41
Condiciones	Invierno / verano		
Nombre genérico	Cortinas		
Descripción general	Cortina reflectante constituida por lámina de aluminio.		
Casa comercial (web)	Wenko		
Nombre producto	Cortina reflectante		
Casas que comercializan	Wenko		
			<i>Fuente: Wenko</i>
Datos	Precio (€/m ²)	8,9	
	Peso (kg/m ²)	0,66	
	Espesor (mm)	-	
	Reflectancia (%)	50-70	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Cortina de aluminio de dimensiones 90x200 cm. Este tipo de cortinas limita las pérdidas y ganancias térmicas debido a sus características reflectantes.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

6.3 Protección solar

Estos tipos de soluciones son de gran interés especialmente en los climas de Barcelona, Madrid y Sevilla. Las medidas de protección solar se han organizado en dos grandes grupos en función de si se han de disponer en el exterior o en el interior; a pesar de las posibles dificultades en cuanto a la solicitud de permisos a la comunidad de vecinos de las protecciones solares exteriores, su mayor eficacia respecto a las interiores justifica que se introduzcan como soluciones a considerar en la rehabilitación exprés.

Como soluciones en el exterior se consideran los toldos, tanto los simples como los de capota, las persianas y las mallorquinas. De éstas, las dos últimas mejoran el comportamiento del hueco, no sólo en condiciones de verano, sino también en invierno.

Entre las soluciones de interior, se consideran la incorporación de fraileros y de postigos. La última sólo es de aplicación cuando la carpintería sea de madera.

Tabla 93. Resumen de soluciones de protección solar

Sistema	Producto	Precio	Peso (kg/ud)	Permeabilidad luz natural
Exterior	Toldo simple	300	1,2	Tejido y color
	Toldo capota	385	1,2	Tejido y color
	Persiana	82	3	Apertura
	Persiana de cadenilla	120 (pvc); 145 (madera)	2	Apertura y lama
	Mallorquina madera lamas	236	28,8	Inclinación lamas
	Mallorquina aluminio lamas	372	23	Inclinación lamas
	Mallorquina pvc lamas	447	14	Inclinación lamas
	Mallorquina madera tablas	224	30	Opaco
Interior	Frailero de lamas	132	30	Lamas o tablas / Orientación
	Frailero de pvc	220	14	Lamas o tablas / Orientación
	Postigo de madera	100	25	Opaco

Impermeabilidad	Especialización	Permiso Comunidad	Permiso Comunidad	Nº
Tejido	Especialista	SÍ / NO	SÍ	42
Tejido	Especialista	SÍ / NO	SÍ	43
NO	Bricolaje / Albañilería	SÍ / NO	SÍ	44
NO	Bricolaje	SÍ / NO	SÍ	45
NO	Bricolaje / Carpintería	SÍ / NO	SÍ	46
NO	Bricolaje / Carpintería	SÍ / NO	SÍ	47
NO	Bricolaje / Carpintería	SÍ / NO	SÍ	48
NO	Bricolaje / Carpintería	SÍ / NO	SÍ	49
NO	Bricolaje / Carpintería	NO	SÍ	50
NO	Bricolaje / Carpintería	NO	SÍ	51
NO	Carpintería	NO	SÍ	52

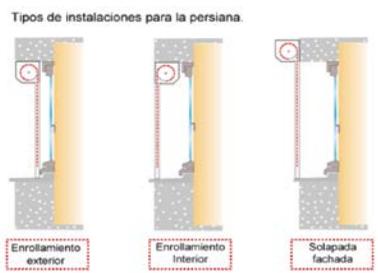
Protección solar		Exterior	42
Condiciones	Verano		
Nombre genérico	Toldo		
Descripción general	Toldo con dos soportes y estructura de aluminio, en color blanco, manual 1.5m y 0.8m de brazo, con tejido acrílico.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Toldo		
Casas que comercializan	Existen muchas empresas que distribuyen este tipo de toldos y que los instalan.		
Datos	Precio (€/m ²) para 1,20x1,20 m	300	
	Peso (kg/m ²)	1,2	
	Permeabilidad a la luz natural	Tejido y color	
	Impermeabilidad	Tejido	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	Sí / NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	<p>Los toldos limitan las ganancias térmicas en el interior de la edificación. En función de la orientación, la altura que cubra el toldo ha de ser menor o mayor para garantizar la menor incidencia en el vidrio. Es importante, separar el toldo de la fachada para permitir la circulación de aire entre ambos y emplear tejidos de color claro que reflejan la radiación solar y permiten el paso de la luz natural al interior de la edificación. Aunque los tonos muy claros se ensucian con facilidad especialmente en entornos urbanos.</p>		
Ubicaciones	Barcelona, Madrid y Sevilla		

Fuente: Gaviota Simbac

Protección solar		Exterior	43
Condiciones	Verano		
Nombre genérico	Toldo capota		
Descripción general	Toldo con estructura de aluminio y 0.70 m de brazo, con protecciones laterales. Tejido acrílico con 4 arcos.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Toldo capota		
Casas que comercializan	Existen muchas empresas que distribuyen este tipo de toldos y que los instalan.		
Datos	Precio (€/m ²)	385	
	Peso (kg/m ²)	1,2	
	Permeabilidad a la luz natural	Tejido y color	
	Impermeabilidad	Tejido	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	Sí / NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Los toldos limitan las ganancias térmicas en el interior de la edificación. En función de la orientación, la altura que cubra el toldo ha de ser menor o mayor para garantizar la menor incidencia en el vidrio. Es importante, separar el toldo de la fachada para permitir la circulación de aire entre ambos y emplear tejidos de color claro. Aunque los tonos muy claros se ensucian con facilidad especialmente en entornos urbanos.		
Ubicaciones	Barcelona, Madrid y Sevilla		

Fuente: Gaviota Simbac

Condiciones	Invierno / verano	
Nombre genérico	Persiana	
Descripción general	Conjunto conformado por persiana de aluminio térmica 45mm curva, cajón de aluminio mini, zócalo, guías, recogedor a cinta, pasacintas, topes, contera y eje.	
Casa comercial (web)	Genérico	
Nombre producto	Persiana	
Casas que comercializan	Existen muchas empresas que distribuyen este tipo de persianas y que las instalan.	
Datos	Precio (€/m ²) para 1,20x1,20 m	81,92
	Peso (kg/m ²)	3
	Permeabilidad a la luz natural	Apertura
	Impermeabilidad	NO
Operativa	Permite presencia usuarios	SÍ
	Limita futuras actuaciones	NO
	Posibilidad de eliminación	SÍ
	Periodicidad de reposición	NO
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Albañilería
	Puesta de obra sencilla	SÍ
	Licencia de obra	NO
Permiso Comunidad de Vecinos	SÍ / NO	
Permiso propietario	SÍ	
Recomendaciones	En este caso no es preciso aislar térmicamente el cajón de la persiana puesto que, hacia el interior, se encuentra la carpintería existente. Es importante realizar un buen sellado exterior para evitar la infiltraciones de humedad. Si se coloca por el exterior, la tapa superior del cajón de persiana ha de disponer de inclinación y goterón para escurrir el agua. Es importante considerar, por lo tanto, en ambos casos, la disposición del goterón.	
Ubicaciones	Todas las localidades	



Fuente: Mosquiterasbaratas

Protección solar		Exterior	45
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Elaboración propia</i></p>
Nombre genérico	Persiana de cadenilla		
Descripción general	Persiana de cadenilla de lamas de madera o de pvc.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Persiana de cadenilla		
Casas que comercializan	Existen muchas empresas que distribuyen este tipo de persianas y que las instalan.		
Datos	Precio (€/m ²) para 1,20x1,20 m	120 (pvc); 145 (madera)	
	Peso (kg/m ²)	2	
	Permeabilidad a la luz natural	Apertura y lama	
	Impermeabilidad	NO	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	Sí / NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Este tipo de persianas están disponibles en madera y en pvc, en distintos colores. Es recomendable un color claro para incrementar la reflectancia solar, y, mejor de madera por su mayor grado de aislamiento, aunque conlleva unos costes de mantenimiento, especialmente en climas secos. La persiana presenta una doble función evitando la incidencia de la radiación solar en verano pero también funciona como amortiguador térmico en invierno. Su instalación es sencilla.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Protección solar		Exterior	46
Condiciones	Invierno / verano		
Nombre genérico	Mallorquina		
Descripción general	Mallorquina de madera con lamas de madera fijas, de dos hojas abatibles.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Mallorquina / Contraventana veneciana de madera		
Casas que comercializan	Existen muchas empresas que distribuyen e instalan este tipo de mallorquinas.		<i>Fuente: Torinco</i>
Datos	Precio (€/m ²) para 1,20x1,20 m	235,8	
	Peso (kg/m ²)	28,8	
	Permeabilidad a la luz natural	Inclinación lamas	
	Impermeabilidad	NO	
Operativa	Permite presencia usuarios	SÍ	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	SÍ	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Carpintería	
	Puesta de obra sencilla	SÍ	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	SÍ / NO	
Permiso propietario	SÍ		
Recomendaciones	Esta solución aporta protección solar en condiciones de verano y reduce las transferencias térmicas del hueco en condiciones de invierno. La movilidad de las lamas permite regular la entrada de luz y de sol en cada momento del año, aunque encarece el coste.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Protección solar		Exterior	47
Condiciones	Invierno / verano		
Nombre genérico	Marquesina / Contraventana metálica		
Descripción general	Mallorquina exterior de aluminio o de acero lacado blanco de dos hojas, serie Europea, con lamas fijas.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Mallorquina / Contraventana veneciana metálica		
Casas que comercializan	Existen muchas empresas que fabrican, distribuyen e instalan este tipo de contraventanas		
Datos	Precio (€/m ²) para 1,20x1,20 m	372	
	Peso (kg/m ²)	23	
	Permeabilidad a la luz natural	Inclinación lamas	
	Impermeabilidad	NO	
Operativa	Permite presencia usuarios	SÍ	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	SÍ	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Carpintería	
	Puesta de obra sencilla	SÍ	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	SÍ / NO	
Permiso propietario	SÍ		
Recomendaciones	Esta solución aporta protección solar en condiciones de verano y reduce las transferencias térmicas del hueco en condiciones de invierno. La movilidad de las lamas permite regular la entrada de luz y de sol en cada momento del año, aunque encarece el coste. El presupuesto es de una contraventana de aluminio, de acero sería similar aunque el peso es mayor.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Fuente: Elaboración propia

Protección solar		Exterior	48
Condiciones	Invierno / verano	 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: Aragonesa de Cerramientos</i></p>	
Nombre genérico	Marquesina / Contraventana veneciana		
Descripción general	Mallorquina exterior de perfiles de pvc blanco con refuerzos interiores de acero galvanizado, de dos hojas, con lamas fijas.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Mallorquina / Contraventana veneciana pvc		
Casas que comercializan	Existen muchas empresas que fabrican, distribuyen e instalan este tipo de contraventanas		
Datos	Precio (€/m ²) para 1,20x1,20 m	447	
	Peso (kg/m ²)	14	
	Permeabilidad a la luz natural	Inclinación lamas	
	Impermeabilidad	NO	
Operativa	Permite presencia usuarios	SÍ	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	SÍ	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Carpintería	
	Puesta de obra sencilla	SÍ	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	SÍ / NO	
Permiso propietario	SÍ		
Recomendaciones	Esta solución aporta protección solar en condiciones de verano y reduce las transferencias térmicas del hueco en condiciones de invierno. La movilidad de las lamas permite regular la entrada de luz y de sol en cada momento del año, aunque encarece el coste (aprox. 511€).		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Protección solar		Exterior	49
Condiciones	Invierno / verano	 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Elaboración propia</i></p>	
Nombre genérico	Mallorquina		
Descripción general	Mallorquina de madera con tablas de madera fijas, de dos hojas abatibles.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Mallorquina de tablas de madera		
Casas que comercializan	Existen muchas empresas que distribuyen e instalan este tipo de mallorquinas		
Datos	Precio (€/m ²) para 1,20x1,20 m	224,0	
	Peso (kg/m ²)	30	
	Permeabilidad a la luz natural	NO	
	Impermeabilidad	NO	
Operativa	Permite presencia usuarios	SÍ	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	SÍ	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Carpintería	
	Puesta de obra sencilla	SÍ	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	SÍ / NO	
Permiso propietario	SÍ		
Recomendaciones	Esta solución aporta protección solar en condiciones de verano y reduce las transferencias térmicas del hueco en condiciones de invierno. En este caso, las tablas no permiten el paso de la luz natural ni del sol, impidiendo la regulación en función de los momentos del año. En este sentido, es más conveniente el uso de las contraventanas de lamas por las posibilidades de iluminación natural durante el día y, si éstas son móviles, se pueden cerrar por la noche en invierno limitando las transferencias térmicas, mientras que en verano permitiría la ventilación natural aún estando cerradas.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Protección solar		Interior	50
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Elaboración propia</i></p>
Nombre genérico	Frailero		
Descripción general	Frailero de madera barnizado para interior.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Frailero de madera		
Casas que comercializan	Existen muchas empresas que fabrican, distribuyen e instalan este tipo de fraileros		
Datos	Precio (€/m ²) para 1,20x1,20 m	132	
	Peso (kg/m ²)	30	
	Permeabilidad a la luz natural	Lamas o tablas / Orientación	
	Impermeabilidad	NO	
Operativa	Permite presencia usuarios	SÍ	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	SÍ	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Carpintería	
	Puesta de obra sencilla	SÍ	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	SÍ		
Recomendaciones	Los fraileros suelen ser opacos, no obstante, también podrían colocarse de lamas. Esta solución limita las transferencias térmicas, especialmente, durante el invierno. Durante el verano deberían ir acompañadas de un sistema de protección solar exterior. El precio respecto a la contraventana exterior es aproximadamente la mitad dado que necesita menor cantidad de herrajes y la puesta en obra es más sencilla.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Protección solar		Interior	51
Condiciones	Invierno / verano		 <p><i>Fuente: Rehabilitaciones Alcalá</i></p>
Nombre genérico	Frailero		
Descripción general	Frailero de pvc imitación madera para interior.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Frailero de pvc		
Casas que comercializan	Existen muchas empresas que fabrican, distribuyen e instalan este tipo de fraileros		
Datos	Precio (€/m ²) para 1,20x1,20 m	220	
	Peso (kg/m ²)	14	
	Permeabilidad a la luz natural	Lamas o tablas / Orientación	
	Impermeabilidad	NO	
Operativa	Permite presencia usuarios	SÍ	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	SÍ	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Carpintería	
	Puesta de obra sencilla	SÍ	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	SÍ		
Recomendaciones	Los fraileros suelen ser opacos, no obstante, también podrían colocarse de lamas. Esta solución limita las transferencias térmicas, especialmente, durante el invierno. Durante el verano deberían ir acompañadas de un sistema de protección solar exterior. El precio respecto a la contraventana exterior es aproximadamente la mitad dado que necesita menor cantidad de herrajes y la puesta en obra es más sencilla.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Protección solar		Interior	52
Condiciones	Invierno / verano		
Nombre genérico	Postigo		
Descripción general	Postigo de madera adaptable a ventanas de madera.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Postigo de madera		
Casas que comercializan	Existen muchas empresas que fabrican, distribuyen e instalan este tipo de postigos.		
Datos	Precio (€/m²) para 1,20x1,20 m	100	
	Peso (kg/m²)	25	
	Permeabilidad a la luz natural	NO	
	Impermeabilidad	NO	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Carpintería	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Los postigos sirven para reducir las pérdidas en invierno y limita las ganancias en verano, aunque deberían acompañarse de protecciones solares térmicas para esta estación. Este tipo de solución sólo es aplicable en ventanas de madera y, en caso de querer incorporarlo, es imprescindible contar con un carpintero que ajuste el postigo a la carpintería existente.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Fuente: Torino

6.4 Techos

Este apartado se organiza en tres grupos: reducción de la transmisión térmica cuando existan falsos techos o cuando los techos sean elevados y se pueda incorporar falso techo, trasdosados directos, colocación de aislamiento sobre el forjado de bajo cubierta y pintura térmica por el exterior de la cubierta. A ello se le añade una solución activa que consiste en la colocación de un ventilador solar que, gracias, al movimiento del aire, reduciría la sensación térmica en verano.

En cuanto a la primera, como se ha indicado, será de aplicación en aquellos casos en los que la vivienda disponga de falso techo, no siendo común éste excepto en las zonas húmedas (cocina y baños). Si se dispusiera de falso techo, se podría o desmontar y colocar un aislamiento fijado al forjado volviendo, posteriormente a instalar otro falso techo, o inyectar el aislante térmico por unas pequeñas perforaciones que deberían rematarse y obligarían a pintar la totalidad del techo. En el caso en el que no se disponga de falso techo y se disponga de suficiente altura en la vivienda, se podría instalar un aislamiento fijado mecánicamente y adherido al techo, cubriéndolo posteriormente o bien con una pintura, con un guarnecido y enlucido, con un trasdosado de cartón yeso o con un falso techo descolgado. En todos los casos, la limitación más importante es la altura de la vivienda, no obstante, estas soluciones se consideran interesantes en el caso de las viviendas de la última planta ya que las transferencias térmicas a través del forjado de cubierta o del tejado suelen ser elevadas.

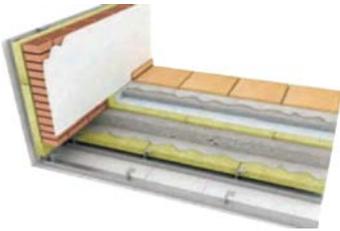
Adicionalmente, en el caso de disponer de forjado entre la vivienda de última planta y el tejado, esto es, de espacio bajo cubierta, se consideran también la colocación de aislantes térmicos sobre forjado, bien directamente o proyectados sobre el mismo. En ambos casos, se recomienda ir a espesores mayores de aislamiento por la fluencia que adquieran al cabo del tiempo. Este tipo de soluciones presentan múltiples ventajas sobre las anteriores ya que no se interviene en el interior de la vivienda, el coste de la solución es menor y se preserva la inercia térmica del forjado al interior de la vivienda eliminando los puentes térmicos generados por la tabiquería (comparándolo con una intervención desde el interior) así como el riesgo de condensaciones (aunque, en este caso, sería preciso realizar un estudio específico).

Complementariamente a los anteriores, se incorpora el pintado del tejado con pintura térmica, solución que también se podría realizar sobre una terraza, cuyo principal inconveniente es la necesidad de solicitar permiso a la comunidad de propietarios. Este tipo de pinturas, como se ha indicado anteriormente, presenta una reflexión muy elevada en el visible e infrarrojo cercano limitando las transferencias térmicas a través de la cubierta y reduciendo, con ello, considerablemente las cargas térmicas en verano. Esta solución ha de ir complementada con el refuerzo del aislamiento térmico del forjado de la última planta para evitar el incremento de pérdidas sobre la vivienda contigua en condiciones de invierno.

Tabla 94. Resumen de soluciones para techos

Sistema	Producto	Precio (€/m²)	Espesor (mm)	Peso (kg/m²)
Falso techo	Aislamiento bajo forjado	44,65	113	6
	Insuflado lana mineral	43,50	50	1,8-2,8
	Insuflado corcho	35,50	50	3-5
	Insuflado fibra de madera	44,50	50	1,5-2,5
	Insuflado celulosa	35,50	50	2-3
	Inyección EPS	47,50	50	0,8-1,0
Bajo cubierta	Soplado lana mineral	15,00	200	7-11
	Bajo cubierta	14,00	200	12-20
	Soplado fibra de madera	14,00	200	6-10
	Soplado celulosa	12,00	200	8-12
	Aislamiento sobre forjado	9,13	140	9,8
Trasdosado	Trasdosado EPS	42,70	45	4,6
	Trasdosado	52,20	45	4,6
	Trasdosado corcho	47,00	50	3,0-3,6
	Trasdosado Heraklith	35,20	50	13,5
	Trasdosado vidrio celular	46,10	50	20,3
Otros	Ventilador solar	99,95	-	1,6
Tejado	Pintura térmica	19-39	0.70	-

Resistencia térmica (m².K/W)	Presencia usuarios	Puesta en obra	Permiso Comunidad	Permiso Propietario	Nº
1,43	NO	Bricolaje / Albañilería	NO	SÍ	53
1,11-1,47	SÍ	Especialista autorizado	NO	SÍ	54
1-1,35	SÍ	Especialista autorizado	NO	SÍ	55
1,16-1,32	SÍ	Especialista autorizado	NO	SÍ	56
1,19-1,35	SÍ	Especialista autorizado	NO	SÍ	57
1,43-1,47	SÍ	Especialista autorizado	NO	SÍ	58
4,45	SÍ	Especialista autorizado	SÍ	NO	59
4,00	SÍ	Especialista autorizado	SÍ	NO	60
4,65	SÍ	Especialista autorizado	SÍ	NO	61
4,76	SÍ	Especialista autorizado	SÍ	NO	62
3,78	SÍ	Bricolaje	SÍ	NO	63
0,80	SÍ	Bricolaje	NO	SÍ	64
0,80	SÍ	Bricolaje	NO	SÍ	65
1,25-1,35	SÍ	Bricolaje	NO	SÍ	66
1,20	SÍ	Bricolaje	NO	SÍ	67
1,06	SÍ	Albañilería	NO	SÍ	68
-	SÍ	Bricolaje	NO	NO	69
-	SÍ	Especialista	SÍ	NO	70

Techos		Interior	53
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: Rockwool</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento bajo forjado		
Descripción general	Aislamiento térmico fijado mecánicamente a forjado en falso techo.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislamiento térmico adherido o fijado bajo forjado		
Casas que comercializan	Rockwool, Knauf, Isover,...		
Datos	Precio (€/m ²)	44,7	
	Peso (kg/m ²)	6	
	Espesor (mm)	113	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,039 (aislante)	
	Resistencia térmica (m ² .K/W)	1,43	
Operativa	Permite presencia usuarios	NO	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	SÍ	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Albañilería	
	Puesta de obra sencilla	SÍ	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	SÍ		
Recomendaciones	Este tipo de solución es muy eficaz en las viviendas de última planta o aquellas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas a través de dicho sistema constructivo en invierno, y limita las ganancias en verano. El espesor de la solución reduce la altura de la vivienda lo que perjudica el comportamiento en verano. Obliga al pintado (incluido) y a la reinstalación de los puntos de luz (10€ incluidos). En el caso de existir falso techo, habría de demolerlo previamente (7€/m ² , sin incluir).		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Techos		Interior	54
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: AislayAhorra</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento sobre el falso techo		
Descripción general	Incorporación de lana mineral insuflada en el falso techo existente.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislamiento térmico de lana mineral		
Casas que comercializan	Rockwool, Knauf, Isover,...		
Datos	Precio (€/m ²)	43,5	
	Peso (kg/m ²)	1,75-2,75	
	Espesor (mm)	50	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,034-0,045	
	Resist. térmica añadida (m ² .K/W)	1,11-1,47	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Incorporación de aislamiento por insuflado en cámara de aire de falso techo. Eficaz en las viviendas de última planta o aquéllas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas en invierno y verano. Es importante destacar que esta solución obliga al posterior pintado y, sobre todo, a la sustitución de los puntos de luz comunes por leds (10€ incluidos) para evitar incendios al calentarse las lámparas en contacto directo con el aislamiento.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Techos		Interior	55
Condiciones	Invierno / verano	 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: Barnacork</i></p>	
Nombre genérico	Aislamiento sobre el falso techo		
Descripción general	Incorporación de corcho insuflado en falso techo existente.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislamiento térmico de corcho		
Casas que comercializan	Amorim, Barnacork, Socyr,...		
Datos	Precio (€/m ²)	35,5	
	Peso (kg/m ²)	3-5	
	Espesor (mm)	50	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,037-0,050	
	Resist. térmica añadida (m ² .K/W)	1-1,35	
Operativa	Permite presencia usuarios	SÍ	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	SÍ	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Puesta de obra sencilla	SÍ	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	SÍ		
Recomendaciones	Incorporación de aislamiento por insuflado en cámara de aire de falso techo. Eficaz en las viviendas de última planta o aquéllas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas en invierno y verano. Es importante destacar que esta solución obliga al posterior pintado y, sobre todo, a la sustitución de los puntos de luz comunes por leds (10€ incluidos) para evitar incendios al calentarse las lámparas en contacto directo con el aislamiento.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Techos		Interior	56
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Steico SE</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento sobre el falso techo		
Descripción general	Incorporación de fibra de madera insuflada en el falso techo existente.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislamiento térmico de fibra de madera		
Casas que comercializan	Steico, Isocell		
Datos	Precio (€/m ²)	44,5	
	Peso (kg/m ²)	1,5-2,5	
	Espesor (mm)	50	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,038-0,043	
	Resist. térmica añadida (m ² .K/W)	1,16-1,32	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Incorporación de aislamiento por insuflado en cámara de aire de falso techo. Eficaz en las viviendas de última planta o aquéllas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas en invierno y verano. Es importante destacar que esta solución obliga al posterior pintado y, sobre todo, a la sustitución de los puntos de luz comunes por leds (incluido) para evitar incendios al calentarse las lámparas en contacto directo con el aislamiento.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Techos		Interior	57
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: AislayAhorra</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento sobre el falso techo		
Descripción general	Incorporación de celulosa insuflada en falso techo existente.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislamiento térmico de celulosa		
Casas que comercializan	Isocell, Steico, bioklima nature, Isofloc		
Datos	Precio (€/m ²)	35,5	
	Peso (kg/m ²)	2-3	
	Espesor (mm)	50	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,037-0,042	
	Resist. térmica añadida (m ² .K/W)	1,19-1,35	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	<p>Incorporación de aislamiento de celulosa por insuflado en cámara de aire de falso techo. Eficaz en las viviendas de última planta o aquellas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas en invierno y verano. Es importante destacar que esta solución obliga al posterior pintado y, sobre todo, a la sustitución de los puntos de luz comunes por leds (10€ incluidos) para evitar incendios al calentarse las lámparas en contacto directo con el aislamiento.</p>		
Ubicaciones	Todas las localidades		

