Escuela Politécnica Superior de Linares

Grado en Ingeniería eléctrica

Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MEDIDAS DE MEJORA PARA LA CALIFICACIÓN DE UN INMUEBLE

Alumno: Alberto Puche Rubio

Tutor: Prof. D. Francisco Jurado Melguizo

Depto.: Ingeniería Eléctrica

Junio, 2020

Universidad de Jaén

Escuela Politécnica Superior de Linares

Trabajo Fin de Grado

ESTUDIO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA Y MEDIDAS DE MEJORA PARA LA CALIFICACIÓN DE UN INMUEBLE

Fdo. D. Francisco Jurado Melguizo

Tutor del trabajo

Fdo. Alberto Puche Rubio

Autor del trabajo

JURADO MELGUIZO FRANCISCO - 26192159N

Firmado digitalmente por JURADO MELGUIZO FRANCISCO - 26192159N
Fecha: 2020.06.18 15:16:16 +02'00'

RESUMEN

En este Trabajo de Fin de Grado me propongo llevar a cabo de una forma eficaz la evaluación energética de un inmueble, para la posterior obtención de su certificado energético. A lo largo de este documento se presenta el software CE3X, el cual ejecuta métodos simplificados para conseguir tal fin. El funcionamiento del programa se basa en la comparativa entre un banco de datos, donde se recogen las características de las ciudades más simbólicas que conforman cada una de las zonas climáticas, y el inmueble del que se va a llevar a cabo la certificación energética.

Con la finalidad de optimizar la calificación energética obtenida del inmueble y que esto contribuya a una disminución del consumo de energía, tras la emisión del certificado se propondrán diferentes medidas de mejora; haciendo a su vez un estudio sobre la rentabilidad, de tipo económico, de cada una de las alternativas planteadas.

ABSTRACT

In this Final Degree Project, my proposal is to carry out an energetic evaluation of a property in an effective way, in order to obtain its energy certificate. Throughout this document the CE3X software is introduced, which executes simplified methods to achieve this aim. The operation of the program is based on a comparison using a data bank, where the characteristics of the most symbolic cities that make up each of the climatic zones are collected, and the property on which the energetic certification will be based on.

In order to optimize the energetic rating obtained from the property and to contribute to a decrease in energy consumption, once the certificate is issued, different improvement measures will be proposed. At the same time, a review about the economic profitability it has been elaborated for each one of the options proposed.

.

INDICE DE CONTENIDOS.

1. INTRODUCCIÓN. 7

2. ANTECEDENTES Y ASPECTOS CONCEPTUALES. 8

2.1 Evolución del uso de la energía. Fuentes de energía y consumo. 8

2.2 Aspectos conceptuales. 12

2.2.1 La eficiencia energética. 12

2.2.2 La certificación energética. 13

2.2.3 Fuentes de energía térmicas aprovechables para viviendas. 15

2.2.3.1 El calor procedente de la materia orgánica: Bioenergía. _____ 15

2.2.3.2 La radiación del sol: Energía solar (térmica o termosolar y solar fotovoltaica). ___ 16

2.2.3.3 Bombas de calor de alta eficiencia energética. _____ 18

2.2.3.3.1 ENERGÍA GEOTÉRMICA. 19

2.2.3.3.2 ENERGÍA HIDROTERMICA. 19

2.2.3.3.3 ENERGÍA AEROTÉRMICA. 20

2.2.3.4 Microcogeneración de alta eficiencia energética. _____ 21