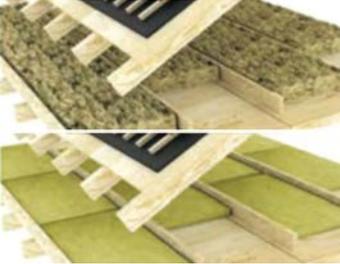
Techos		Interior	58
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Thermabeads</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento sobre el falso techo		
Descripción general	Incorporación de EPS grafito inyectado en falso techo existente.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislamiento térmico de EPS grafito		
Casas que comercializan	Thermabead, Isobead		
Datos	Precio (€/m ²)	47,5	
	Peso (kg/m ²)	0,8-0,95	
	Espesor (mm)	50	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,034-0,035	
	Resist. térmica añadida (m ² .K/W)	1,43-1,47	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Incorporación de aislamiento EPS grafito por inyección en cámara de aire de falso techo. Eficaz en las viviendas de última planta o aquellas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas en invierno y verano. Es importante destacar que esta solución obliga al posterior pintado y, sobre todo, a la sustitución de los puntos de luz comunes por leds (10€ incluidos) para evitar incendios al calentarse las lámparas en contacto directo con el aislamiento.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

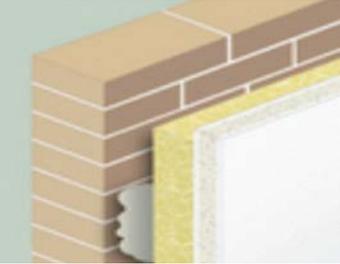
Techos		Interior	59
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: AislayAhorra</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento sobre forjado de bajo cubierta		
Descripción general	Incorporación de lana mineral soplada, de 20 cm de espesor, en el falso techo existente.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Lana mineral para soplar		
Casas que comercializan	Rockwool, Knauf, Isover,...		
Datos	Precio (€/m ²)	15	
	Peso (kg/m ²)	7-11	
	Espesor (mm)	200	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,045	
	Resist. térmica añadida (m ² .K/W)	4,45	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	Sí	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Este tipo de solución es muy eficaz en las viviendas de última planta o aquellas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas. Mejora el comportamiento de invierno y reduce las transferencias térmicas de verano. El espesor ha incorporar ha de ser el máximo posible (20-30 cm) porque con el tiempo aumenta la densidad y pierde prestaciones. Presenta la ventaja de su menor coste respecto a las intervenciones por el interior así como a su efectividad al eliminar puentes térmicos del forjado de bajo cubierta.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

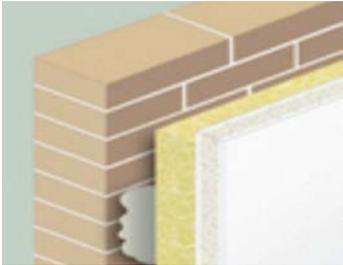
Techos		Interior	60
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: Barnacork</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento sobre forjado de bajo cubierta		
Descripción general	Incorporación de corcho soplado, de 20 cm de espesor, en forjado bajo cubierta.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislamiento térmico de corcho		
Casas que comercializan	Amorim, Socyr,...		
Datos	Precio (€/m ²)	14	
	Peso (kg/m ²)	12-20	
	Espesor (mm)	200	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,05	
	Resist. térmica añadida (m ² .K/W)	4,00	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	Sí	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Este tipo de solución es muy eficaz en las viviendas de última planta o aquellas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas. Mejora el comportamiento de invierno y reduce las transferencias térmicas de verano. El espesor ha incorporar ha de ser el máximo posible (20-30 cm) porque con el tiempo aumenta la densidad y pierde prestaciones. Presenta la ventaja de su menor coste respecto a las soluciones por el interior así como su mayor efectividad debido a la eliminación de los puentes térmicos a través del forjado de bajo cubierta.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Techos		Interior	61
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Elaboración propia</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento sobre forjado de bajo cubierta		
Descripción general	Incorporación de fibra de madera soplado, de 20 cm de espesor, en forjado bajo cubierta.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislamiento térmico de fibra de madera		
Casas que comercializan	Steico, Isocell		
Datos	Precio (€/m ²)	14	
	Peso (kg/m ²)	6-10	
	Espesor (mm)	200	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,043	
	Resist. térmica añadida (m ² .K/W)	4,65	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	Sí	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Este tipo de solución es muy eficaz en las viviendas de última planta o aquellas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas. Mejora el comportamiento de invierno y reduce las transferencias térmicas de verano. El espesor ha de ser el máximo posible (20-30 cm) porque con el tiempo aumenta la densidad y pierde prestaciones. Presenta la ventaja de su menor coste respecto a las actuaciones desde el interior y su mayor efectividad debido a la eliminación de los puentes térmicos a través del forjado de bajo cubierta.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Techos		Interior	62
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: AislayAhorra</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento sobre forjado de bajo cubierta		
Descripción general	Incorporación de celulosa soplada, de 20 cm de espesor, en falso techo existente.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislamiento térmico de celulosa		
Casas que comercializan	Isocell, Steico, bioklima nature, Isofloc		
Datos	Precio (€/m ²)	12	
	Peso (kg/m ²)	8-12	
	Espesor (mm)	200	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,042	
	Resist. térmica añadida (m ² .K/W)	4,76	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista autorizado	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	Sí	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Este tipo de solución es muy eficaz en las viviendas de última planta o aquéllas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas. Mejora el comportamiento de invierno y reduce las transferencias térmicas de verano. El espesor ha de ser el máximo posible (20-30 cm) porque con el tiempo aumenta la densidad y pierde prestaciones. Presenta la ventaja de su menor coste respecto a las actuaciones desde el interior así como su mayor efectividad al eliminar los puentes térmicos a través del forjado de bajo cubierta.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Techos		Interior	63
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: Rockwool</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento sobre forjado de bajo cubierta		
Descripción general	Colocación de manta de aislante térmico en forjado de bajo cubierta.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislamiento térmico extendido en forjado		
Casas que comercializan	Rockwool, Isover, Basf, Unipol, Iso-Envas, Amorim, Isocell, Steico,...		
Datos	Precio (€/m ²)	9,13	
	Peso (kg/m ²)	10	
	Espesor (mm)	140	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,037	
	Resist. térmica añadida (m ² .K/W)	3,78	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	Sí	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Este tipo de solución es muy eficaz en las viviendas de última planta o aquellas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas. Presenta la ventaja de su menor coste y efectividad al reducir puentes térmicos. Comúnmente se emplea lana mineral pudiendo, en su lugar, emplearse cualquier tipo de aislamiento térmico que permita el paso de vapor de agua a su través (no XPS, vidrio celular...).		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Techos		Interior	64
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Pladur</i></p>
Nombre genérico	Trasdosado directo EPS		
Descripción general	Trasdosado interior con sistema de placas de yeso laminado con aislante térmico de poliestireno expandido incorporado.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Trasdosado de placa de yeso laminado con aislamiento EPS 30 mm		
Casas que comercializan	Pladur, Knauf, Placo		
Datos	Precio (€/m ²)	42,7	
	Peso (kg/m ²)	4,6	
	Espesor (mm)	45	
	Resist. térmica añadida (m ² .K/W)	0,80	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Este tipo de solución es muy eficaz en las viviendas de última planta o aquéllas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas en invierno y limita las ganancias en verano. El espesor de la solución reduce la altura de la vivienda lo que perjudica el comportamiento en verano. Obliga al pintado (incluido) y a la reinstalación de los puntos de luz modificándolos con leds (10€ incluidos). En el caso de existir falso techo, habría de demolerlo (7€/m ²). Se recomienda fijar mecánicamente las placas para garantizar la seguridad.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Techos		Interior	65
Condiciones	Invierno / verano		 <p>Fuente: Pladur</p>
Nombre genérico	Trasdosado directo lana mineral		
Descripción general	Trasdosado interior con sistema de placas de yeso laminado con aislante térmico de lana de roca incorporado.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Trasdosado de placa de yeso laminado con lana roca 30 mm		
Casas que comercializan	Pladur, Knauf, Placo		
Datos	Precio (€/m ²)	52,2	
	Peso (kg/m ²)	4,6	
	Espesor (mm)	45	
	Resist. térmica añadida (m ² .K/W)	0,80	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	<p>Solución muy eficaz en las viviendas de última planta o aquellas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas en invierno y las ganancias en verano. El espesor de la solución reduce la altura de la vivienda lo que perjudica el comportamiento en verano. Obliga al pintado (incluido) y a la reinstalación de los puntos de luz modificándolos con leds (10€ incluidos). En el caso de existir falso techo, habría de demolerlo (7€/m²). Se recomienda fijar mecánicamente las placas por seguridad. La lana mineral presenta mejor comportamiento al fuego que el de EPS.</p>		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Techos		Interior	66
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: Barnacork</i></p>
Nombre genérico	Trasdosado directo corcho		
Descripción general	Trasdosado interior con corcho natural negro. El corcho se puede dejar a la vista, trasdosarlo con placa decorativa de 6.5mm o pintarlo (con pintura resistente a los taninos).		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Corcho negro natural		
Casas que comercializan	Amorim (Portugal). Existen distribuidores en toda la península: Barnacork, Biohaus, MadridForest, LeroyMerlin		
Datos	Precio (€/m ²)	47,0	
	Peso (kg/m ²)	3-3,6	
	Espesor (mm)	50	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,037-0,040	
	Resist. térmica añadida (m ² .K/W)	1,25-1,35	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Este tipo de solución es muy eficaz en las viviendas de última planta o aquellas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas en invierno y verano. El espesor de la solución reduce la altura de la vivienda y su disposición hacia el interior (perdiendo inercia térmica) perjudica el comportamiento en verano. Obliga a la reinstalación de los puntos de luz modificándolos con leds (10€ incluidos). En el caso de existir falso techo, habría de demolerlo previamente (7€/m ²). Se ha considerado el pintado de la superficie en el coste.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Techos		Interior	67
Condiciones	Invierno / verano		 <p>Fuente: Heraklith</p>
Nombre genérico	Trasdosado directo virutas madera		
Descripción general	Trasdosado interior con panel conglomerado con cemento blanco o cemento gris y virutas de madera, con aislamiento térmico de EPS o lana mineral incorporado en parte posterior.		
Casa comercial (web)	Heraklith / Fibralth		
Nombre producto	Heraklith combi / Fibralth combi		
Casas que comercializan	Knauf		
Datos	Precio (€/m ²)	35,2	
	Peso (kg/m ²)	13,5	
	Espesor (mm)	50	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,09	
	Resist. térmica añadida (m ² .K/W)	1,20	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Este tipo de solución es muy eficaz en las viviendas de última planta o aquéllas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas en invierno y verano. El espesor de la solución reduce la altura de la vivienda lo que perjudica el comportamiento en verano. Obliga a la reinstalación de los puntos de luz modificándolos con leds (10€ incluidos). En el caso de existir falso techo, habría de demolerlo previamente (7€/m ²). Esta solución se podría dejar a la vista sin necesidad de pintar.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Techos		Interior	68
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Foamglass</i></p>
Nombre genérico	Trasdosado directo vidrio celular		
Descripción general	Trasdosado interior con vidrio celular, conformado por dos placas de 20 mm de espesor contrapeadas, guarnecido y enlucido de yeso y pintado.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Vidrio celular		
Casas que comercializan	Foamglass, Foamlime, Polydros		
Datos	Precio (€/m ²)	46,1	
	Peso (kg/m ²)	20,3	
	Espesor (mm)	50	
	Resist. térmica (m ² .K/W)	1,06	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Albañilería	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Este aislamiento funciona como barrera de vapor, es muy eficaz en las viviendas de última planta o aquéllas en contacto con locales no calefactados, ya que reduce las transferencias térmicas a través de dicho sistema constructivo tanto en verano como en invierno. El espesor de la solución reduce la altura de la vivienda lo que perjudica el comportamiento en verano. Obliga al guarnecido y enlucido de la superficie, con el posterior pintado (incluido) así como a la reinstalación de los puntos de luz modificándolos con leds (10€ incluidos). En el caso de existir falso techo, habría de demolerlo (7€/m ²).		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Techos		Interior	69
Condiciones	Verano		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Beckmann</i></p>
Nombre genérico	Ventilador solar		
Descripción general	Ventilador solar accionado con panel solar de energía fotovoltaica de 26x21 cm. El ventilador, de 15 cm, tiene un volumen de flujo de aire de 144 m³/h. Tiene cable de 3.5 metros.		
Casa comercial (web)	Beckmann SLV		
Nombre producto	Solar-Umluftventilator		
Casas que comercializan	Beckmann SLV		
Datos	Precio (€)	99,95	
	Peso (kg)	1,6	
	Consumo	-	
	Flujo de aire (m³/h)	144	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	La disposición de ventiladores en el techo favorece el movimiento del aire caliente en verano y mejora el confort. Al mismo tiempo, el hecho de abastecerse de energía renovable implica que no precise de consumo de energía para su funcionamiento.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Techos		Exterior	70
Condiciones	Verano		 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: Arelux</i></p>
Nombre genérico	Pintura en cubierta		
Descripción general	Pintado de la superficie de cubierta con pintura blanca reflectante.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Pintura térmica para exteriores		
Casas que comercializan	Arelux, Nanocapa Technologies, Thcoat, Sopgal,...		
Datos	Precio (€/m ²)	19-39	
	Espesor mínimo recomendado	0,70	
	Color	Blanco	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,0332-0,056	
	Reflectancia visible 250-780 nm (%)	88-95	
	Reflex. Infr. cercano 780-2500 nm (%)	95	
	Emisividad (%)	85	
	Vehículo	Acrílicos	
	Aglutinante	Elastómeros	
	Diluyente	Agua	
	Secado al tacto	30-60 min	
	Secado total	12 horas - 21 días	
	Impermeabilizante	Sí	
Operativa	Permiso propietario	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	NO	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Especialista	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	Sí	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Pintado de la superficie exterior con dos o tres capas de pintura reflectante. Disminuye las cargas térmicas en condiciones de verano, reduciendo las transferencias térmicas a través de la cubierta a la vivienda de última planta. Esta solución ha de ir complementada con una mejora de la transferencia térmica mediante colocación de aislamiento en la última planta para que no se perjudique el comportamiento en invierno.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

6.5 Suelos

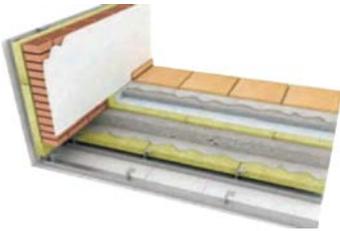
En esta sección se recogen dos tipos de soluciones que podríamos denominar: fijas y con intervención activa del usuario. En el caso de las primeras se trataría de incorporar aislamiento térmico a los suelos, bien levantando las capas hasta llegar al forjado y reponiéndolas posteriormente, o bien colocando las nuevas capas sobre lo existente. La primera implica que los usuarios no podrían ocupar la vivienda durante la intervención y, en ambos casos, sería preciso proceder a reponer el rodapié y cortar la altura de todas las puertas de paso, limitando, al mismo tiempo, la altura de las viviendas que normalmente suele ser ajustada. En ambos casos, sería de interés cuando la vivienda está en contacto con un espacio no habitado y, especialmente, con el exterior. A pesar de ello, la actuación es más eficaz y menos costosa cuando se efectúa por la cara inferior del forjado. Junto con éstas se incorpora una solución muy adoptada en reformas consistente en la incorporación de tarima. Esta solución se desaconseja debido a que mejora la sensación térmica en invierno, pero perjudica notablemente el comportamiento de la vivienda en verano debido a la pérdida de la inercia térmica del suelo, más aún en el escenario de aumento de las temperaturas que tenemos y aumentará en un futuro inmediato.

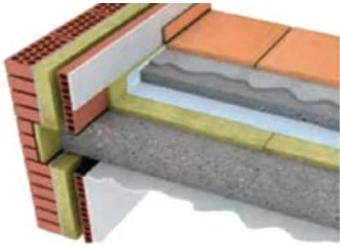
En el grupo de medidas temporales se consideran las alfombras. Se trata de una solución tradicional y eficaz de cara a mejorar la temperatura radiante del suelo en condiciones de invierno. Presenta la ventaja de que, debido a que se trata de un elemento móvil, se puede, y se debe, retirar en condiciones de verano para aprovechar la inercia térmica del suelo cuando éste es de naturaleza pétreo (cerámica, baldosa hidráulica, piedra, hormigón...).

Tabla 95. Resumen de soluciones para suelos

Sistema	Producto	Precio	Peso (kg/m ²)	Espesor (mm)
Falso techo	Sobre existente s/levantamiento	91,24	81,5	85
	Sobre forjado c/levantamiento	108,93	81,5	85
	Colocación de tarima	38,89	6,0	11
Bajo cubierta	Alfombra de poliéster	14,00	3,0	10
	Alfombra de algodón	22,92	2,0	15
	Alfombra de lana	52,82	2,5	9
	Alfombra de sisal	68,00	2,3	5

Conductividad térmica (W/m.K)	Resistencia térmica	Especialización	Permiso Comunidad	Permiso Propietario	Nº
0,035-0,041	0,86-0,73	Albañilería	NO	SÍ	71
0,035-0,041	0,86-0,73	Albañilería	NO	SÍ	72
0,22	0,05	Bricolaje / Carpintería	NO	SÍ	73
0,38	0,03	Bricolaje	NO	NO	74
0,33	0,05	Bricolaje	NO	NO	75
0,28	0,03	Bricolaje	NO	NO	76
0,48	0,01	Bricolaje	NO	NO	77

Suelos		Interior	71
Condiciones	Invierno		 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: Rockwool</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento sobre forjado sin levantamiento		
Descripción general	Aislamiento de 30 mm a colocar sobre pavimento existente, capa de compresión y solado de baldosa cerámica.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislamiento sobre pavimento existente		
Casas que comercializan	Basf, Ursa, Chova, Texsa, Danosa, Efyos, Fibran, Knauf, Isover, Rockwool, etc.		
Datos	Precio (€/m ²)	91,24	
	Peso (kg/m ²)	81,5	
	Espesor (mm)	85	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,035-0,041	
	Identificación frente fuego	-	
Operativa	Permite presencia usuarios	NO	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	NO	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Albañilería	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Esta solución mejora la transmisión térmica a través del suelo pero su ejecución presenta una gran complejidad (menor que la solución de desmontar solado y plastón). Requiere la demolición de los rodapiés, la introducción de una capa de aislamiento intermedio, capa de compresión, solado y rodapié nuevo. Como la altura acabada se modifica, es preciso cortar la altura de todas las puertas (incluido en precio de partida).		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Suelos		Interior	72
Condiciones	Invierno / verano		 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: Rockwool</i></p>
Nombre genérico	Aislamiento sobre forjado		
Descripción general	Aislamiento de lana mineral de 30 mm a disponer sobre forjado con reconstitución de solado.		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislamiento sobre forjado de lana mineral		
Casas que comercializan	Basf, Ursa, Chova, Texsa, Danosa, Efyos, Fibrán, Knauf, Isover, Rockwool, etc.		
Datos	Precio (€/m ²)	108,93	
	Peso (kg/m ²)	81,5	
	Espesor (mm)	85	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,035-0,041	
	Identificación frente fuego	-	
Operativa	Permite presencia usuarios	NO	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	NO	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Albañilería	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	Este tipo de solución es recomendable en plantas primeras en contacto con ambientes exteriores (aunque es más efectivo la disposición del aislamiento por el exterior- techos). No obstante, su complejidad desaconseja su consideración en este tipo de intervenciones. Conlleva la demolición de los rodapiés y de las capas hasta llegar al forjado, colocación de aislamiento térmico, capa de compresión y solado (incluido en precio). Es muy probable que la altura final se modifique, habría que cortar la altura de todas las puertas (incluido). Existen placas comerciales que permiten no colocar capa de compresión, con el considerable ahorro de su espesor.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Suelos		Interior	73
Condiciones	Invierno		 <p>Fuente: Maderascasais</p>
Nombre genérico	Tarima flotante		
Descripción general	Disposición de tarima flotante sobre pavimento existente		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Aislamiento sobre forjado de lana mineral		
Casas que comercializan	Quick-step, Finsa, Eko-wood, Floorline, Witex, Pergo, Amorim, etc.		
Datos	Precio (€/m ²)	38,89	
	Peso (kg/m ²)	6	
	Espesor (mm)	11	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,22	
	Identificación frente fuego	D-s1	
Operativa	Permite presencia usuarios	NO	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje / Carpintería	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	Sí		
Recomendaciones	<p>Esta solución mejora el comportamiento en condiciones de invierno pero perjudica sustancialmente el comportamiento en verano. Teniendo en cuenta la previsión de incremento de temperaturas, se desaconseja su ejecución.</p> <p>Dado que la altura de la vivienda se modifica, sería preciso desmontar el rodapié, reparar la altura de las puertas y colocar un rodapié nuevo (incluido en precio de partida).</p>		
Ubicaciones	A Coruña		

Suelos		Interior	74
Condiciones	Invierno		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Mundoalfombra</i></p>
Nombre genérico	Alfombra		
Descripción general	Alfombra de fieltro de poliéster		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Alfombra de poliéster		
Casas que comercializan	Existen numerosas empresas que fabrican alfombras		
Datos	Precio (€/m ²)	14	
	Peso (kg/m ²)	3	
	Espesor (mm)	10	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,38	
	Identificación frente fuego	Humo negro, fuerte olor plástico	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Este tipo de solución tiene efecto en la mejora de la sensación térmica del espacio donde se dispone. Es efectiva para condiciones de invierno habiéndose de quitar con la llegada del tiempo estival.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Suelos		Interior	75
Condiciones	Invierno		 <p style="text-align: center;"><i>Fuente: Aqdecoracion</i></p>
Nombre genérico	Alfombra		
Descripción general	Alfombra de tejido plano, 100% algodón		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Alfombra de algodón		
Casas que comercializan	Existen numerosas empresas que fabrican y comercializan alfombras		
Datos	Precio (€/m ²)	22,92	
	Peso (kg/m ²)	2	
	Espesor (mm)	15	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,33	
	Identificación frente fuego	Llama uniforme, olor hojas	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Este tipo de solución tiene efecto en la mejora de la sensación térmica del espacio donde se dispone. Es efectiva para condiciones de invierno habiéndose de quitar con la llegada del tiempo estival.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Suelos		Interior	76
Condiciones	Invierno		 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: Mundoalfombra</i></p>
Nombre genérico	Alfombra		
Descripción general	Alfombra de tejido plano, base de yute y algodón, hilatura 100% lana		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Alfombra de lana		
Casas que comercializan	Existen numerosas empresas que fabrican y comercializan alfombras		
Datos	Precio (€/m ²)	52,82	
	Peso (kg/m ²)	2,5	
	Espesor (mm)	9	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,28	
	Identificación frente fuego	Olor pelo quemado, ceniza blanca	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Este tipo de solución tiene efecto en la mejora de la sensación térmica del espacio donde se dispone. Es efectiva para condiciones de invierno habiéndose de quitar con la llegada del tiempo estival.		
Ubicaciones	Todas las localidades		

Suelos		Interior	77
Condiciones	Invierno		 <p style="text-align: right;"><i>Fuente: Mundoalfombra</i></p>
Nombre genérico	Alfombra de sisal		
Descripción general	Alfombra de sisal con base de espuma de látex		
Casa comercial (web)	Genérico		
Nombre producto	Alfombra de sisal		
Casas que comercializan	Existen numerosas empresas que fabrican y comercializan alfombras		
Datos	Precio (€/m ²)	68	
	Peso (kg/m ²)	2,3	
	Espesor (mm)	5	
	Conductividad térmica (W/m.K)	0,48	
	Identificación frente fuego	Olor cuerno quem; cen. oscuras	
Operativa	Permite presencia usuarios	Sí	
	Limita futuras actuaciones	NO	
	Posibilidad de eliminación	Sí	
	Periodicidad de reposición	NO	
	Especialización de mano de obra	Bricolaje	
	Puesta de obra sencilla	Sí	
	Licencia de obra	NO	
	Permiso Comunidad de Vecinos	NO	
Permiso propietario	NO		
Recomendaciones	Este tipo de solución tiene efecto en la mejora de la sensación térmica del espacio donde se dispone. Es efectiva para condiciones de invierno habiéndose de quitar con la llegada del tiempo estival.		
Ubicaciones	Todas las localidades		



Parte III

Simulación energética de estado actual y aplicación de soluciones

En este apartado se recoge la evaluación, mediante simulación energética, de una serie de medidas seleccionadas del catálogo de soluciones desarrollado en el apartado 6 de este documento y conforme a las recomendaciones de actuación establecidas en el apartado 5 de análisis climático.

7. Selección de casos de estudio

8. Evaluación teórica simulada de la eficiencia energética de las soluciones en cuanto a demanda y tiempos de mantenimiento de confort en las viviendas de Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla

7. Selección de casos de estudio

Para la simulación energética del estado inicial, y tras la aplicación de las medidas de bajo coste, se ha seleccionado un edificio en bloque representativo de las tramas urbanas de periferia, construidas entre 1960 y 1980 en muchas ciudades españolas. Este tipo de edificios suele tener un comportamiento energético poco eficiente y acoge en un porcentaje elevado hogares con niveles de renta por debajo de la media.

El objetivo de la simulación es determinar el impacto en la reducción del consumo energético y en la mejora del bienestar térmico de cada una de las medidas propuestas

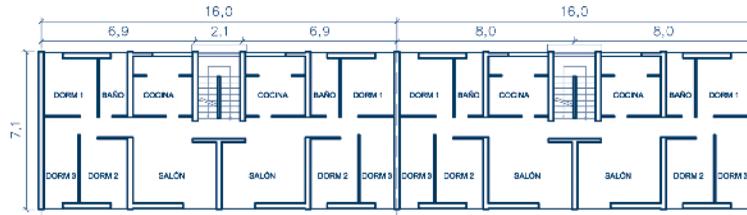
7.1 Definición geométrica de la tipología edificatoria seleccionada: el bloque lineal

La tipología arquitectónica es de bloque lineal aislado, con orientación norte – sur, de cinco plantas, con dos viviendas por planta. Las viviendas se distribuyen en tres escaleras y tienen distribución pasante de norte a sur, con dos dormitorios y salón orientados a sur y cocina, baño y un dormitorio a norte.

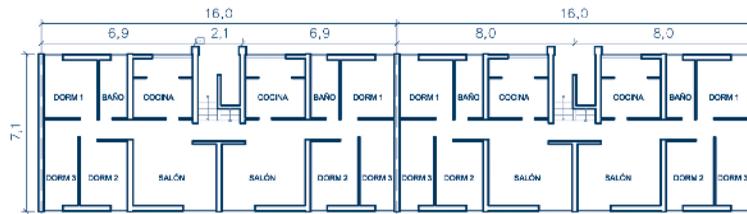
Figura 45. Planos del bloque lineal tipo

Fuente: Elaboración propia

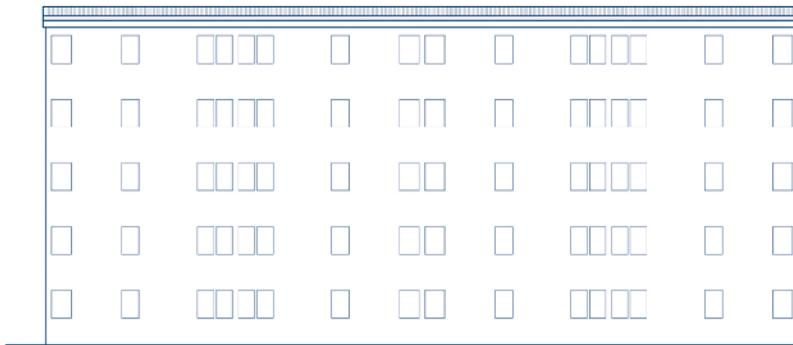
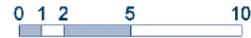




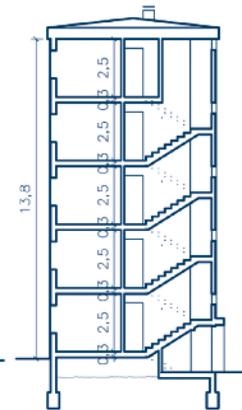
PLANTA TIPO



PLANTA BAJA



ALZADO PRINCIPAL



SECCIÓN POR NÚCLEO DE COMUNICACIÓN

7.2 Características constructivas

En este apartado, se expone el sistema constructivo de los principales componentes de la envolvente del bloque. Tal y como se ha expresado anteriormente, estas viviendas fueron construidas antes de la primera reglamentación térmica (NBE-CT-79) y por tanto sus propiedades térmicas tienden a ser deficientes. En la Tabla 104 se muestra una breve descripción de cada uno de los cerramientos de las viviendas seleccionadas, junto con los valores de transmitancia de los mismos.

Elemento	Composición	[W/m ² .K]
Fachada	1 pie de ladrillo perforado + cámara 5 cm + rasilla	1,7
Forjados	Unidireccional bovedillas de hormigón (20cm) + solado	2,12
Cubierta	Plana con formación de pendientes	2,18
Ventanas	Vidrio sencillo (6 mm) Carpintería de aluminio sin rotura de puente térmico	5,78 2,29
Particiones interiores	Tabique Ladrillo Hueco Sencillo	5,26
Particiones entre viviendas	Tabique Ladrillo Hueco Doble	1,84

Tabla 96. Definición constructiva de los cerramientos del bloque tipo analizado y propiedades térmicas

Fuente: Elaboración propia

8. Evaluación teórica simulada de la eficiencia energética de las soluciones en cuanto a demanda y tiempos de mantenimiento de confort en las viviendas de Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla.

8.1 Método de evaluación energética de las viviendas

8.1.1 Evaluación de la demanda de energía anual para calefacción y refrigeración.

En este apartado se expone el método por el cual se ha llevado a cabo la evaluación energética de las viviendas seleccionadas.

8.1.1.1 Simulación térmica dinámica con Energy Plus

La evaluación de la demanda de energía de las viviendas se ha realizado mediante una simulación térmica dinámica llevada a cabo con el programa de cálculo Energy Plus en su versión 8.1. Este programa ha sido desarrollado por el Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE) y constituye uno de los programas más potentes de cálculo térmico centrados en la evaluación energética de edificios (US Department of Energy, 2014).

8.1.1.2 Datos climáticos

Para llevar a cabo la simulación térmica dinámica, se han empleado los datos climáticos horarios de las ciudades seleccionadas: A Coruña, Barcelona, Madrid y Sevilla. Estos datos climáticos se han obtenido de los archivos climáticos de las bases de datos IWEC - International Weather for Energy Calculations (ASHRAE, 2001) y Spanish Weather for Energy Calculations (SWEC) que contienen la información climática horaria de un año tipo.

8.1.1.3 Modelización geométrica de las viviendas

En primer lugar, y puesto que el interés de este trabajo es conocer las necesidades energéticas de cada uno de los hogares, la unidad de estudio considerada ha sido la vivienda. Por ello, se ha analizado el bloque y se han seleccionado las viviendas más representativas.

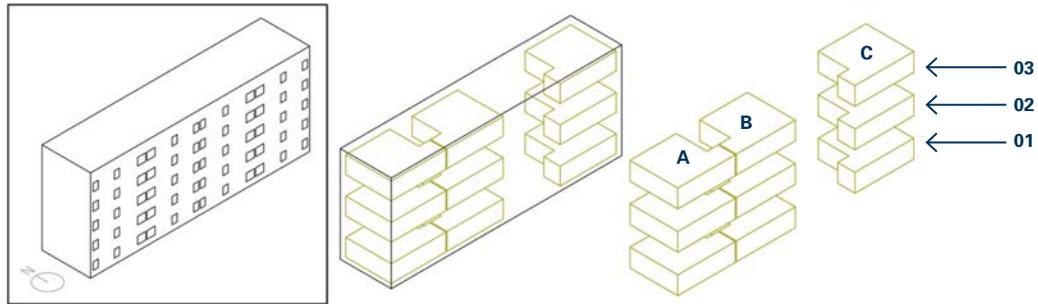


Figura 46. Esquema explicativo de las viviendas estudiadas del bloque objeto de estudio.

Fuente: Elaboración propia

El elemento diferenciador principal entre unas y otras ha sido su grado de exposición al exterior, es decir, la cantidad de envoltente expuesta a las condiciones climáticas exteriores. Por ello, se han seleccionado del bloque lineal tres viviendas por planta, dos de ellas en contacto con los testeros (A y C) y otra interior (B) por tres plantas consideradas como principales; la planta baja (01), una planta intermedia (02) y la última planta en contacto con la cubierta (03).

8.1.1.4 Parámetros ocupacionales

Se ha considerado una zona térmica para cada una de las viviendas, de tal modo que las condiciones de temperatura del aire de toda la vivienda se consideran homogéneas a nivel de cálculo.

Los parámetros ocupacionales relativos a las cargas internas y uso de la ventilación y temperatura de los termostatos para el cálculo de la demanda de energía se han fijado de acuerdo con los utilizados por el programa establecido para la verificación normativa relativa a la eficiencia energética de los edificios, la Herramienta Unificada Lider-Calener (Ministerio de Fomento, 2013).

Para el cálculo de los caudales de aire dentro del edificio se ha empleado la hipótesis recogida en la herramienta de calificación energética de edificios existentes, CE3, en la cual se consideran tanto los caudales de renovación de aire correspondientes a los exigidos por el Código Técnico de la Edificación en su documento DB HS3 relativo a la calidad del aire interior (Ministerio de Fomento, 2013), así como las infiltraciones producidas a través de la envoltente, conforme se recoge en el Anexo II del Manual de fundamentos técnicos de calificación energética de edificios existentes (Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, 2012).

Además de lo anterior, la Herramienta Unificada para la verificación del documento básico HE del CTE y la certificación energética de edificios, incorpora una ventilación natural de las viviendas durante las noches en el período de verano.

8.1.2 Evaluación de las mejoras en la demanda de energía, consumo energético y bienestar térmico de las viviendas

El desarrollo de los casos de estudio se ha estructurado según las viviendas seleccionadas en el edificio tipo. Se ha supuesto su ubicación en cada una de las localidades analizadas (A Coruña, Barcelona, Madrid y Sevilla). Además, se ha realizado la simulación considerando, en el estado inicial, un muro monocapa (1 pie de ladrillo perforado) y un muro multicapa (1/2 pie de ladrillo perforado + cámara de aire 50 mm + rasillón), por ser los sistemas constructivos más representativos de los casos.

Posteriormente se ha realizado la evaluación del comportamiento térmico de cada una de las viviendas para cada una de las medidas consideradas. Dichas medidas son las siguientes:

- Paramentos: Aislamiento del muro con EPS (0,038 – 0,043 W/mK).
 - Para el muro monocapa se ha considerado un trasdosado interior con placa de yeso y EPS de 50 mm ($e=0,05+0,015$).
 - Para el muro multicapa se ha considerado el relleno de la cámara de aire con EPS granulado.
- Techos: Trasdoso techo con placa de yeso y EPS de 30 mm ($e= 0,03+0,015$). Esta medida se ha incorporado únicamente en las viviendas de última planta.
- Techos: Pintura exterior de color blanco en cubierta. Esta medida se ha incorporado en las cubiertas de las viviendas de última planta. En A Coruña no se ha aplicado esta medida, al no existir demanda de refrigeración para esta localidad.
- Carpinterías: Sustitución vidrios (6/8/4be)
- Carpinterías: Sustitución de carpintería por una de aluminio con rotura de puente térmico y vidrios (4/15/6be)
- Carpinterías: Colocación de burletes.
- Protección solar: Toldo simple exterior en los meses cálidos. En A Coruña no se ha implementado esta medida, al no existir demanda de refrigeración para esta localidad.

Con la combinación de todas las variables y medidas anteriormente descritas el esquema del desarrollo y evaluación de los casos de estudio queda de la siguiente manera:

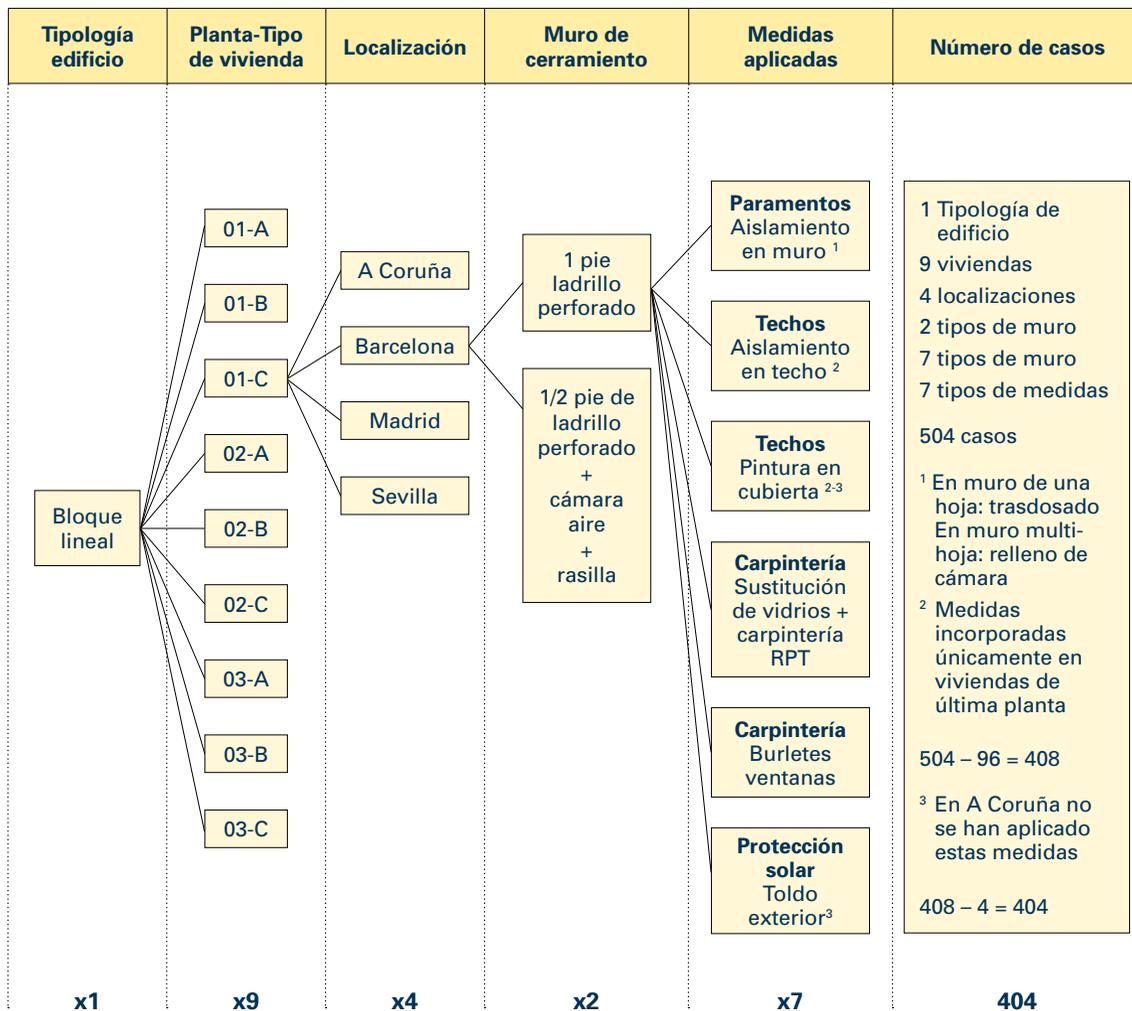


Figura 47. Esquema general del desarrollo de los casos de estudio

Fuente: Elaboración propia

8.1.3 Cálculo de los valores límite de bienestar interior según bienestar adaptativo

El cálculo de la demanda de energía de las viviendas se ha realizado teniendo en cuenta unas condiciones mínimas de habitabilidad térmica que se deben garantizar en las viviendas de hogares vulnerables. Una de las consecuencias más graves de la pobreza energética es el riesgo que supone para la salud de las personas que la sufren, debido a la exposición prolongada a temperaturas extremas (Healy, 2003; Wilkinson, 2007; The Eurowinter Group, 1997; OMS, 2009); además de esto, existen numerosas evidencias científicas de la capacidad de adaptación de la población al clima y que, como consecuencia de ello, las temperaturas a las que se produce un incremento de la mortalidad tanto por frío como por calor, varían de unas regiones a otras (Linares, 2008; Díaz Jiménez, 2012).

Por todo ello, se ha considerado necesario trabajar con umbrales de bienestar para el interior de las viviendas que recojan esta capacidad de adaptación al clima y que permitan asegurar la salud de los hogares en situación de pobreza energética.

Se han evaluado los rangos de bienestar para las cuatro localidades estudiadas, A Coruña, Barcelona, Madrid y Sevilla conforme al modelo de bienestar adaptativo recogido en el estándar ASHRAE 55-2013; este modelo establece los umbrales de bienestar térmico en función de la temperatura exterior. En las figuras siguientes se muestra la evolución de temperatura para cada una de las localidades analizadas conforme a un año climático tipo junto con los rangos del bienestar para el 80% y el 90% de aceptación conforme establece este standard.

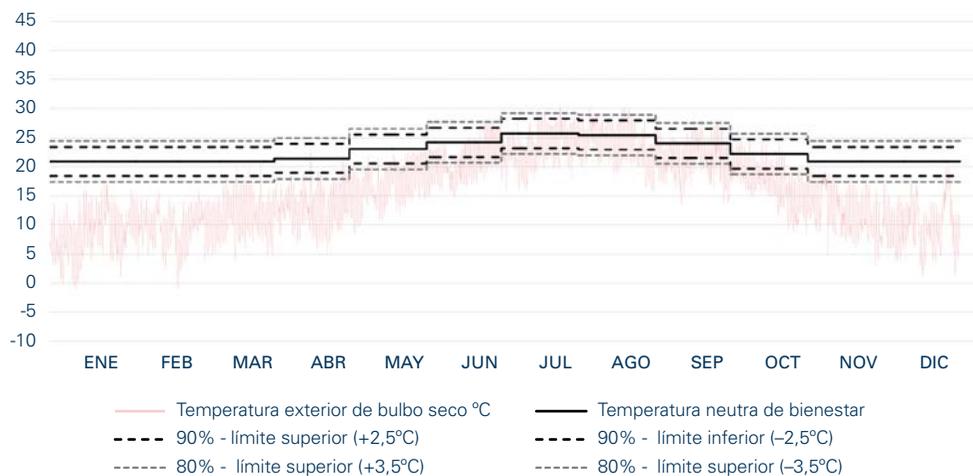


Figura 48. Bienestar adaptativo para el clima de Barcelona: rango de temperaturas de bienestar según método de confort adaptativo ASHRAE 55-2010

Fuente: Elaboración propia

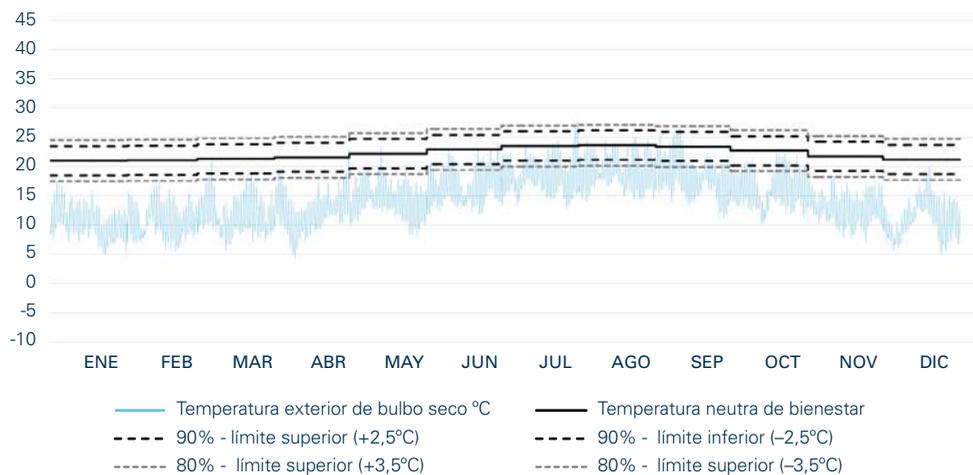


Figura 49. Bienestar adaptativo para el clima de A Coruña: rango de temperaturas de bienestar según método de confort adaptativo ASHRAE 55-2010.

Fuente: Elaboración propia

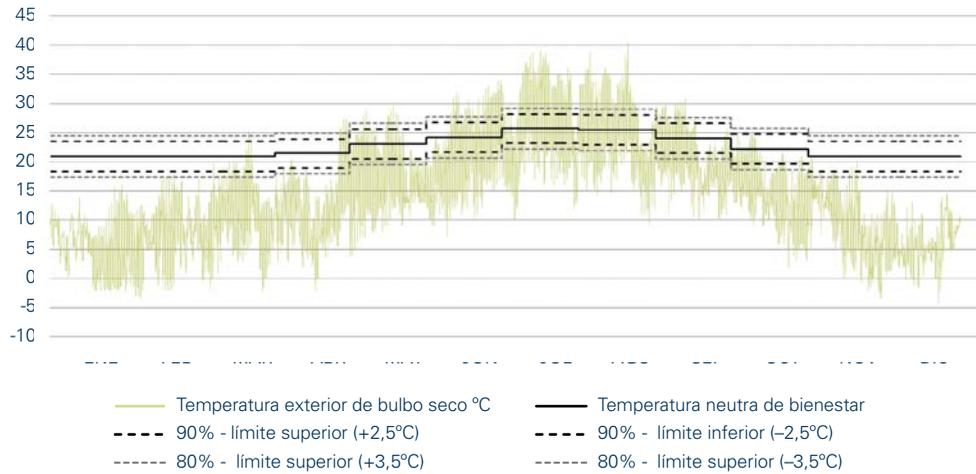


Figura 50. Bienestar adaptativo para el clima de Madrid: rango de temperaturas de bienestar según método de confort adaptativo ASHRAE 55-2010

Fuente: Elaboración propia

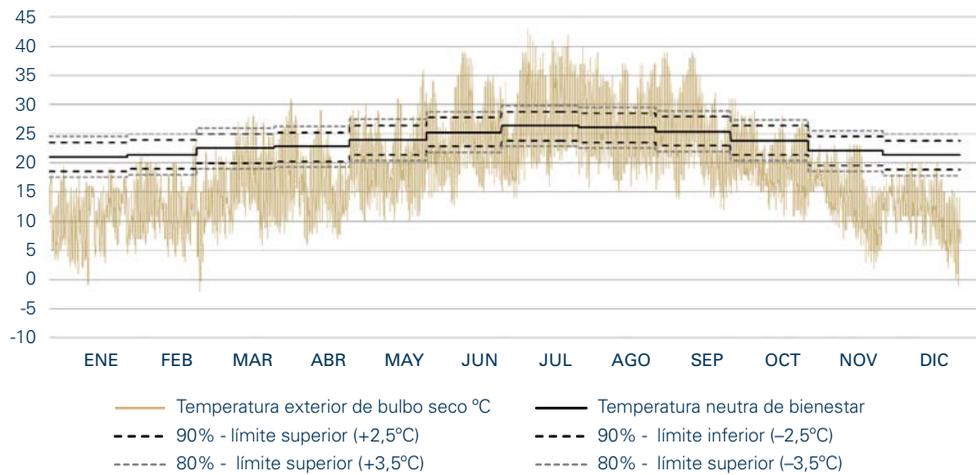


Figura 51. Bienestar adaptativo para el clima de Sevilla: rango de temperaturas de bienestar según método de confort adaptativo ASHRAE 55-2010

Fuente: Elaboración propia

Se ha considerado más apropiado para la determinación de las condiciones de habitabilidad térmica mínimas de hogares vulnerables la utilización de estos umbrales de temperatura frente a los valores estáticos empleados tradicionalmente para el cálculo de la demanda de calefacción y refrigeración de edificios. El cálculo de la demanda de energía necesaria para alcanzar estos valores mínimos se ha definido en estudios anteriores como *demanda adaptativa* (Sánchez-Guevara *et al.*, 2017).

Para este caso de estudio, el cálculo de la demanda adaptativa se ha realizado empleando los valores límite del bienestar obtenido para el mes más frío y el más cálido, calculados conforme al standard de ASHRAE 55-2013. Estos valores límite de temperatura se muestran en la siguiente Tabla.

Localidad	Calefacción		Refrigeración	
	Temperatura diurna (°C)	Temperatura nocturna (°C)	Temperatura diurna (°C)	Temperatura nocturna (°C)
Barcelona	18,5	16	28	29
A Coruña	18,5	16	26	27
Madrid	18,5	16	29	30
Sevilla	18,5	16	30	31

Tabla 97. Resumen de temperaturas empleadas para el cálculo de la demanda adaptativa de calefacción y refrigeración por ciudades

Fuente: Elaboración propia

8.2 Análisis de demanda de energía antes de la intervención con soluciones de bajo coste

En base a los parámetros y datos expuestos anteriormente se ha calculado la demanda de calefacción y refrigeración de las viviendas. A continuación, se muestran los resultados de la demanda adaptativa de energía en kWh/m²-año y desglosados para cada una de las viviendas analizadas en cada bloque y para cada una de las localizaciones.

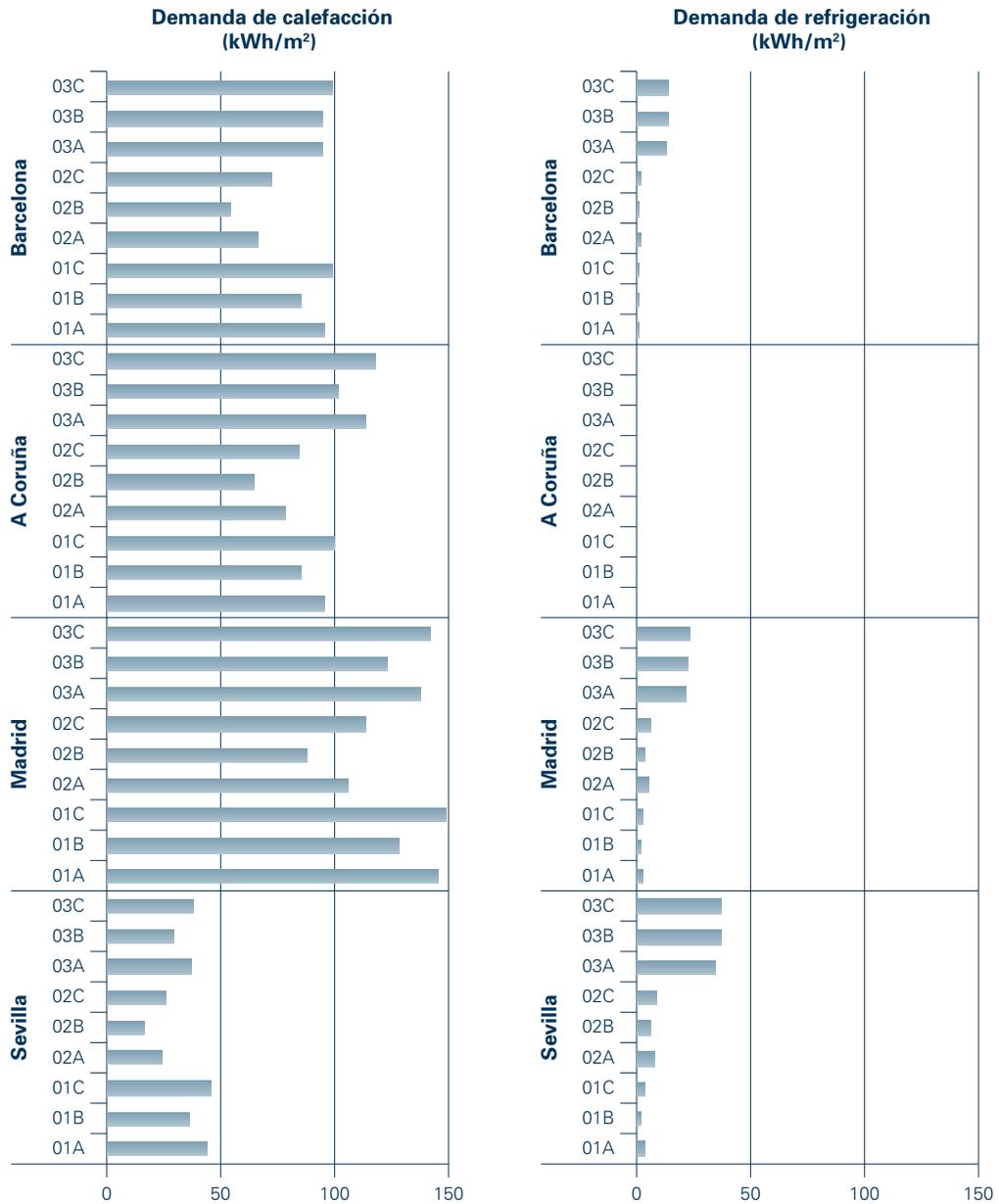


Figura 52. Demandas de calefacción y refrigeración en las viviendas en Barcelona, A Coruña, Madrid y Sevilla

Fuente: Elaboración propia

Lo primero que se constata son las diferentes necesidades energéticas de las viviendas en función de la zona climática en la que se encuentran. Las necesidades energéticas de calefacción de las viviendas de Sevilla apenas sobrepasan los 50 kWh/m² mientras que las viviendas de Madrid llegan a los 150kWh/m². La demanda de calefacción de las viviendas situadas en Barcelona y A Coruña, en climas con la misma severidad climática de invierno oscila entre los 55 y los 120 kWh/m². Las necesidades respecto a la demanda de refrigeración también varían entre unos climas y otros, tal y como era de esperar. Las viviendas situadas en A Coruña no tienen demanda de refrigeración mientras que las viviendas de Sevilla alcanzan los 37-50 kWh/m². Las viviendas situadas en Madrid y Barcelona también presentan demanda de refrigeración, aunque menor, no sobrepasan los 24 kWh/m².

También destacan las diferencias que presentan unas viviendas de otras, en función de su posición relativa dentro del bloque; en los casos analizados y dadas las bajas prestaciones térmicas de la envolvente, las viviendas situadas en las plantas bajas y últimas tienen una demanda de calefacción superior a las viviendas de plantas intermedias; este hecho se invierte en algunos casos al analizar la demanda de refrigeración. En estos casos, las plantas bajas son las que menos demanda de refrigeración presentan, debido a que durante los meses de verano el terreno se encuentra a menor temperatura y el forjado sanitario o solera funciona como un elemento radiante a través del cual se disipa calor de las viviendas. A lo anterior se suma una mayor obstrucción al paso de la radiación solar debido a la proporción y orientación de las calles y la presencia de edificios próximos. Del mismo modo, las últimas plantas situadas bajo cubierta presentan los niveles de demanda de refrigeración más altos; esto es debido a que las cubiertas reciben mucha radiación durante los meses de verano en los que los rayos solares inciden sobre las cubiertas de manera casi perpendicular.

Además de la influencia de la posición de la planta en la que se encuentre la vivienda sobre su demanda de energía, se pueden comprobar también pequeñas diferencias en este aspecto en función de la situación en planta. Así, las viviendas situadas en los extremos o esquinas de los bloques, y que, por tanto, tienen mayor superficie de fachada expuesta al exterior, presentan una demanda de energía de calefacción ligeramente superior.

8.3 Reducción en la demanda energética tras la aplicación de las medidas propuestas

A continuación, se muestran los resultados obtenidos, tras la evaluación mediante simulación informática, sobre la eficiencia energética de las medidas de rehabilitación descritas.

La evaluación se realiza respecto a la demanda de calefacción y la de refrigeración de las cuatro localidades, comparando el estado inicial del caso de estudio con cada una de las actuaciones aplicadas por separado (para cada tipo de vivienda). Por último, se ofrece una comparativa entre el estado inicial y el conjunto total de medidas aplicadas a la vez, excepto la aplicación de la pintura exterior de la cubierta debido a que conlleva una gestión más complicada que el resto de medidas, al afectar a un elemento común que exigiría el acuerdo de los vecinos y, en algunas localidades, incluso una licencia de obras.

En el estado inicial de las viviendas se han considerado los dos tipos de muros en un solo gráfico, pues los valores de transmitancia térmica de ambos sistemas constructivos presentan diferencias prácticamente inapreciables.

8.3.1 Reducción de la demanda de energía para el caso de Barcelona

En el caso de las viviendas de Barcelona se observa que el aislamiento en muros mediante el relleno de cámara o el trasdosado interior es una de las medidas más eficaces para todas las viviendas, principalmente durante los meses más fríos del año a pesar de que no se han eliminado los puentes térmicos, especialmente en forjados. En los meses cálidos podría aumentar la demanda de refrigeración en las viviendas de última planta, si es implementada en la cara interior de los muros de cerramiento, perdiéndose gran parte de la inercia térmica del cerramiento de fachada.

El aislamiento por el interior en el techo de las viviendas de última planta es una medida eficaz para meses fríos y meses cálidos.

Respecto a la actuación en los huecos de las viviendas se comprueba que es más eficaz si se realiza una sustitución completa de vidrios y carpinterías. El tratamiento de la infiltración de aire mediante burletes en las ventanas también mejora el comportamiento energético de la vivienda, pero de forma menos eficaz que la sustitución de la carpintería de forma completa.

También se comprueba cómo la medida referente a la pintura exterior de cubierta disminuye la demanda de refrigeración de las viviendas ubicadas en la última planta del edificio. Sin embargo, la medida es contraproducente en los meses más fríos, pues aumenta en hasta el 50% la demanda de calefacción de las viviendas de la última planta, al disminuir la capacidad de absorción de radiación solar de los elementos de cubierta por la elevada reflexión de la pintura en el infrarrojo cercano y medio. No obstante, en el caso de llegar a un acuerdo en la comunidad de vecinos y si las temperaturas siguen en ascenso o se acentúan las olas de calor, habría que considerar la implementación de esta solución en combinación con el aislamiento del forjado de la última planta para no perjudicar el comportamiento en invierno de la vivienda de última planta.

Por último, la instalación de protecciones solares también es una medida eficaz, como se preveía del estudio climático, aunque no tanto como otras ya comentadas como el aislamiento de muros. A pesar de ello, su instalación es esencial en las fachadas de las viviendas más expuestas a la radiación solar.

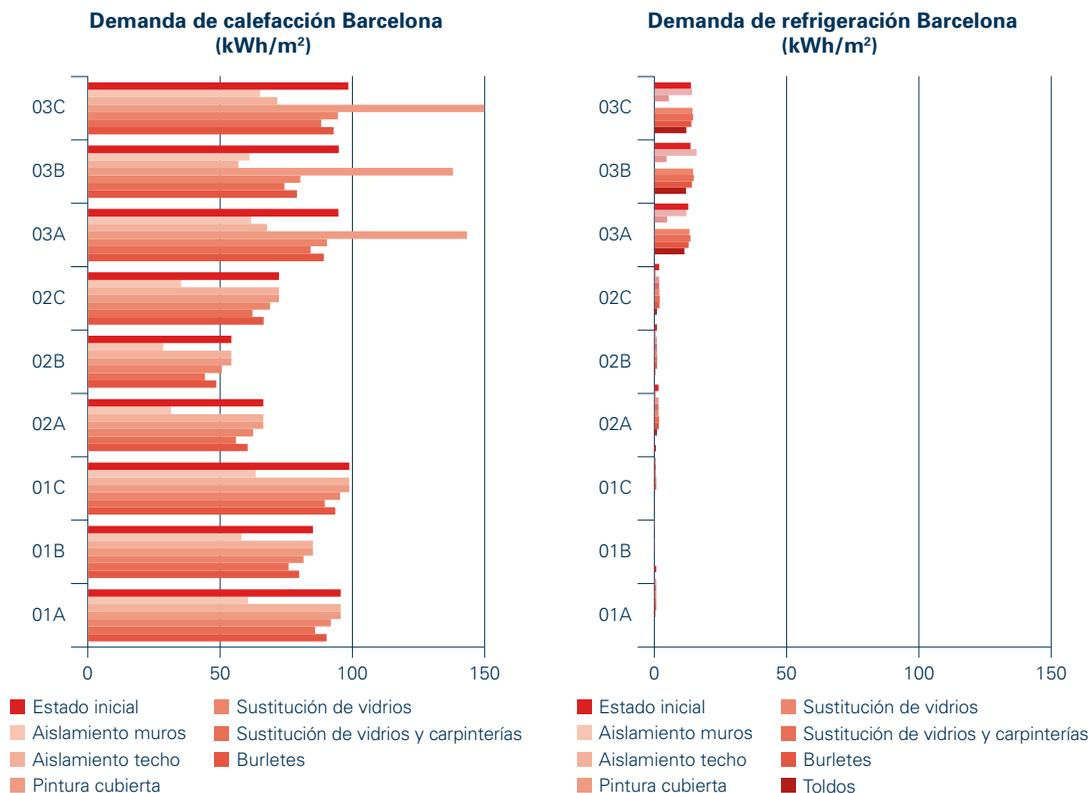


Figura 53. Demandas de calefacción y refrigeración en las viviendas en Barcelona en el estado inicial y con la aplicación de cada una de las medidas

Fuente: Elaboración propia

Además de la evaluación de cada una de las medidas propuesta por separado, se han escogido las más eficaces y se ha planteado un escenario de intervención exprés que considera todas las medidas evaluadas anteriormente de forma individual. A continuación, se puede ver una comparativa entre las viviendas en el estado inicial y tras esta actuación exprés. Se comprueba la efectividad de las actuaciones, principalmente en las viviendas más expuestas (plantas superiores), donde las demandas se reducen hasta en una cuarta parte respecto a las iniciales en los meses más fríos y a un tercio en los meses más cálidos. En la planta primera, se mejora sustancialmente el comportamiento en condiciones de invierno, y en verano la escasa incidencia de la refrigeración implica que el impacto de las medidas no sea representativo.



Figura 54. Demandas de calefacción y refrigeración en las viviendas en Barcelona en el estado inicial y tras la intervención exprés

Fuente: Elaboración propia

8.3.2 Reducción de la demanda de energía para el caso de A Coruña

En el caso de las viviendas situadas en A Coruña, se observa que el aislamiento en muros mediante el relleno de cámara o el trasdosado interior es una de las medidas más eficaces para todas las viviendas, principalmente durante los meses más fríos del año a pesar de que no se han eliminado los puentes térmicos especialmente en forjados. El aislamiento en el techo de las viviendas de última planta también es una medida eficaz durante los meses más fríos.

Respecto a la actuación en los huecos de las viviendas se comprueba que es más eficaz si se realiza una sustitución completa de vidrios y carpinterías. El tratamiento de la infiltración de aire mediante burletes en las ventanas también mejora el comportamiento energético de la vivienda, pero de forma menos eficaz que la sustitución de carpinterías y vidrios.

Al igual que en Barcelona, se descarta pintar por el exterior la cubierta debido a la necesidad de solicitar permiso a la Comunidad de propietarios. A ello se le añade el hecho de que la demanda de refrigeración sea muy reducida.

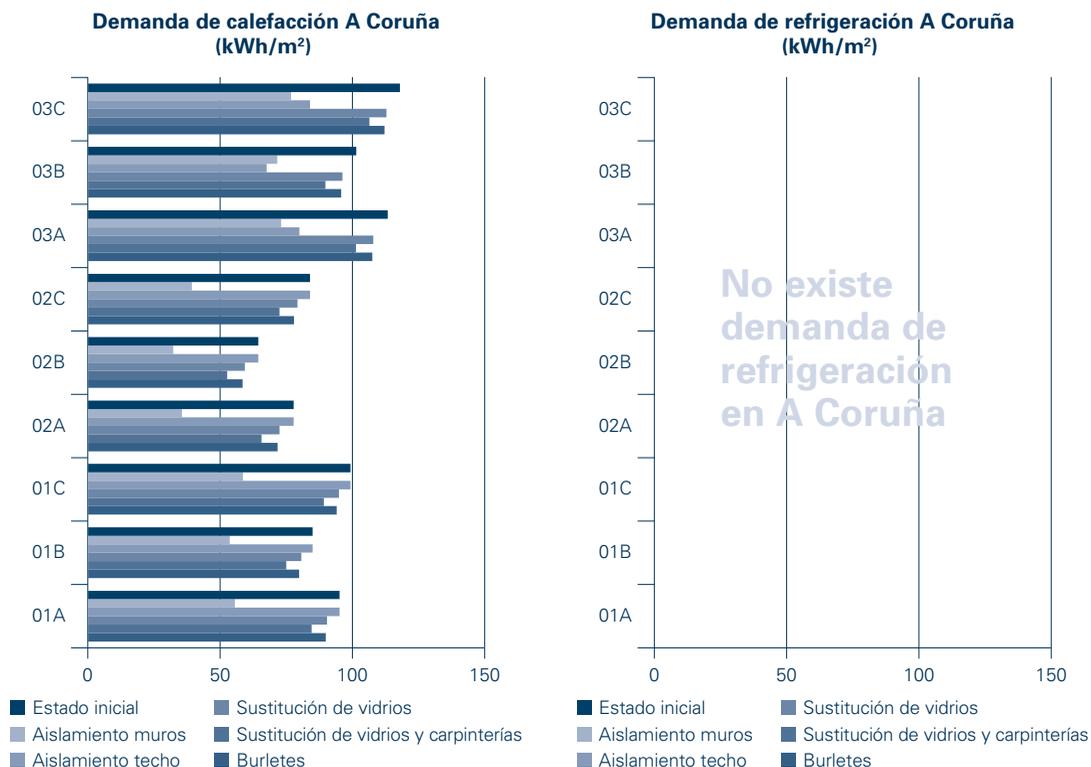


Figura 55. Demandas de calefacción y refrigeración en las viviendas en A Coruña en el estado inicial y con la aplicación de cada una de las medidas

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico siguiente se presenta la comparativa entre las viviendas en el estado inicial y tras una actuación de intervención exprés en la que se incorporan las medidas que han resultado ser más eficaces (sin incluir la pintura exterior de cubierta ni las protecciones solares de huecos por los motivos explicados anteriormente). Se comprueba la efectividad de las actuaciones, principalmente en las viviendas más expuestas (plantas superiores), donde las demandas de calefacción se reducen hasta en una cuarta parte respecto a las iniciales.

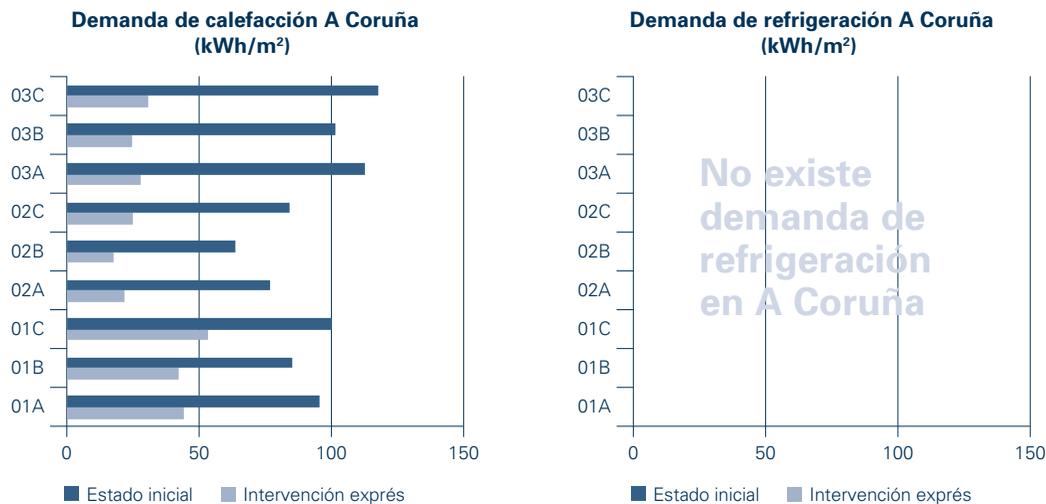


Figura 56. Demandas de calefacción y refrigeración en las viviendas en A Coruña en el estado inicial y tras la intervención exprés

Fuente: Elaboración propia

8.3.3 Reducción de la demanda de energía para el caso de Madrid

En las viviendas situadas en Madrid de nuevo se observa que el aislamiento en muros es una de las medidas más eficaces para todas las viviendas, principalmente durante los meses más fríos del año a pesar de que no se han eliminado los puentes térmicos especialmente en forjados. En los meses cálidos podría aumentar la demanda de calefacción en las viviendas de última planta, si es implementada en la cara interior de los muros de cerramiento.

Respecto a la actuación en los huecos de las viviendas se comprueba que es más eficaz si se realiza una sustitución completa de vidrios y carpinterías. El tratamiento de la infiltración de aire mediante burletes en las ventanas también mejora el comportamiento energético de la vivienda, pero de forma menos eficaz que la anterior.

La instalación de protecciones solares también es una medida eficaz, aunque no tanto como otras ya comentadas como el aislamiento de muros. Su instalación es fundamental en las fachadas de las viviendas más expuestas a la radiación solar, incluso por delante de la sustitución de vidrios y carpinterías.

Por último, también se comprueba cómo la medida referente a la pintura exterior de cubierta disminuye la demanda de refrigeración de las viviendas ubicadas en la última planta del edificio. Sin embargo, la medida es contraproducente en los meses más fríos, pues aumenta considerablemente la demanda de calefacción de las viviendas de la última planta, al disminuir la capacidad de absorción de radiación solar de los elementos de cubierta. En este sentido, esta solución ha de ir siempre complementada con el aislamiento del forjado de última planta para no perjudicar el comportamiento de la vivienda contigua. El aislamiento en el techo de las viviendas de última planta es una medida eficaz, tanto para meses fríos como en los meses cálidos.

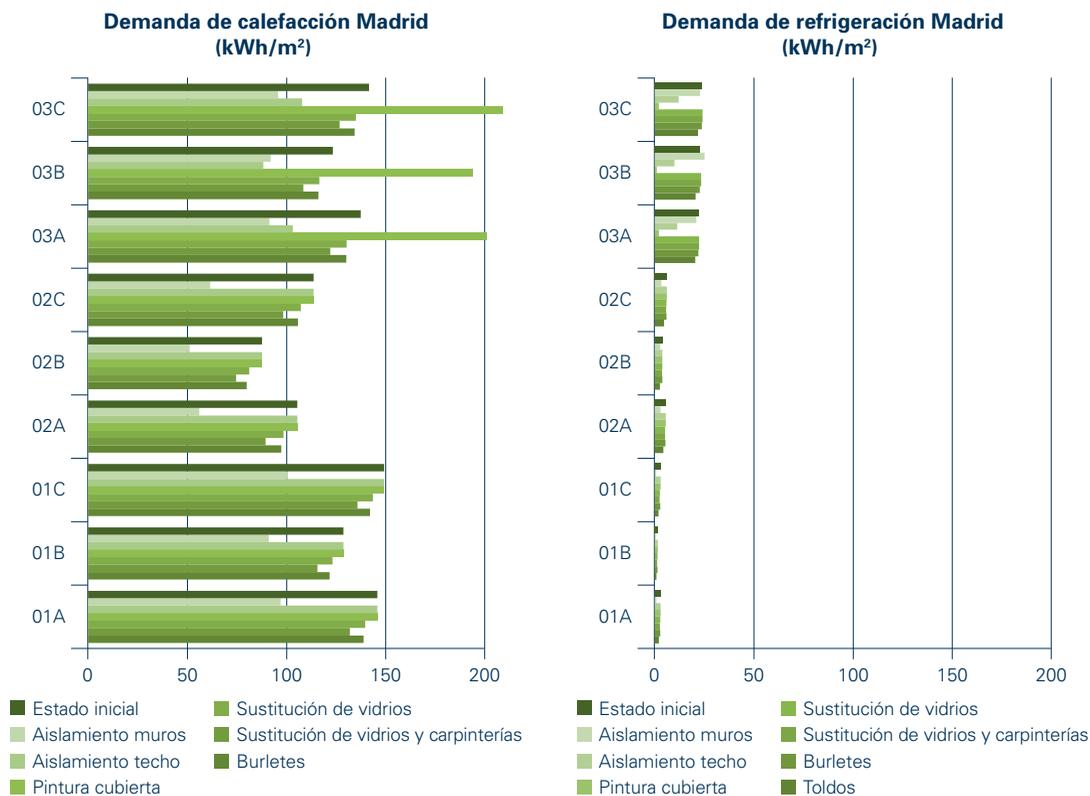


Figura 57. Demandas de calefacción y refrigeración en las viviendas en Madrid en el estado inicial y con la aplicación de cada una de las medidas

Fuente: Elaboración propia

En el siguiente gráfico, como en casos anteriores, se presenta la comparativa entre las viviendas en el estado inicial y tras una actuación de intervención exprés que considera la aplicación de todas las medidas evaluadas anteriormente de forma individual. Se comprueba la efectividad de las actuaciones, principalmente en las viviendas más expuestas (plantas superiores), donde las demandas se reducen hasta en una tercera parte respecto a las iniciales durante los meses más fríos y a menos del 50% en los meses más cálidos.



Figura 58. Demandas de calefacción y refrigeración en las viviendas en Madrid en el estado inicial y tras la intervención exprés

Fuente: Elaboración propia

8.3.4 Reducción de la demanda de energía para el caso de Sevilla

En el caso de las viviendas de Sevilla, se observa que el aislamiento en muros es una de las medidas más eficaces para todas las viviendas, principalmente durante los meses más fríos del año a pesar de que no se han eliminado los puentes térmicos especialmente en forjados. En los meses cálidos podría aumentar la demanda de calefacción en las viviendas de última planta, si es implementada en la cara interior de los muros de cerramiento, siendo, por lo tanto, recomendable aislar las cámaras o por el exterior.

Respecto a la actuación en los huecos de las viviendas se comprueba que es más eficaz si se realiza una sustitución completa de vidrios y carpinterías. El tratamiento de la infiltración de aire mediante burletes en las ventanas también mejora el comportamiento energético de la vivienda, pero de forma menos eficaz que la anterior.

La instalación de protecciones solares también es una medida eficaz, aunque no tanto como otras ya comentadas, como el aislamiento de muros (cuyos efectos mejoran la eficiencia de la vivienda a lo largo de todo el año). Su instalación es fundamental en las fachadas de las viviendas más expuestas a la radiación solar, incluso por delante de la sustitución de vidrios y carpinterías.

Por último, se comprueba cómo la medida referente a la pintura exterior de cubierta disminuye de forma drástica la demanda de refrigeración de las viviendas ubicadas en la última planta del edificio. Sin embargo, la medida es contraproducente en los meses más fríos, pues aumenta hasta el doble la demanda de calefacción de las viviendas de la última planta, al disminuir la capacidad de absorción de radiación solar de los elementos de cubierta. En este sentido, en caso de emplearse ha de hacerse en combinación con el aislamiento del forjado de última planta para no perjudicar el comportamiento de la vivienda contigua. El aislamiento en el techo de las viviendas de última planta es una medida muy eficaz, tanto para meses fríos y como en los meses cálidos, reduciendo en estos últimos hasta el 50% de la demanda de refrigeración.

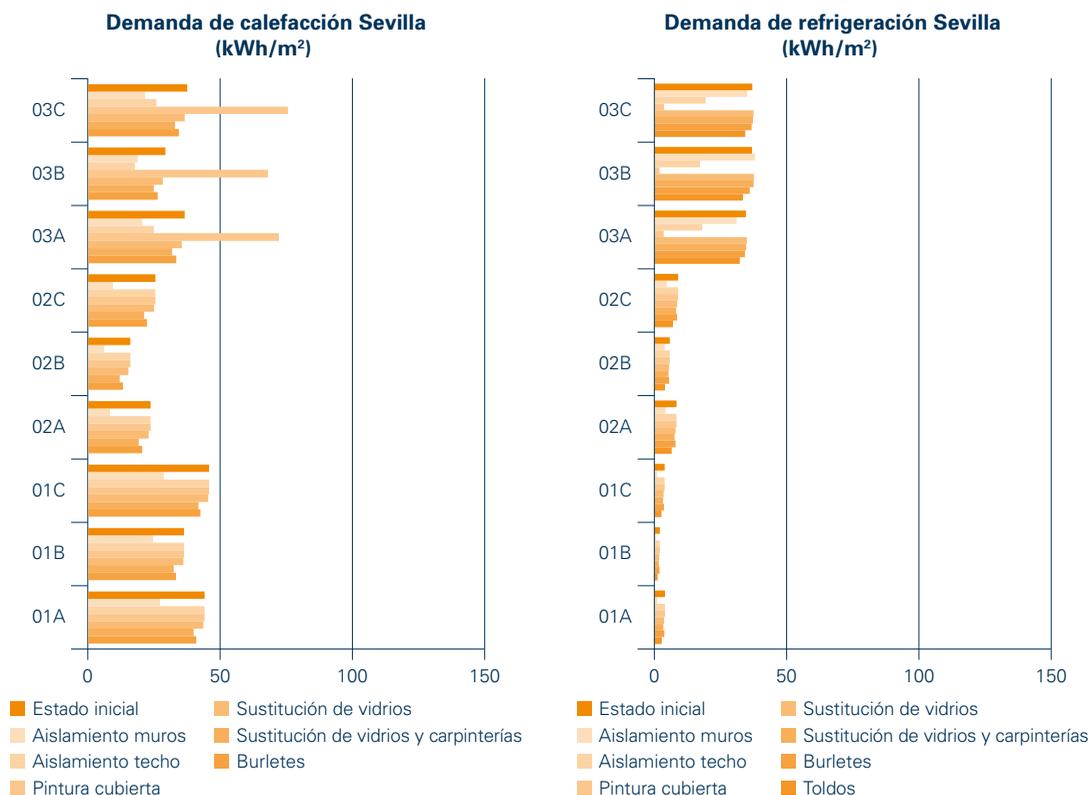


Figura 59. Demandas de calefacción y refrigeración en las viviendas en Sevilla en el estado inicial y con la aplicación de cada una de las medidas

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico comparativo, entre las viviendas en el estado inicial y tras una actuación de rehabilitación integral con todas las medidas, se comprueba la efectividad de las actuaciones, principalmente en las viviendas más expuestas (plantas superiores), donde las demandas se reducen en gran medida respecto al estado inicial durante los meses más fríos y a menos del 40% en los meses más cálidos.

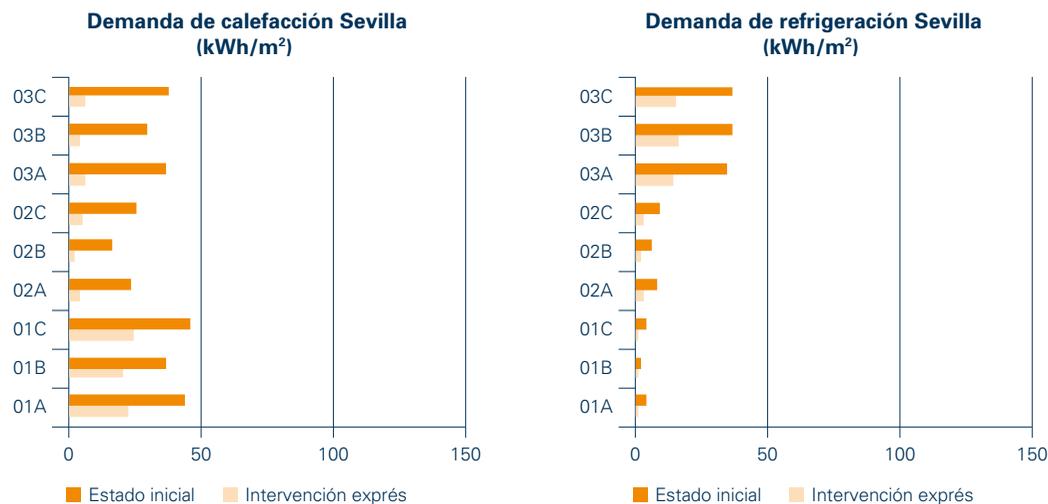


Figura 60. Demandas de calefacción y refrigeración en las viviendas en Sevilla en el estado inicial y tras la intervención exprés

Fuente: Elaboración propia



Parte IV

Análisis del impacto de las soluciones de bajo coste en las viviendas y su relación con la pobreza energética

En este apartado se evalúa el coste económico de las medidas analizadas en el capítulo anterior y se estudia su impacto sobre la situación de pobreza energética de los hogares de acuerdo con la metodología descrita en el apartado 2.2 de este documento.

9. Valoración económica de las soluciones consideradas

9. Valoración económica de las soluciones consideradas

Del catálogo de soluciones constructivas, se han seleccionado 12 soluciones que presentan mejor relación coste/eficiencia, y se compara el coste económico con dos soluciones que se implementarían en rehabilitaciones energéticas al uso. Como se ha comentado en el capítulo 6, el coste de las soluciones se ha elaborado a partir de la consulta en diversas bases de datos, empresas suministradoras, fabricantes y distribuidores, así como páginas web específicas, y está actualizado al año 2017.

Estas soluciones se organizan en paramentos verticales, carpinterías y protecciones solares por la elevada superficie de fachada y su repercusión en el comportamiento térmico de las viviendas. Junto con éstas se consideran las soluciones de techo dado que, tal y como se ha comprobado, las viviendas de última planta presentan elevadas transferencias térmicas a través de la cubierta.

En paramentos verticales se ha considerado el relleno de las cámaras con EPS gris. Esta solución se compara con la incorporación de un sistema de aislamiento por el exterior (SATE) que, como se ha indicado, se realizaría habitualmente si la intervención en el edificio fuera una rehabilitación energética de carácter integral. También se ha incluido la valoración económica del pintado de los paramentos verticales interiores con una pintura térmica con valores elevados de reflectancia, aunque no ha sido posible evaluar la eficiencia energética de esta solución por las características de los actuales programas de simulación energética.

En carpinterías se consideran varias soluciones como la sustitución del vidrio sencillo por un doble acristalamiento, la incorporación de burletes y el aislamiento térmico de los capialzados. El coste se compara con la sustitución de carpintería con doble acristalamiento que se llevaría a cabo en una rehabilitación energética integral.

Finalmente, se consideran toldos como elementos de protección solar, de gran importancia en localidades como Barcelona, Madrid y Sevilla, de cara a reducir las ganancias térmicas en condiciones de verano.

Se descartan las soluciones sobre suelos porque la complejidad de la ejecución no se compensa con la mejora del comportamiento térmico.

Elemento	Nº	Descripción de la medida	Precio (€/m²)	Coste por vivienda intermedia (€)	Coste por vivienda esquina (€)
MUROS Y CUBIERTA					
SATE (Referencia)		SATE EPS	75,6	2.779 €	4.174 €
Cara interior del muro	1	Trasdosado interior directo de panel con aislamiento térmico EPS	37,3	1.347 €	1.959 €
Cámara del muro	2	Relleno de cámara con aislante térmico EPS	30,5	1.121 €	1.652 €
Cara interior del muro	3	Pintura térmica en paramentos	18,1	656 €	954 €
Cara interior del ultimo forjado	4	Trasdosado EPS techo	42,7	1.818 €	1.816 €
Tejado	5	Pintura térmica tejado	39	2.039 €	2.072 €
HUECOS					
Carpintería y vidrios (Referencia)	6	Sustitución de carpintería por aluminio RPT y vidrio 4-15-6be	370	2.102 €	2.102 €
Vidrios	7	Sustitución de vidrio existente por doble acristalamiento 4-10-5be	62,8	514 €	514 €
Otros	8	Burlete	6,5	53 €	53 €
	9	Instalación de aislante reflectante en capialzado	8,95	58 €	58 €
	10	Instalación de aislante térmico en capialzado	1,25	8 €	8 €
Exterior de huecos	11	Instalación de toldo simple	300	2.400 €	2.400 €
	12	Instalación de persianas	81,9	509 €	509 €
	13	Instalación de persianas de cadenilla	145	824 €	824 €

Tabla 98. Costes de aplicación de las medidas estudiadas por vivienda
Fuente: Elaboración propia

En la siguiente tabla se muestran los costes globales de la aplicación de combinaciones de diversas medidas en una vivienda intermedia y en una vivienda en esquina que se ha denominado intervención exprés. En el caso de A Coruña, al no existir demanda de refrigeración, no se debe considerar el coste de inclusión de toldo (2.400 euros) ya que tampoco se ha tenido en cuenta su efecto en la simulación energética.

Descripción de las combinaciones de medidas	Coste por vivienda intermedia (€)	Coste por vivienda esquina (€)
Aislamiento en cámara (2) + cambio de acristalamiento (7)	1.635 €	2.166 €
Aislamiento en cámara (2) + cambio de acristalamiento (7) + burletes (8) + aislamiento capialzado (10) + toldo (11)	4.096 €	4.627 €
Aislamiento en cámara (2) + cambio de acristalamiento (7) + burletes (8) + aislamiento capialzado (10) + toldo (11) + pintura en tejado (5)	6.135 €	6.699 €
Aislamiento en cámara (2) + cambio de acristalamiento (7) + burletes (8) + aislamiento capialzado (10) + toldo (11) + pintura en tejado (5) + aislamiento en techo (4)	7.953 €	8.515 €
INTERVENCIÓN EXPRÉS EN VIVIENDAS EN PLANTA BAJA E INTERMEDIA Aislamiento en cámara (2) + cambio de carpinterías y acristalamiento (6) + toldo (11)	5.623 €	6.154 €
INTERVENCIÓN EXPRÉS EN VIVIENDAS EN ÚLTIMA PLANTA Aislamiento en cámara (2) + cambio de carpinterías y acristalamiento (6) + toldo (11) + aislamiento en techo (4)	7.441 €	7.970 €

Tabla 99. Costes de aplicación de combinación de medidas en viviendas con muro exterior de doble hoja

(En negrita, combinación de soluciones para las que se ha realizado la simulación energética)

Fuente. Elaboración propia

Descripción de las combinaciones de medidas	Coste por vivienda intermedia (€)	Coste por vivienda esquina (€)
Trasdosado interior con aislamiento (1) + cambio de acristalamiento (7)	1.861 €	2.473 €
Trasdosado interior con aislamiento (1) + cambio de acristalamiento (7) + burletes (8) + aislamiento capialzado (10) + toldo (11)	4.322 €	4.934 €
Trasdosado interior con aislamiento (1) + cambio de acristalamiento (7) + burletes (8) + aislamiento capialzado (10) + toldo (11) + pintura en tejado (5)	6.361 €	7.006 €
Trasdosado interior con aislamiento (1) + cambio de acristalamiento (7) + burletes (8) + aislamiento capialzado (10) + toldo (11) + pintura en tejado (5) + aislamiento en techo (4)	8.179 €	8.822 €
Aislamiento en cámara (2) + cambio de acristalamiento (7) + burletes (8) + aislamiento capialzado (10) + toldo (11) + pintura en tejado (5) + aislamiento en techo (4)	7.953 €	8.515 €
INTERVENCIÓN EXPRÉS EN VIVIENDAS EN PLANTA BAJA E INTERMEDIA Trasdosado interior con aislamiento (1) + cambio de carpinterías y acristalamiento (6) + toldo (11)	5.849 €	6.461 €
INTERVENCIÓN EXPRÉS EN VIVIENDAS EN ÚLTIMA PLANTA Trasdosado interior con aislamiento (1) + cambio de carpinterías y acristalamiento (6) + toldo (11) + aislamiento en techo (4)	7.667 €	8.277 €

Tabla 100. Costes de aplicación de combinación de medidas en viviendas con muro exterior de una hoja

(En negrita, combinación de soluciones para las que se ha realizado la simulación energética)

Fuente. Elaboración propia

10. Impacto de la intervención exprés sobre la situación de pobreza energética de los hogares

10.1 Caracterización de viviendas en función de renta y gasto de energía antes y después de la intervención

En este apartado se ha evaluado el impacto que tiene sobre los hogares la intervención a través de soluciones de rehabilitación *exprés* que han resultado ser las más eficaces en apartados anteriores. Para llevar a cabo esta evaluación, se ha empleado la metodología expuesta en el apartado 2.2 desarrollada por Sánchez-Guevara *et al* 2014. En esta metodología se representa la situación de los hogares respecto a la pobreza energética en base a su renta y a su gasto en energía.

De este modo, y a partir de los datos de demanda de energía obtenidos en la simulación energética del bloque de viviendas, se ha calculado el consumo de energía de los mismos incorporando el resto de consumos energéticos de los hogares (IDAE, 2011). Así, teniendo en cuenta el coste medio de la electricidad y gas natural en España⁵ (Eurostat, 2016) se ha podido estimar el coste económico que tendría, para las viviendas objeto de estudio, obtener unos servicios energéticos mínimos. Junto con este gasto teórico en energía, se ha realizado una estimación de dónde se encontrarían los hogares que habitaran estas viviendas utilizando la información sobre la renta equivalente anual disponible en la encuesta de presupuestos familiares (INE, 2013b). De este modo se han establecido los distintos niveles de renta de los hogares considerando los nueve deciles de renta para cada una de las cuatro ciudades estudiadas.

Por tanto, para la representación de la situación de los hogares se ubica, en primer lugar, en el eje de abscisas el gasto en energía antes y después de la intervención *exprés*. En segundo lugar, se representan en el eje de ordenadas cada uno de los deciles de renta de acuerdo con los datos disponibles en la Encuesta de Presupuestos Familiares 2013 para cada una de las cuatro Comunidades Autónomas en las que se encuentran las ciudades analizadas.

De esta manera, se obtiene la posición relativa de cada hogar respecto a los umbrales de pobreza energética (10% de la renta), vulnerabilidad energética (20% de la renta), mediana de la renta y umbral de pobreza monetaria (60% de la mediana de la renta) antes de la intervención y después de ejecutar las siguientes medidas:

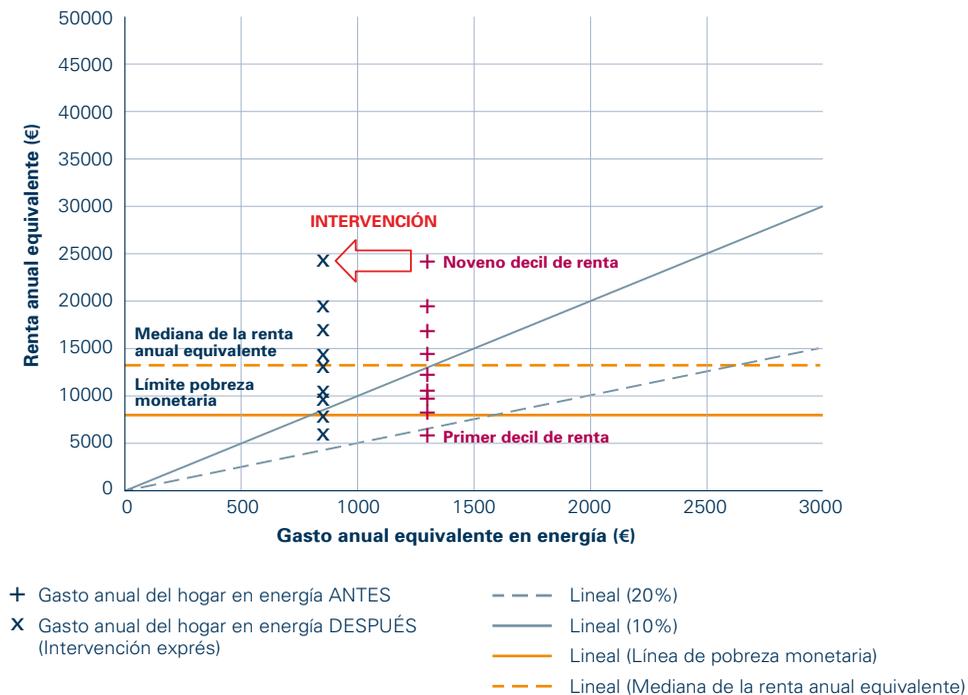
- Panel aislante en techo de vivienda en planta última
- Sustitución vidrios y carpinterías
- Aislamiento térmico en cámara
- Instalación de toldos en huecos a sur

⁵ Los datos utilizados para el coste de la electricidad se han obtenido de Eurostat y corresponden al segundo semestre de 2016

Coste de electricidad para uso doméstico, tasas e impuestos incluidos = 0,2284 €/kWh

Coste de gas natural para uso doméstico, tasas e impuestos incluidos = 0,0857 €/kWh

En el siguiente gráfico se muestra el resultado de la representación de los hogares en función del gasto energético asociado a las nueve viviendas estudiadas por bloque, así como a los nueve deciles de renta analizados. Mediante este análisis es posible verificar la situación inicial de los hogares, así como comprobar la efectividad de las intervenciones para mejorar la situación de los hogares respecto a la pobreza energética.



En general, las viviendas situadas en última planta tienen mayores gastos tanto en invierno como en verano y son en las que mayores ahorros de gasto energético se producen después de aplicar la combinación de medidas propuestas. En función del nivel de renta del hogar, las medidas previstas ayudarán al hogar a salir de la situación de pobreza energética (10% de la renta destinada a la energía de la vivienda) o serán necesarias otras medidas que mejoren su renta o que reduzcan más aún el consumo de energía necesario para alcanzar el confort.

El gasto energético por vivienda varía en función de la posición en el bloque, y esto determina el consumo energético en climatización. Asimismo, se ha considerado un bloque con orientación norte – sur, por lo que otras orientaciones y disposiciones urbanas pueden modificar sustancialmente el consumo de energía en climatización para alcanzar el confort.

En las ciudades de Barcelona, A Coruña y Madrid, los tres deciles inferiores de renta (hasta unos 10.000 euros de renta anual) que representan aproximadamente el 30% de la población, son los que se podrían encontrar en una situación de pobreza energética al ser su gasto en energía mayor del 10% de la renta. En el caso de Sevilla, este rango se ampliaría hasta el cuarto decil (40%).

A continuación, se muestran los gráficos para cada una de las ciudades objeto del estudio y para las nueve viviendas diferentes según su posición en el edificio.

10.1.1 Caracterización de la pobreza energética: estado previo y después de intervención exprés en las viviendas en Barcelona

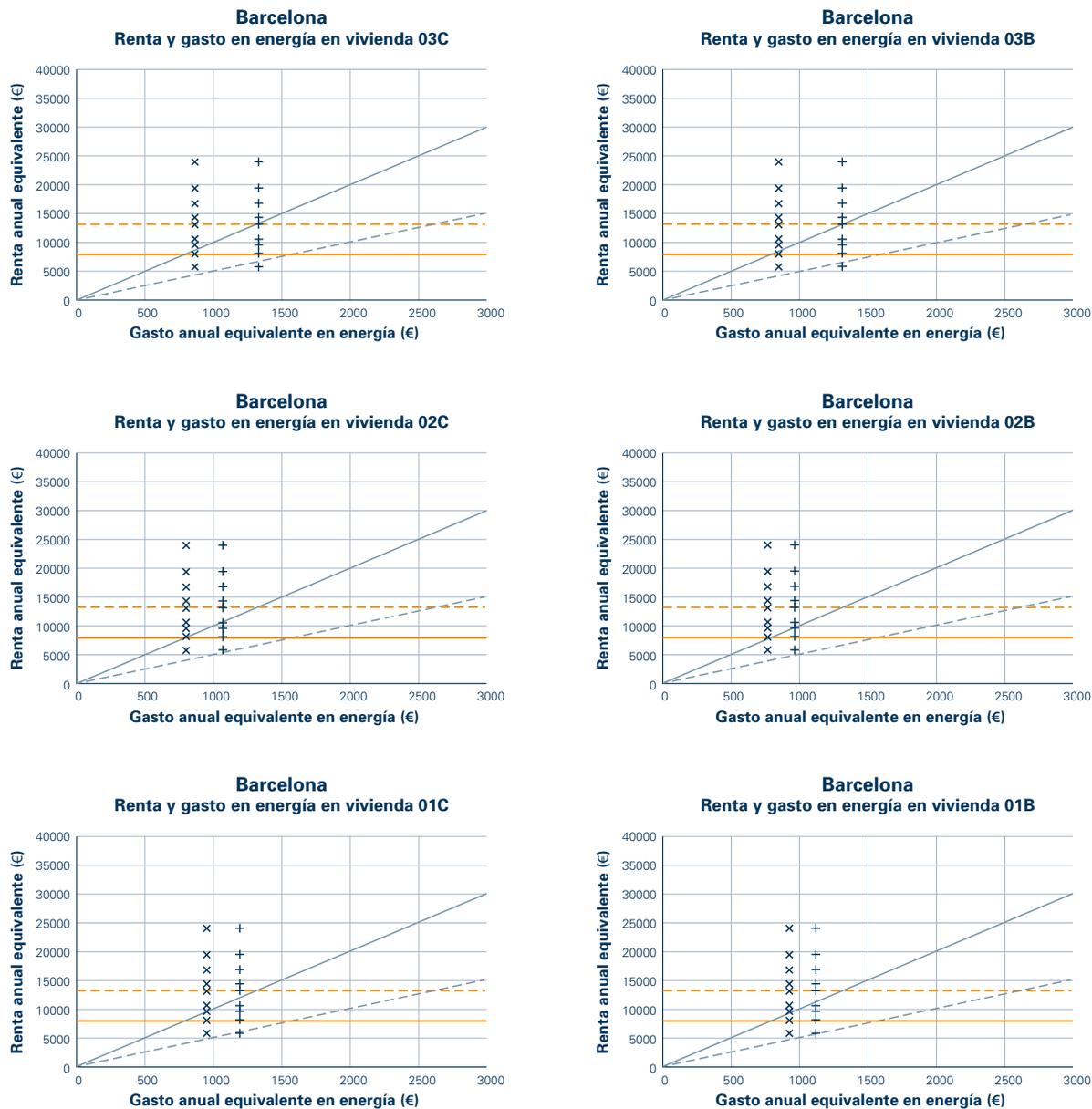
Como se observa en los gráficos para los hogares de Barcelona, las viviendas de última planta son las que tienen mayor gasto en energía. Sin embargo, el elevado coste en todas las viviendas implica que aquellos hogares por debajo del cuarto decil de renta podrían estar en situación de pobreza energética. Las intervenciones propuestas ayudan a reducir el gasto, especialmente en las últimas plantas, en las que la reducción de las pérdidas mediante la mejora del comportamiento térmico de la envolvente, consigue que el porcentaje de población que estaría en situación de pobreza energética se reduzca al último decil de renta, que es el grupo de población en el que se superponen la pobreza monetaria y energética.

En las viviendas situadas en plantas intermedias y plantas bajas la situación inicial es mejor que en las últimas plantas y las medidas tienen menos impacto en el gasto en energía de los hogares. Aun así, la intervención consigue desplazar a los hogares en el segundo y tercer decil de renta de una situación de pobreza energética a otra con un menor consumo de energía que les permite reducir el porcentaje de renta dedicada a mantener la vivienda en condiciones adecuadas de confort. En todos los casos, aleja a los hogares de la línea de pobreza energética severa (20% de la renta destinada a gasto energético).

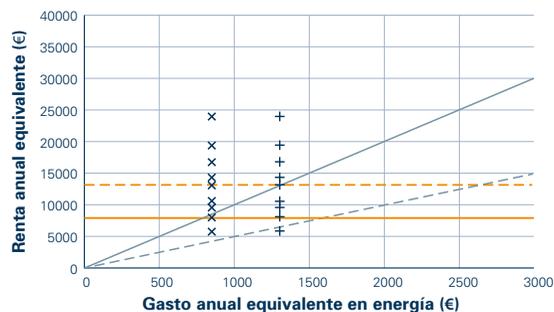
Los hogares que después de la aplicación de las soluciones de bajo coste siguen en una situación de pobreza energética o de vulnerabilidad a este problema, necesitarían otro tipo de medidas para salir de esta situación, por ejemplo, la rehabilitación integral de la vivienda, incorporando soluciones como un aislamiento térmico por el exterior que reduzca de manera más significativa la demanda de energía. Esta intervención debería acometerse con un enfoque integral, ya que en muchos de estos hogares confluyen situaciones sociales y económicas que requieren de acciones de diverso tipo.

Figura 62. Evaluación de la pobreza energética por viviendas en Barcelona antes y después de la intervención exprés

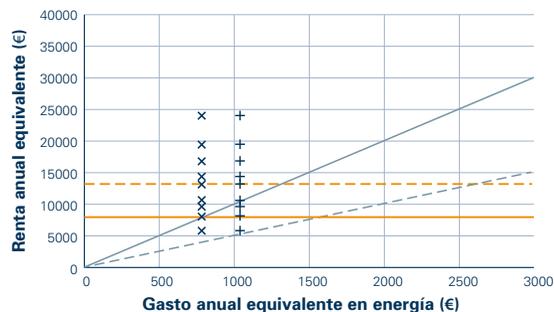
Fuente. Elaboración propia



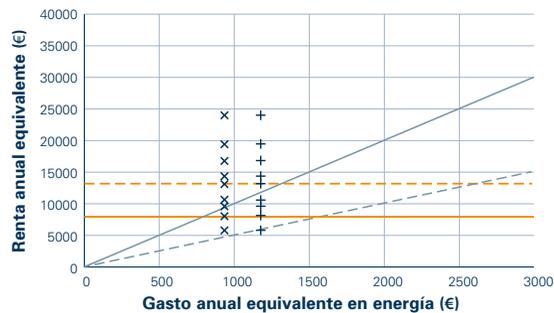
Barcelona
Renta y gasto en energía en vivienda 03A



Barcelona
Renta y gasto en energía en vivienda 02A



Barcelona
Renta y gasto en energía en vivienda 01A



- + Gasto anual del hogar en energía ANTES
- x Gasto anual del hogar en energía DESPUÉS (Intervención expés)
- - - Línea (20%)
- Línea (10%)
- Línea (Línea de pobreza monetaria)
- - - Línea (Mediana de la renta anual equivalente)

10.1.2 Caracterización de la pobreza energética: estado previo y después de intervención exprés en las viviendas en A Coruña

En el caso de A Coruña, también las viviendas en última planta son las que mayores gastos energéticos tienen, si bien son algo inferiores al resto de climas estudiados. Los deciles inferiores de renta se aproximan a la línea de pobreza energética severa, aunque la distribución les sitúa por encima de la línea de pobreza monetaria, excepto el último decil de renta.

El conjunto de soluciones de bajo coste que se proponen permite que algunos de estos hogares, especialmente aquellos situados en plantas superiores, se alejen de la línea del 10% de renta dedicada a energía. Para los hogares con menor renta anual sería necesario aplicar otro tipo de medidas, bien para reducir más el gasto energía (rehabilitaciones integrales) o para mejorar su situación económica, de manera que les permita afrontar mejor el gasto en energía.

- + Gasto anual del hogar en energía ANTES
- X Gasto anual del hogar en energía DESPUÉS (Intervención exprés)
- - - Lineal (20%)
- Lineal (10%)
- Lineal (Línea de pobreza monetaria)
- - - Lineal (Mediana de la renta anual equivalente)

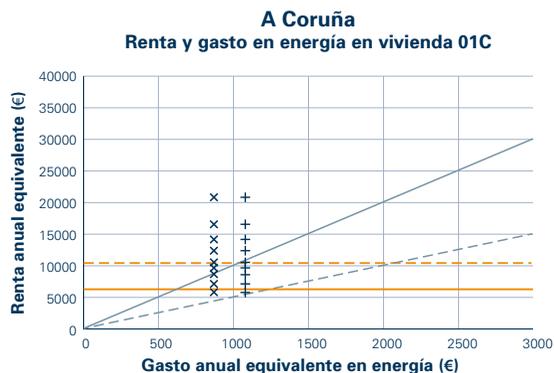
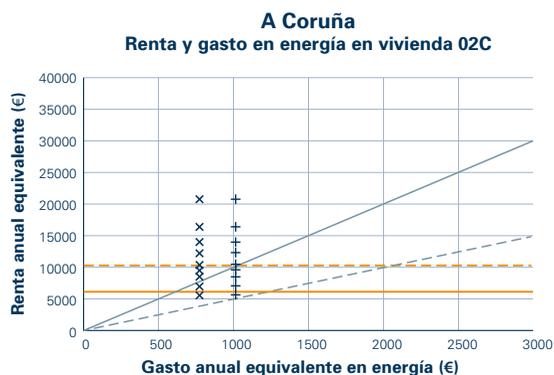
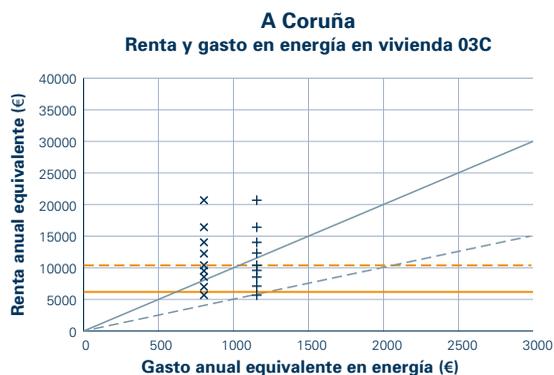
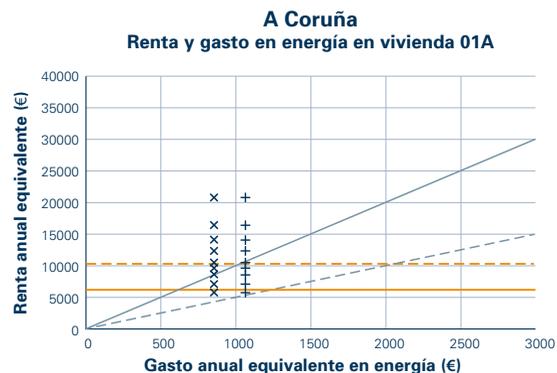
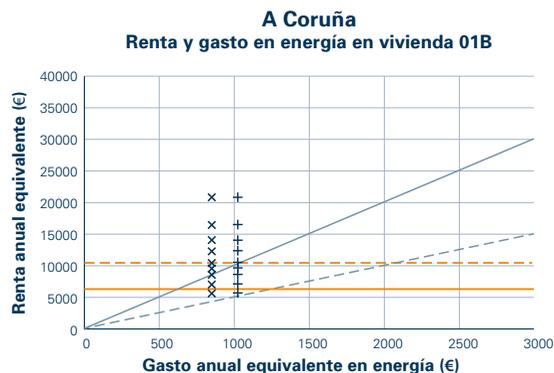
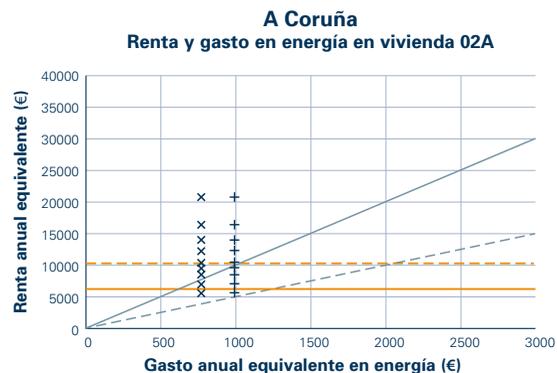
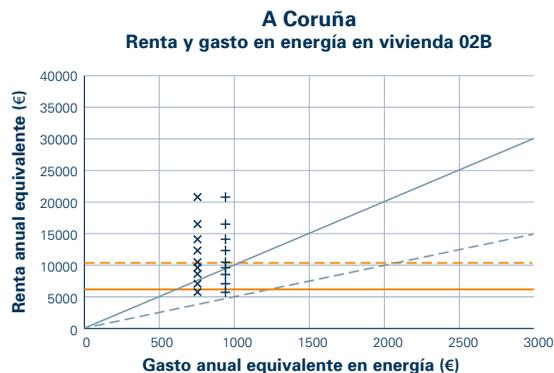
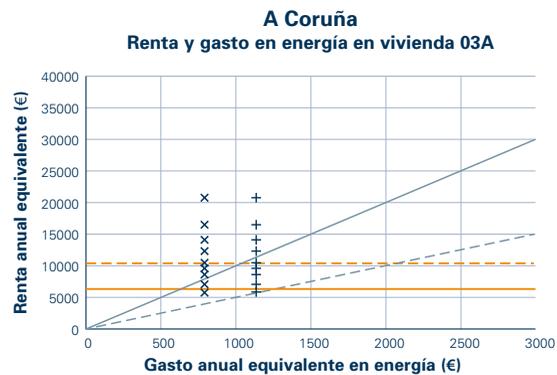
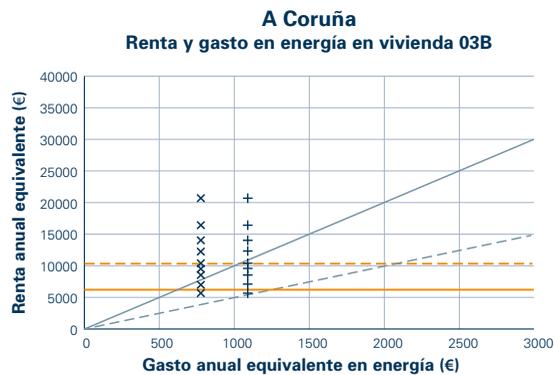


Figura 63. Evaluación de la pobreza energética por viviendas en A Coruña antes y después de la intervención exprés

Fuente. Elaboración propia



10.1.3 Caracterización de la pobreza energética: estado previo y después de intervención exprés en las viviendas en Madrid

El clima en Madrid implica que el gasto en energía para mantener el confort sea más elevado; esto unido a la distribución de renta, hace que en un porcentaje alto de hogares (alrededor de los cinco deciles inferiores de renta) pueda haber situaciones de pobreza energética, agravado si las viviendas están situadas en la última planta de edificios ineficientes. La distribución de la renta anual, indica que los dos deciles inferiores están bajo la línea de pobreza monetaria.

La aplicación de medidas mejora la situación sobre todo de los deciles próximos a la mediana de la renta; los inferiores siguen en situación precaria incluso después de la intervención. En todos los casos, los hogares se alejan de la línea de pobreza energética severa, aunque en el caso del decil inferior siguen estando en una zona muy próxima.

Para los hogares con menores rentas estas soluciones pueden ayudar a mejorar su situación pero necesitan de una intervención más integral que reduzca el gasto en energía o soluciones que aumenten su nivel de renta, lo que les permitiría afrontar los gastos en mejores condiciones económicas. Es fundamental conocer las circunstancias sociales y económicas que complementan las del nivel de renta y la eficiencia energética de la vivienda, con datos como la composición del hogar o el régimen de tenencia, para dar respuestas a cada caso.

- + Gasto anual del hogar en energía ANTES
- X Gasto anual del hogar en energía DESPUÉS (Intervención exprés)
- - - Lineal (20%)
- Lineal (10%)
- Lineal (Línea de pobreza monetaria)
- - - Lineal (Mediana de la renta anual equivalente)

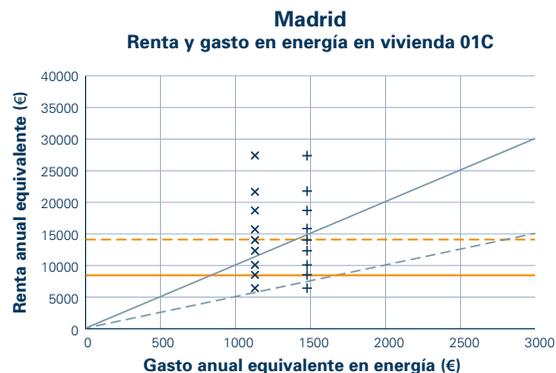
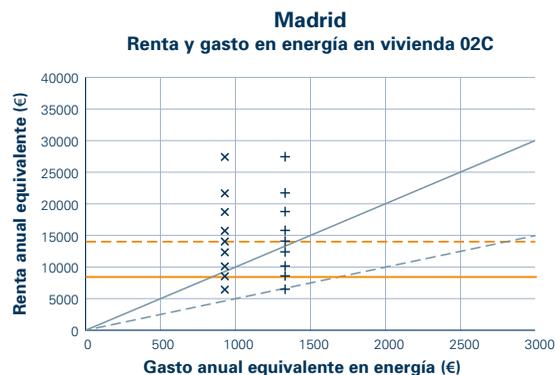
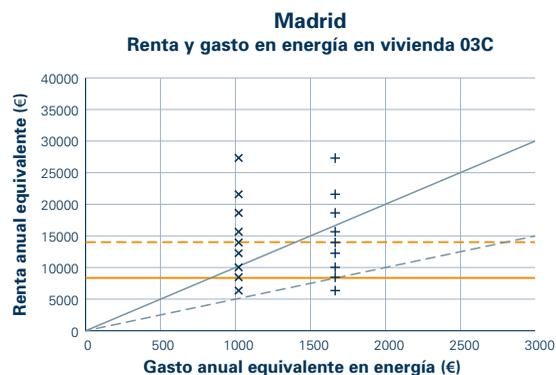
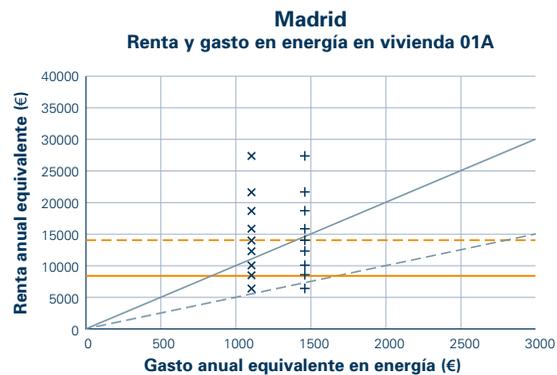
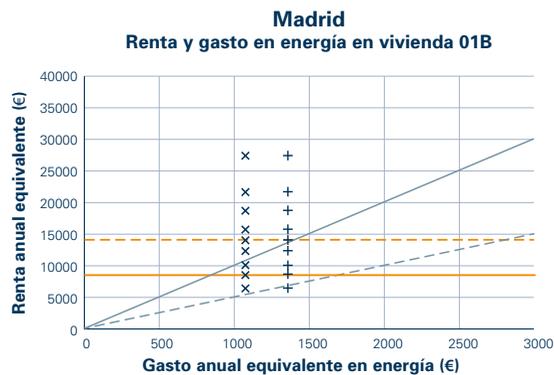
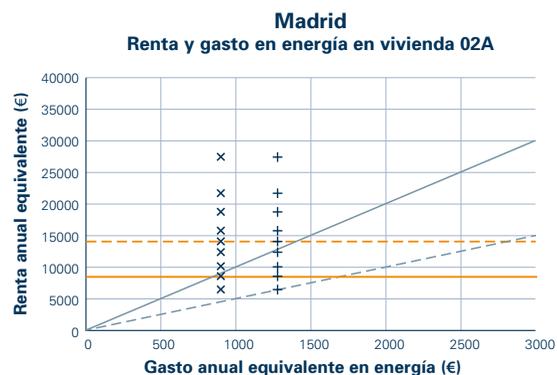
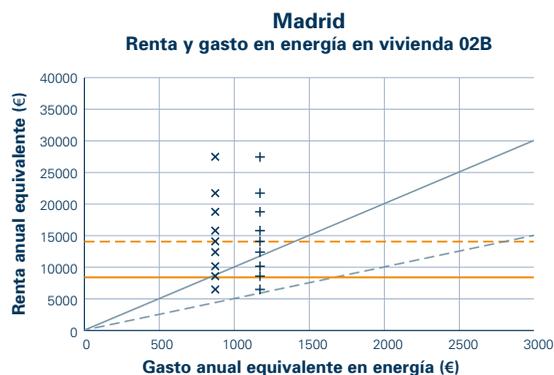
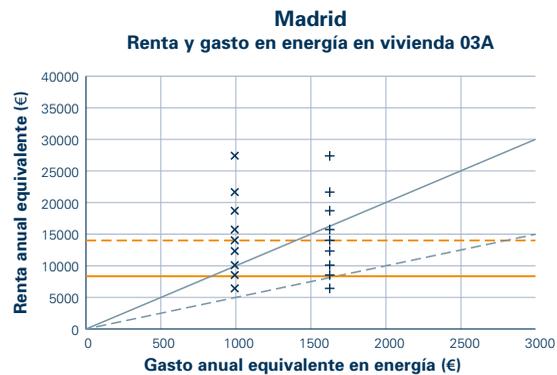
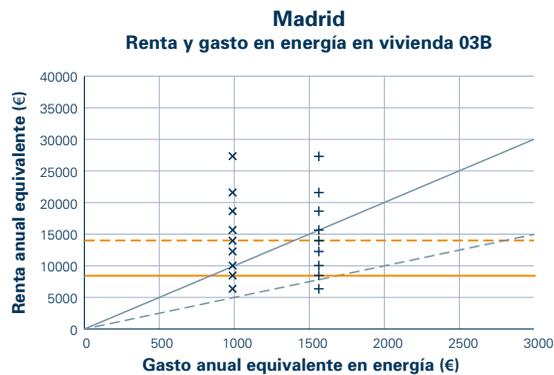


Figura 64. Evaluación de la pobreza energética por viviendas en Madrid antes y después de la intervención exprés

Fuente. Elaboración propia



10.1.4 Caracterización de la pobreza energética: estado previo y después de intervención exprés en las viviendas en Sevilla

En Sevilla las viviendas situadas en las últimas plantas son las que mayor gasto en energía tienen, no sólo por el elevado porcentaje de envolvente ineficiente, sino porque tiene un clima muy severo en verano que dispara la necesidad del consumo para refrigeración en los casos en los que la vivienda no esté aislada convenientemente.

Andalucía tiene el menor nivel de renta de los estudiados, y el porcentaje de hogares que pueden estar antes de la intervención en una situación de vulnerabilidad o pobreza energética es más elevado; en los deciles inferiores de renta, las medidas aplicadas no son suficientes para alejar a los hogares de la línea de pobreza energética severa y serían necesarias otro tipo de medidas más integrales.

Las soluciones propuestas tienen mayor impacto en las viviendas de última planta que son las más expuestas a los extremos del clima y permiten a un porcentaje significativo de hogares pasar de una situación de pobreza energética a una menos vulnerable al problema. En las viviendas en planta baja las medidas tienen muy poca repercusión en la reducción del consumo porque las condiciones de verano tienen menos repercusión en el mismo. Aun así, las medidas se demuestran eficaces en los deciles de renta próximos a la mediana.

- + Gasto anual del hogar en energía ANTES
- X Gasto anual del hogar en energía DESPUÉS (Intervención exprés)
- - - Lineal (20%)
- Lineal (10%)
- Lineal (Línea de pobreza monetaria)
- - - Lineal (Mediana de la renta anual equivalente)

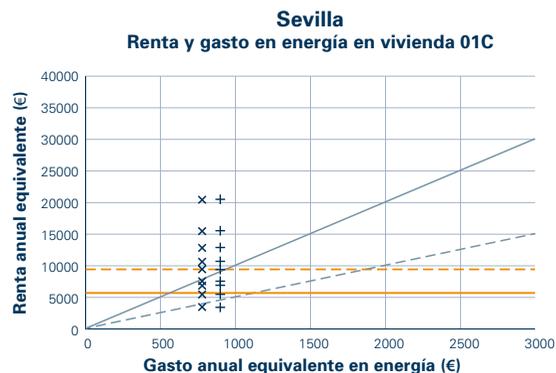
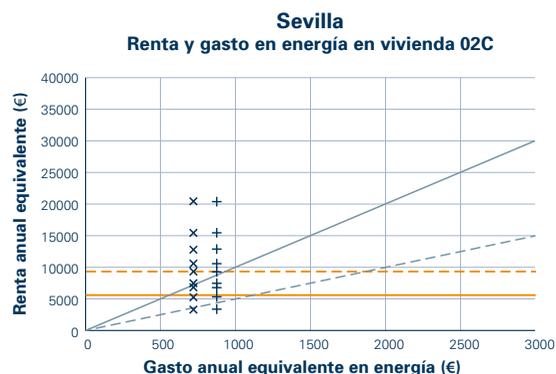
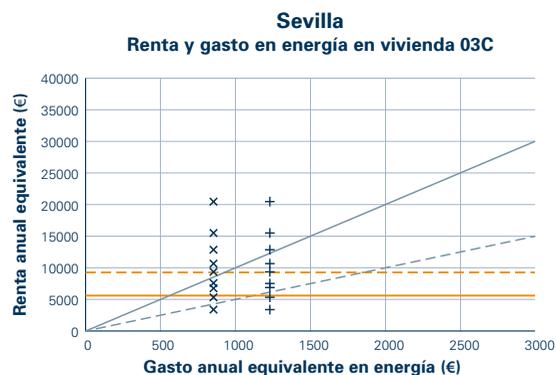
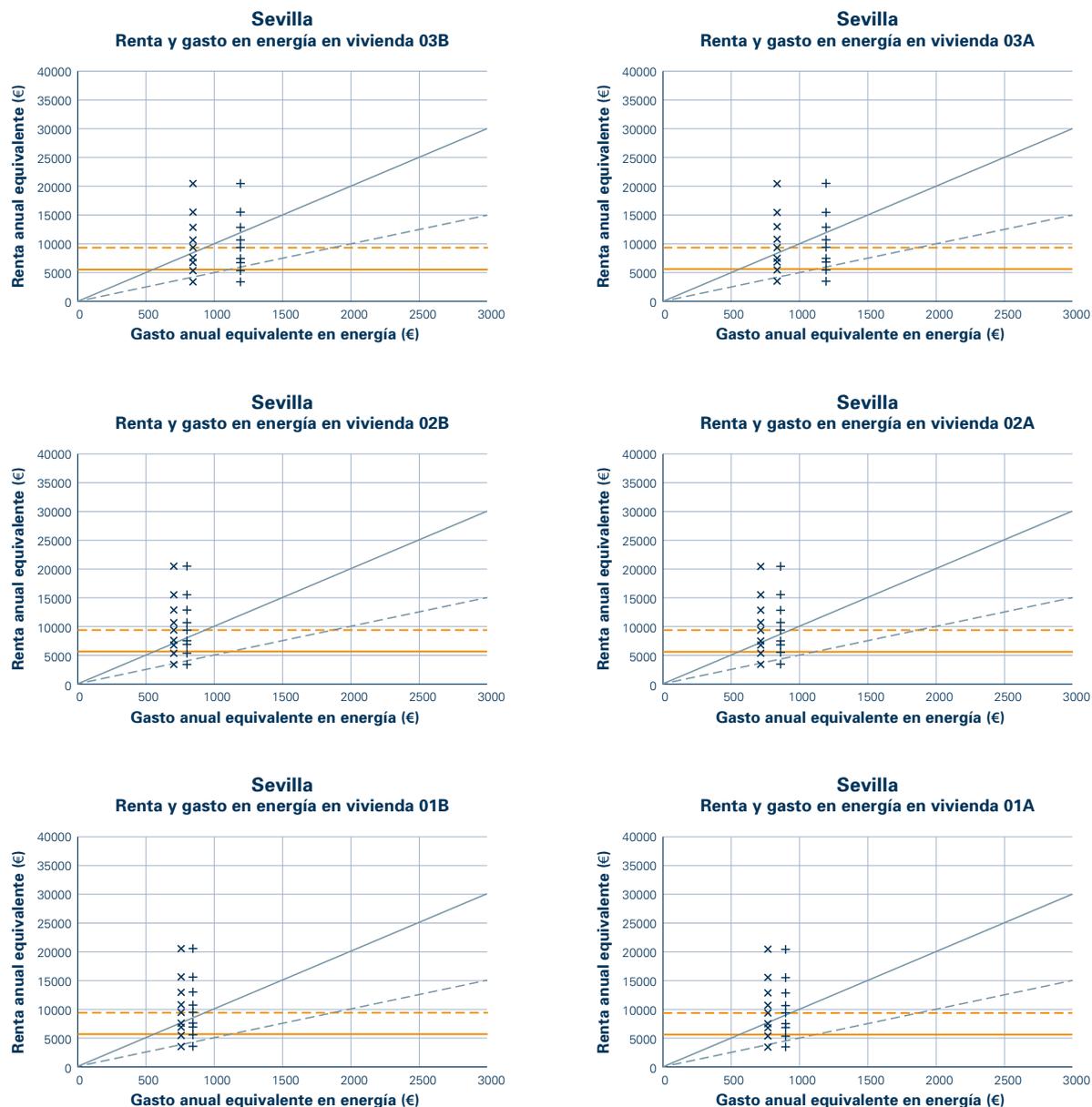


Figura 65. Evaluación de la pobreza energética por viviendas en Sevilla antes y después de la intervención exprés

Fuente. Elaboración propia



10.2 Análisis de temperaturas y horas de confort en las viviendas antes y después de la intervención

Los hogares en situación de pobreza energética hacen un uso restrictivo o prácticamente nulo de los sistemas de climatización. Es por ello que, junto con la estimación de los costes económicos asociados a las necesidades energéticas básicas de estos hogares, se ha estimado qué temperaturas se registrarían en el interior de las viviendas antes y después de la intervención propuesta si no se activara ningún sistema de climatización.

De esta manera se pretende conocer las condiciones interiores de las viviendas antes y después de la intervención con medidas de bajo coste en el caso de que el usuario no tenga capacidad económica para realizar un gasto en energía de climatización.

Para este análisis se ha evaluado la distribución temperaturas que se producen en el interior de las viviendas por porcentaje de horas. De este modo no sólo se puede comprobar el porcentaje de horas en las que cada una de las viviendas estaría en bienestar, sino que también se puede evaluar la reducción de las horas en las que el hogar estaría expuesto a temperaturas extremas. Además de la distribución de temperaturas se ha calculado el número de días en los que cada una de las viviendas estaría en bienestar, tanto para el período frío (considerado de octubre a mayo: 243 días) como para el período cálido (considerado de junio a septiembre: 122 días). A continuación, se ofrecen los resultados por ciudades y para cada una de las nueve viviendas estudiadas.

10.2.1 Temperaturas y horas de confort en Barcelona

En Barcelona, en la situación original se observa como hay un porcentaje de horas por debajo de los 10°C en invierno que desaparece tras la intervención exprés. También se reduce el porcentaje de horas entre 10°C-15°C. El número de horas en invierno entre 15°C y 18°C se amplía tras la intervención al igual que el rango de temperaturas por encima de los 18,5°C.

En el verano, las temperaturas por encima de los 35°C se mantienen sólo es las viviendas en última planta. Estos datos indican que, tras la aplicación de las medidas, a pesar de que no se alcanza una temperatura dentro del rango de confort todos los días del año, desaparecen las temperaturas más frías en el interior de la vivienda, y éstas se aproximan a los umbrales del confort. Asimismo, se incrementa el número de días en confort tanto en invierno como en verano.

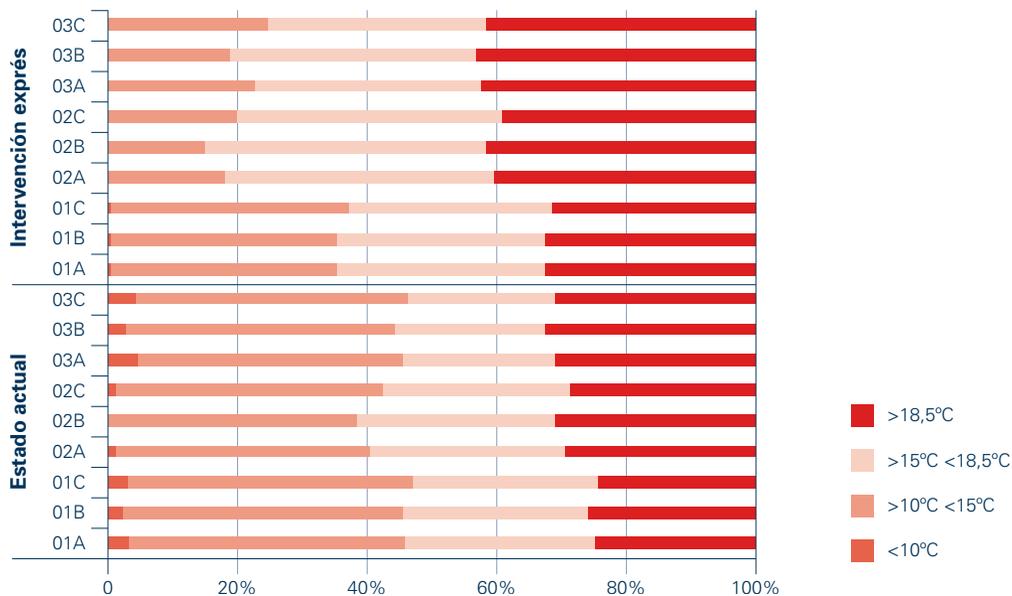


Figura 66. Distribución de temperaturas en el periodo frío en Barcelona

Fuente: Elaboración propia



Figura 67. Distribución de temperaturas en el periodo cálido en Barcelona

Fuente: Elaboración propia

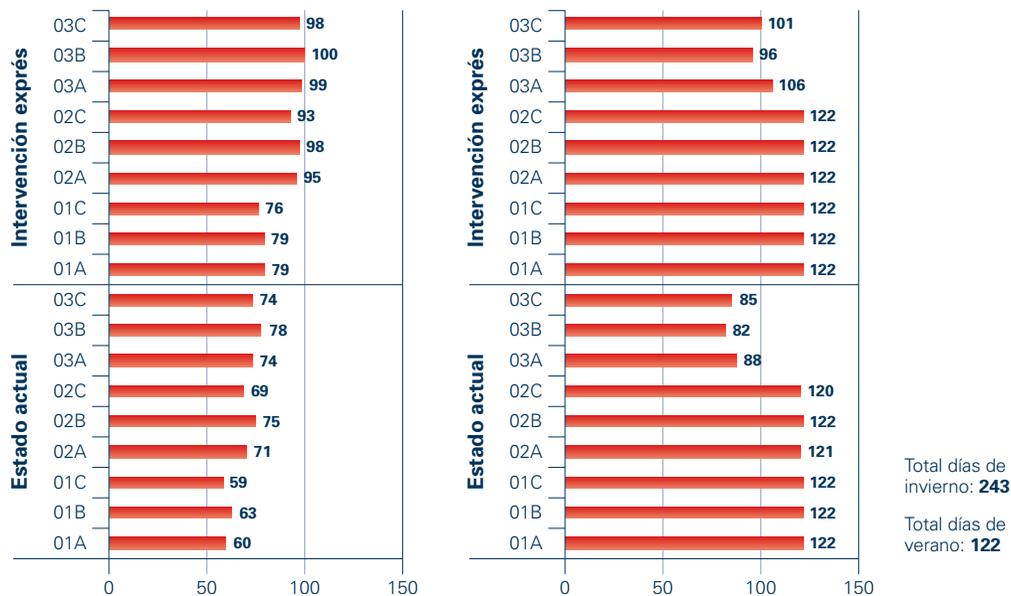


Figura 68. Días de bienestar en periodo frío y cálido en Barcelona

Fuente: *Elaboración propia*

10.2.2 Temperaturas y horas de confort en A Coruña

Las temperaturas en el interior de las viviendas en A Coruña antes de la intervención y sin uso de sistemas de climatización se mantenían mayoritariamente en un rango entre los 10°C y los 18,5°C, con un porcentaje pequeño temperaturas inferiores a los 10°C en las viviendas en última planta. Tras la intervención exprés, el porcentaje de temperaturas entre 15°C y 18°C se amplía, al igual que las temperaturas por encima de 18 °C, lo que supone que hay una mayor proximidad de la temperatura interior a los límites de confort. En el caso de la última planta, tras la intervención desaparecen las temperaturas inferiores.

En el periodo cálido, las temperaturas en el interior de estas viviendas en A Coruña se mantienen dentro de los rangos de confort. El número de días en confort en invierno se incrementa en todas las viviendas estudiadas. En el caso del verano no hay cambios ya que previamente a la intervención las viviendas mantenían temperaturas adecuadas.



Figura 69. Distribución de temperaturas en el periodo frío en A Coruña

Fuente: Elaboración propia

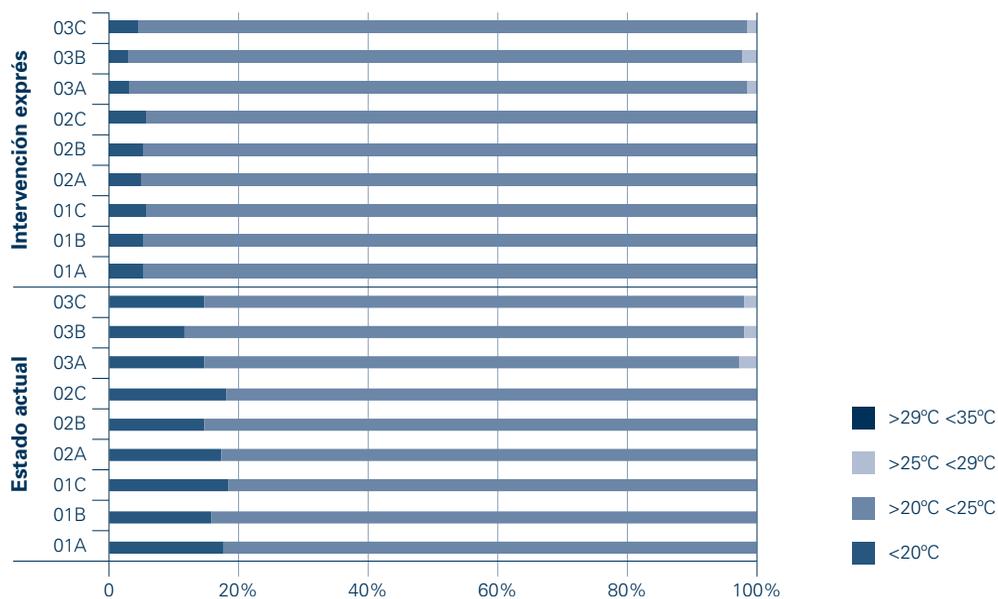


Figura 70. Distribución de temperaturas en el periodo cálido en A Coruña

Fuente: Elaboración propia

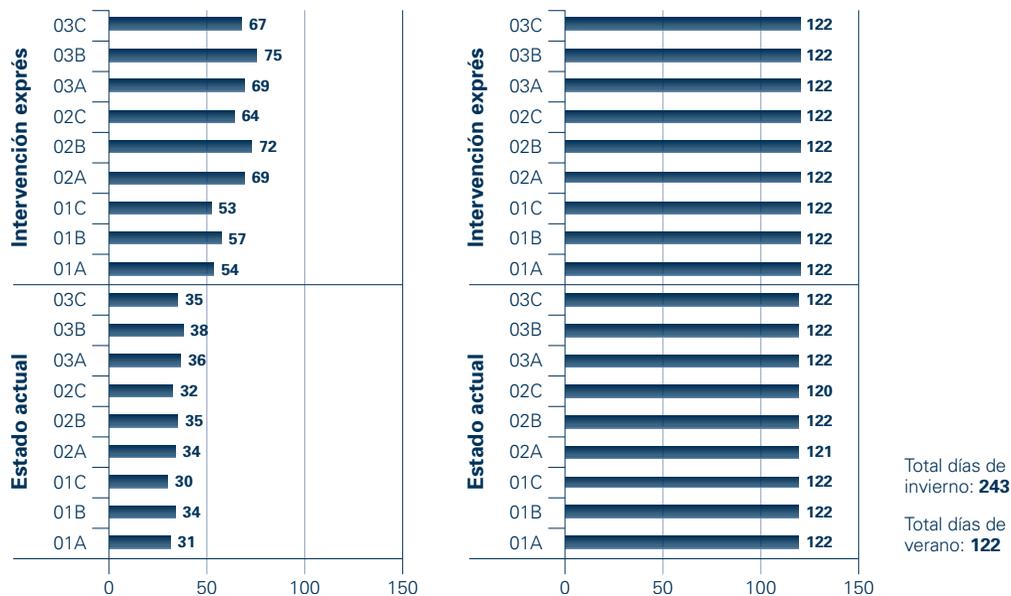


Figura 71. Días de bienestar en periodo frío y cálido en A Coruña

Fuente: Elaboración propia

10.2.3 Temperaturas y horas de confort en Madrid

Las viviendas estudiadas en el caso de Madrid, antes de la intervención, tenían temperaturas por debajo de los 10°C en todas las viviendas. Posteriormente se observa como el rango de temperaturas entre los 10°C y los 15°C se han incrementado, al igual que el porcentaje de horas con temperaturas por encima de los 18,5°C. Asimismo, se han reducido significativamente las horas con temperaturas inferiores a 10°C y en todas las viviendas se han incrementado los días en confort.

En el caso del verano, las viviendas de las últimas plantas tienen las peores condiciones ya que tienen porcentajes de temperaturas por encima de los 29°C antes, y ligeramente inferiores después de la intervención. El resto de las viviendas mejoran sus condiciones y todas ellas incrementan el número de días en confort sin el uso de sistemas de climatización con la intervención exprés propuesta.

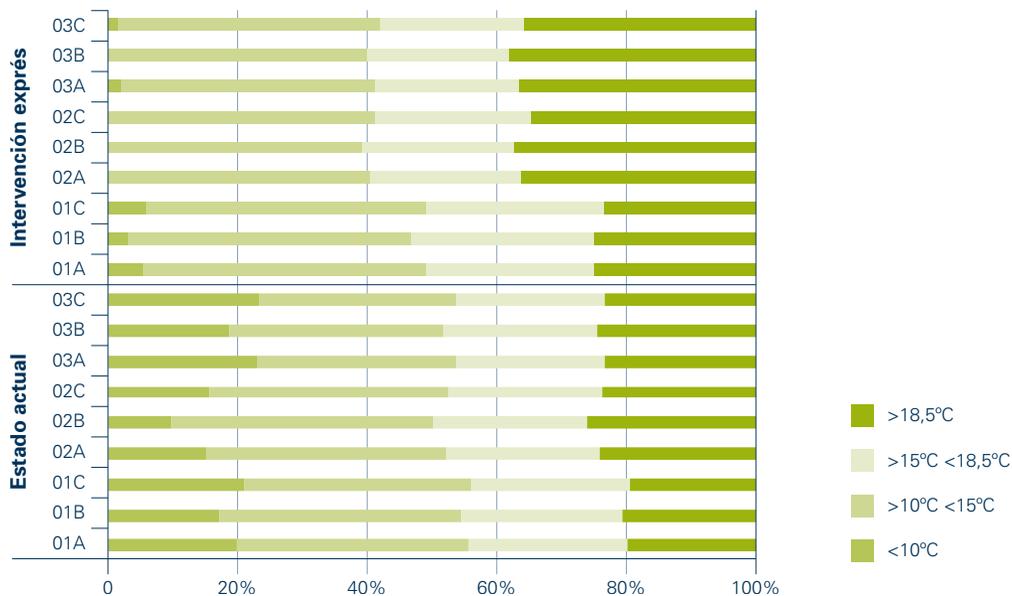


Figura 72. Distribución de temperaturas en el periodo frío en Madrid

Fuente: Elaboración propia



Figura 73. Distribución de temperaturas en el periodo cálido en Madrid

Fuente: Elaboración propia

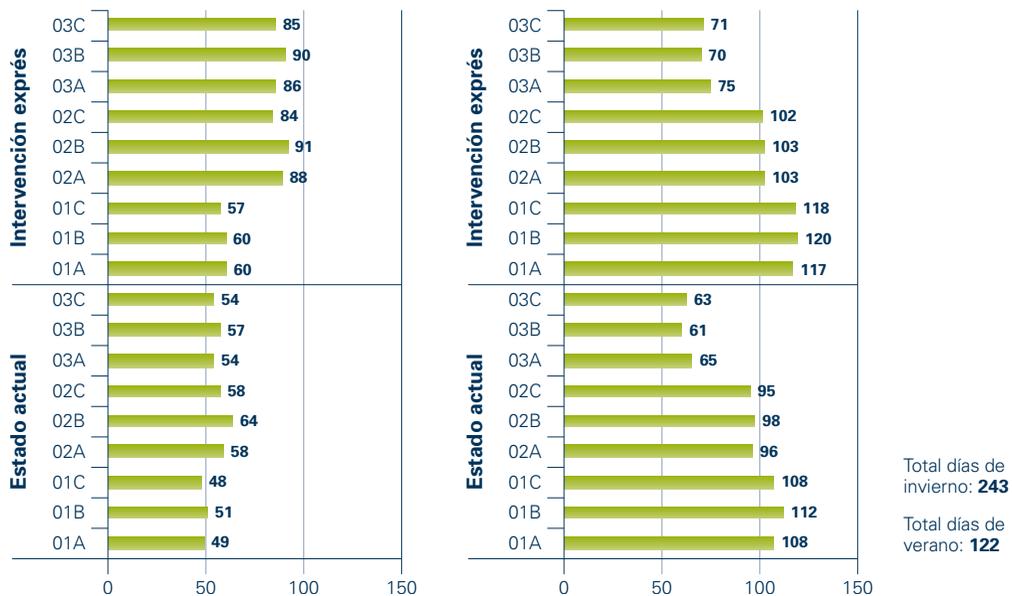


Figura 74. Días de bienestar en periodo frío y cálido en Madrid

Fuente: *Elaboración propia*

10.2.4 Temperaturas y horas de confort en Sevilla

El intenso periodo cálido de Sevilla se aprecia en la distribución de temperaturas en las viviendas sin el uso de sistemas de refrigeración. La intervención exprés tiene mayor efecto en las viviendas de plantas baja e intermedia. En el caso del invierno, aparecen sólo temperaturas ente los 10°C y los 15°C que se reducen significativamente con la intervención propuesta. En todas las viviendas se incrementa el número de días de confort tras la intervención tanto en invierno como en verano.

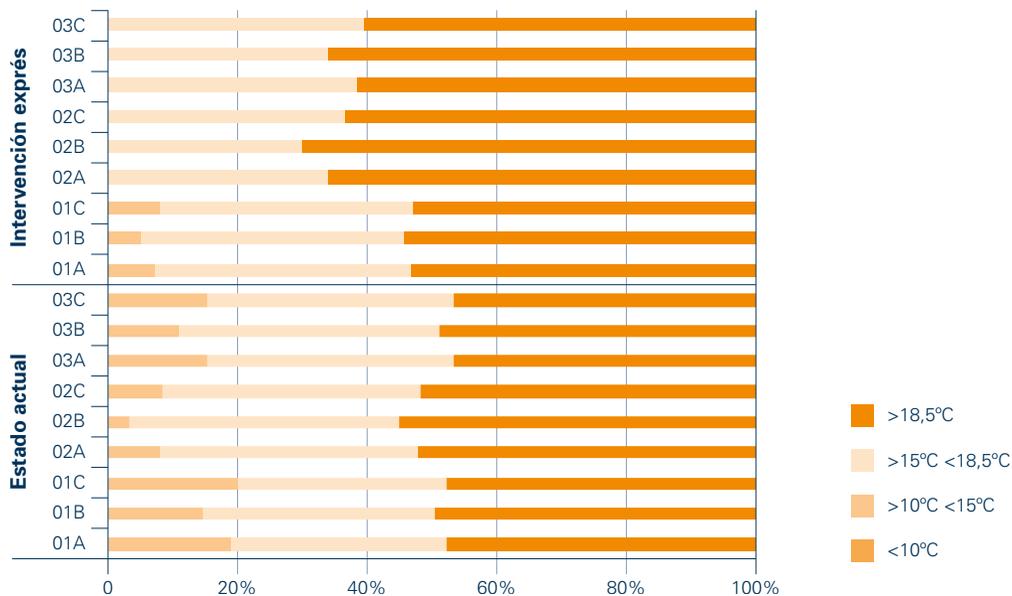


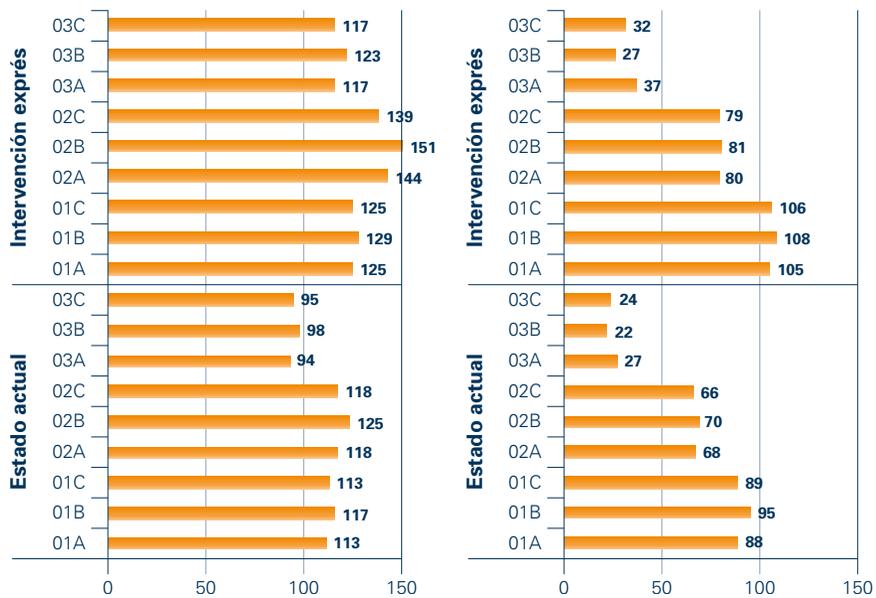
Figura 75. Distribución de temperaturas en el periodo frío en Sevilla

Fuente: Elaboración propia



Figura 76. Distribución de temperaturas en el periodo cálido en Sevilla

Fuente: Elaboración propia



Total días de invierno: **243**

Total días de verano: **122**

Figura 77. Días de bienestar en periodo frío y cálido en Sevilla

Fuente: *Elaboración propia*



Parte V

Recomendaciones

11. Recomendaciones

12. Bibliografía

11. Recomendaciones

A continuación, se recogen las principales recomendaciones de la aplicación de soluciones de bajo coste a las viviendas en cada una de las cuatro ciudades a partir de las conclusiones de cada uno de los apartados anteriores. Para ello se ha establecido un orden de prioridad en la ejecución de las medidas de intervención.

La clasificación permite conocer la efectividad de las medidas propuestas, desde la más efectiva 1, a la menos efectiva 7, en cada caso, y puede ser de ayuda a la hora de escoger las prioritarias, si no se cuenta con dinero si no se cuenta con dinero suficiente para realizar todas las medidas. Existen algunas medidas que no se aplican en determinadas viviendas debido a su posición relativa dentro del edificio, en este caso se indica como NA: No Aplicación.

11.1 Barcelona

Soluciones aplicadas	Panel aislante térmico en techo	Cambio de vidrios y carpintería	Sustitución de vidrios	Instalación de burletes en carpinterías	Aislamiento térmico en cámara de muro	Aislamiento trasdosado en muro	Instalación de toldos	Pintura en cubierta
Precio vivienda intermedia (€)	1.818	2.615	514	53	1.121	1.347	2.400	2.039
Precio vivienda en esquina (€)	1.816	2.615	514	53	1.652	1.959	2.400	2.072
Vivienda 03C	2	3	5	4	1	1	6	7
Vivienda 03B	2	3	5	4	1	1	6	7
Vivienda 03A	2	3	5	4	1	1	6	7
Vivienda 02C	NA	2	4	3	1	1	5	NA
Vivienda 02B	NA	2	4	3	1	1	5	NA
Vivienda 02A	NA	2	4	3	1	1	5	NA
Vivienda 01C	NA	2	4	3	1	1	5	NA
Vivienda 01B	NA	2	4	3	1	1	5	NA
Vivienda 01A	NA	2	4	3	1	1	5	NA

Tabla 101. Orden de efectividad de las soluciones en Barcelona

Fuente: Elaboración propia

La efectividad de los toldos puede ser mucho más importante en los casos de viviendas orientadas a Este y Oeste.

El orden de la efectividad puede variar en el caso de otras tipologías arquitectónicas, como aquellas que tengan patios de luces o que tengan diferentes orientaciones.

En el caso del relleno de cámara es necesario tener en cuenta la posición de los pilares respecto a la cámara aislada, y prever su forrado por el interior para limitar los puentes térmicos.

La medida de pintar la cubierta de blanco para reducir la energía absorbida en verano supone una reducción importante de la demanda de refrigeración, pero también representa un incremento de la demanda de calefacción si no se incrementa el aislamiento de la cubierta, por tanto, no se recomienda la primera medida si no se realiza la segunda.

11.2 A Coruña

Soluciones aplicadas	Panel aislante térmico en techo	Cambio de vidrios y carpintería	Sustitución de vidrios	Instalación de burletes en carpinterías	Aislamiento térmico en cámara de muro	Aislamiento trasdosado en muro	Instalación de toldos	Pintura en cubierta
Precio vivienda intermedia (€)	1.818	2.615	514	53	1.121	1.347	2.400	2.039
Precio vivienda en esquina (€)	1.816	2.615	514	53	1.652	1.959	2.400	2.072
Vivienda 03C	2	3	5	4	1	1	NA	NA
Vivienda 03B	2	3	5	4	1	1	NA	NA
Vivienda 03A	2	3	5	4	1	1	NA	NA
Vivienda 02C	NA	2	4	3	1	1	NA	NA
Vivienda 02B	NA	2	4	3	1	1	NA	NA
Vivienda 02A	NA	2	4	3	1	1	NA	NA
Vivienda 01C	NA	2	4	3	1	1	NA	NA
Vivienda 01B	NA	2	4	3	1	1	NA	NA
Vivienda 01A	NA	2	4	3	1	1	NA	NA

Tabla 102. Orden de efectividad de las soluciones en A Coruña

Fuente: Elaboración propia

Por las características de su clima, las viviendas en A Coruña no tienen demanda de refrigeración y, por lo tanto, la instalación de toldos o protecciones solares, así como el pintado de la superficie de la cubierta por el exterior no son imprescindibles.

El orden de la efectividad puede variar en el caso de otras tipologías arquitectónicas, como aquellas que tengan patios de luces o diferentes orientaciones en este y oeste que sí podrían necesitar protecciones solares.

En el caso del relleno de cámara es necesario tener en cuenta la posición de los pilares respecto a la cámara aislada, y prever su forrado por el interior para limitar los puentes térmicos.

11.3 Madrid

Soluciones aplicadas	Panel aislante térmico en techo	Cambio de vidrios y carpintería	Sustitución de vidrios	Instalación de burletes en carpinterías	Aislamiento térmico en cámara de muro	Aislamiento trasdosado en muro	Instalación de toldos	Pintura en cubierta
Precio vivienda intermedia (€)	1.818	2.615	514	53	1.121	1.347	2.400	2.039
Precio vivienda en esquina (€)	1.816	2.615	514	53	1.652	1.959	2.400	2.072
Vivienda 03C	2	3	5	6	1	1	4	7
Vivienda 03B	2	3	5	6	1	1	4	7
Vivienda 03A	2	3	5	6	1	1	4	7
Vivienda 02C	NA	2	3	5	1	1	4	NA
Vivienda 02B	NA	2	3	5	1	1	4	NA
Vivienda 02A	NA	2	3	5	1	1	4	NA
Vivienda 01C	NA	2	3	5	1	1	4	NA
Vivienda 01B	NA	2	3	5	1	1	4	NA
Vivienda 01A	NA	2	3	5	1	1	4	NA

Tabla 103. Orden de efectividad de las soluciones en Madrid

Fuente: Elaboración propia

La efectividad de los toldos puede ser mucho más importante en los casos de viviendas orientadas a Este y Oeste.

El orden de la efectividad puede variar en el caso de otras tipologías arquitectónicas, como aquellas que tengan patios de luces o diferentes orientaciones.

En el caso del relleno de cámara es necesario tener en cuenta la posición de los pilares respecto a la cámara aislada, y prever su forrado por el interior para limitar los puentes térmicos.

La medida de pintar la cubierta con pintura reflectante para reducir la energía absorbida en verano supone una reducción importante de la demanda de refrigeración, pero también representa un incremento de la demanda de calefacción si no se incrementa el aislamiento de la cubierta. Por lo tanto, no se recomienda la primera medida si no se realiza la segunda.

11.4 Sevilla

Soluciones aplicadas	Panel aislante térmico en techo	Cambio de vidrios y carpintería	Sustitución de vidrios	Instalación de burletes en carpinterías	Aislamiento térmico en cámara de muro	Aislamiento trasdosado en muro	Instalación de toldos	Pintura en cubierta
Precio vivienda intermedia (€)	1.818	2.615	514	53	1.121	1.347	2.400	2.039
Precio vivienda en esquina (€)	1.816	2.615	514	53	1.652	1.959	2.400	2.072
Vivienda 03C	2	3	5	6	1	1	4	7
Vivienda 03B	2	3	5	6	1	1	4	7
Vivienda 03A	2	3	5	6	1	1	4	7
Vivienda 02C	NA	2	3	5	1	1	4	NA
Vivienda 02B	NA	2	3	5	1	1	4	NA
Vivienda 02A	NA	2	3	5	1	1	4	NA
Vivienda 01C	NA	2	3	5	1	1	4	NA
Vivienda 01B	NA	2	3	5	1	1	4	NA
Vivienda 01A	NA	2	3	5	1	1	4	NA

Tabla 104. Orden de efectividad de las soluciones en Sevilla

Fuente: Elaboración propia

La efectividad de los toldos puede ser mucho más importante en los casos de viviendas orientadas a Este y Oeste.

El orden de la efectividad puede variar en el caso de otras tipologías arquitectónicas, como aquellas que tengan patios de luces o que tengan diferentes orientaciones.

En el caso del relleno de cámara es necesario tener en cuenta la posición de los pilares respecto a la cámara aislada, y prever su forrado por el interior para limitar los puentes térmicos.

La medida de pintar la cubierta con pintura reflectante para reducir la energía absorbida en verano supone una reducción importante de la demanda de refrigeración, pero también representa un incremento de la demanda de calefacción si no se incrementa el aislamiento de la cubierta, por tanto, no se recomienda la primera medida si no se realiza la segunda.

12. Bibliografía

ASHRAE 2013. ANSI/ASHRAE Standard 55-2013. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. (2013).

Díaz Jiménez, J. (2012). *Cambio global 2020/50 Cambio climático y salud*. Madrid. ISBN 9788461573073.

Eurostat (2016) Energy statistics – natural gas and electricity prices (en línea). Bruselas: Comisión Europea. Disponible en <http://ec.europa.eu/eurostat/data/database>.

Healy, J.D. (2003a). Excess winter mortality in Europe: a cross country analysis identifying key risk factors. *Journal of epidemiology and community health* [en línea], vol. 57, no. 10, pp. 784-9. ISSN 0143-005X. Disponible en:

<http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=1732295&tool=pmcentrez&render-type=abstract>.

Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía, IDAE (2007) Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía, IDAE (2010) Guía técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto.

Instituto para la Diversificación y el Ahorro de Energía, IDAE (2010) Guía técnica. Condiciones climáticas exteriores de proyecto.

Instituto para la diversificación y el Ahorro de Energía, IDAE (2011) Proyecto SECH-SPAHOUSEC Análisis del consumo energético del sector residencial en España. Informe final.

Instituto Nacional de Estadística (2015) Sistema de indicadores urbanos. Urban Audit 2015. Disponible en línea. www.ine.es

Instituto Nacional de Estadística (2013a) Sistema de indicadores urbanos. Urban Audit 2013. Disponible en línea. www.ine.es

Instituto Nacional de Estadística (2013b) Encuesta de Presupuestos Familiares 2013. Disponible en línea. www.ine.es

Instituto Nacional de Estadística (2011) Censo de población y vivienda 2011. Disponible en línea. www.ine.es

Instituto Nacional de Estadística (2008) Encuesta Hogares y Medio Ambiente. Disponible en línea. www.ine.es

Instituto Nacional de Estadística (2001) Censo de población y vivienda 2001. Disponible en línea. www.ine.es

Linares, C. 2008. Sobre la mortalidad diaria según diferentes grupos de edad. vol. 22, no. 2, pp. 115-119.

Luxán García de Diego, M.; Román López, E.; Gómez Muñoz, G. (2009) Estudio para la definición de parámetros con criterios prestacionales que establezcan condiciones de habitabilidad en las viviendas Departamento de Renovación Residencial de la D.G. de la Oficina del Centro del Área de Urbanismo del Ayuntamiento de Madrid / Fundación General UPM .

Luxán García de Diego, M.; Román López, E.; Gómez Muñoz, G. (2008) Estudio sobre Programa de Ayudas de Sostenibilidad y Eficiencia Energética de las edificaciones en Madrid. EMVS, Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo de Madrid / Fundación General UPM.

Luxán García de Diego, M.; Román López, E.; Gómez Muñoz, G. (2006) Estudio de criterios y procedimiento para la ejecución de programas de adecuación arquitectónica para la integración de medidas de sostenibilidad y accesibilidad en la rehabilitación de viviendas en el centro de Madrid. EMVS, Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo / Fundación General UPM.

Luxán García de Diego, M.; Román López, E.; Gómez Muñoz, G; Barbero Barrera, M.; Vázquez Espí, M.; Hernández Aja, A. (2006) Criterios de Sostenibilidad para la Rehabilitación Privada de Viviendas en barrios de la periferia de Madrid. EMVS, Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo / Convenio Investigación Fundación General UPM.

Luxán García de Diego, M.; Román López, E.; Gómez Muñoz, G; Barbero Barrera, M; Vázquez Espí, M. (2006) Criterios de Sostenibilidad para la Rehabilitación Privada de Viviendas en el centro de Madrid. EMVS, Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo / Fundación General UPM.

ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (2009). Improving public health responses to extreme EuroHEAT.

Sánchez-Guevara, C. y Neila González, F.J. (2012). Metodología para la evaluación energética y la detección de áreas prioritarias de intervención dentro de barrios de viviendas. Departamento De Arquitectura. Universidad Del País Vasco (Ed.), *III European Conference On Energy Efficiency And Sustainability In Architecture And Planning*. San Sebastián.

Sánchez-Guevara, C; Sanz Fernández, A.; Hernández Aja, A. (2015) Income, energy expenditure and housing in Madrid: retrofitting policy implications. *Revista Building Research and Information*. Vol. 43, no. 6. Pag 737- 749. Editor Routledge.

Sánchez-Guevara, C., Sanz Fernández, A., Hernández Aja, A., Neila González, F.J. (2015) Fuel poverty analysis in three Spanish Autonomous Regions. Some retrofitting policy considerations. *III International Congress on Construction and Building Research*. Universidad Politécnica de Madrid.

Sánchez-Guevara, C., Román López, E., Gómez Muñoz, G. (2014) Fuel poverty as a determinant in energy retrofitting actions. I Congreso Internacional sobre investigación en Construcción y Tecnología Arquitectónicas. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

Sánchez-Guevara, C. (2016) Propuesta metodológica de evaluación de la pobreza energética en España. Nuevos indicadores para la rehabilitación de viviendas. Tesis doctoral. 25 de enero de 2016.

Sánchez-Guevara Sánchez, C., Mavrogianni, a., Neila González, F.J. (2017). On the minimal thermal habitability conditions in low income dwellings in Spain for a new definition of fuel poverty. *Building and Environment*. 114, 344–356 doi: <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.12.029>.

Sanz, A. Gómez, G., Sánchez-Guevara, C., Núñez, M. (2016). Estudio técnico sobre pobreza energética en la ciudad de Madrid. Informe de Ecologistas en Acción para el Ayuntamiento de Madrid.

The Eurowinter Group (1997). Cold exposure and winter mortality from ischaemic heart disease, cerebrovascular disease, respiratory disease, and all causes in warm and cold regions of Europe. *The Lancet*, vol. 349, no. 9062, pp. 1341-1346. DOI [http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736\(96\)12338-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0140-6736(96)12338-2).

Tirado Herrero., S., Jiménez Meneses, L., López Fernández, J.L., Perero Van Hove, E., Irigoyen Hidalgo, V.M., Savary, P. (2016). Pobreza, vulnerabilidad y desigualdad energética. Nuevos enfoques de análisis. Asociación de Ciencias Ambientales, Madrid.

US Department Of Energy (2014). EnergyPlus Engineering Reference. The Reference to EnergyPlus Calculations.

Wilkinson, P., Smith, K.R., Beevers, S., Tonne, C. y Oreszczyn, T. (2007). Energy, energy efficiency, and the built environment. *Lancet*, vol. 370, no. 9593, pp. 1175-1187. ISSN 01406736. DOI 10.1016/S0140-6736(07)61255-0.

Publicaciones de la Fundación Gas Natural Fenosa

Guías técnicas de energía y medio ambiente

- 1 Depuración de los gases de combustión en la industria cerámica
- 2 Generación eléctrica distribuida
- 3 La degradación y desertificación de los suelos en España
- 4 El uso del gas natural en el transporte: fiscalidad y medio ambiente
- 5 La protección jurídica de los espacios naturales
- 6 Los jóvenes españoles ante la energía y el medio ambiente.
Buena voluntad y frágiles premisas
- 7 La fiscalidad ambiental de la energía
- 8 Las energías renovables en España. Diagnóstico y perspectivas
- 9 Guía de la eficiencia energética en edificios para Administradores de Fincas
- 10 Las tecnologías de la información y las comunicaciones y el medio ambiente
- 11 El papel de los bosques españoles en la mitigación del cambio climático
- 12 Recuperación energética ecoeficiente de residuos. Potencial en España
- 13 El consumo de energía y el medio ambiente en la vivienda en España.
Análisis de ciclo de vida (ACV)
- 14 El periodismo ambiental. Análisis de un cambio cultural en España
- 15 La electricidad solar térmica, tan lejos, tan cerca
- 16 Redes energéticas y ordenación del territorio
- 17 Empresa, tecnología y medio ambiente.
La aplicación de la norma IPPC en la Comunidad Valenciana
- 18 La contribución del gas natural a la reducción de emisiones a la atmósfera en España
- 19 El CO₂ como recurso. De la captura a los usos industriales
- 20 Casos prácticos de eficiencia energética en España
- 21 La energía de los vegetales. Contribución de las plantas y los microorganismos
a la producción de energía
- 22 Las redes eléctricas inteligentes
- 23 La eficiencia energética en el alumbrado
- 24 La energía eólica
- 25 Eficiencia energética en la rehabilitación de edificios
- 26 El almacenamiento de electricidad
- 27 La creación de valor compartido en el sector energético
- 28 Energía y Agua

Cuadernos de energía y medio ambiente

- 1 Señalización de sendas en el Parque Regional de Picos de Europa
- 2 Cambio de clima en el sector de la energía: una nueva ola de oportunidades de inversión
respetuosa con el medio ambiente
- 3 Guía de la eficiencia energética en la vivienda de Navarra
- 4 Calidad del aire urbano, salud y tráfico rodado
- 5 La energía solar térmica y el gas natural en la Comunidad de Madrid
- 6 Mejora de la calidad del aire por cambio de combustible a gas natural en automoción.
Aplicación a Madrid y Barcelona
- 7 Conciencia ambiental y ahorro energético. Estudio con escolares de la Comunidad de Madrid

Internacional

- 1 Condiciones de entrada de productos argentinos a la Unión Europea.
Una referencia especial a las consecuencias medioambientales y de sostenibilidad
- 2 *Foreste e ciclo del carbonio in Italia: come mitigare il cambiamento climatico*
- 3 *Retele electriche inteligente*

Biblioteca de historia del gas

- 1 Una historia del gas en Alicante
- 2 La industria del gas en Córdoba (1870-2007)
- 3 La industria del gas en Galicia: del alumbrado por gas al siglo XXI, 1850-2005
- 4 La familia Gil. Empresarios catalanes en la Europa del siglo XIX
- 5 La Real Fábrica de Gas de Madrid
- 6 La tecnología del gas a través de su historia
- 7 Un model d'empresa energètica local: "Gas Reusense" (1854-1969)
- 8 La industria del gas en Cádiz (1845-2012)
- 9 La sociedad General Gallega de Electricidad y la formación del sistema eléctrico gallego
(1900-1955)
- 10 *Història de la indústria del gas a Catalunya*

Museo del gas

- 1 Juli Batllevell, un gaudinià oblidat
- 2 Publicidad para una historia. 170 años de compañía
- 3 La belleza de la máquina. Fotografía industrial de Ramon de Baños (1890-1980)
- 4 Un caleidoscopio en la ciudad



www.fundaciongasnaturalfenosa.com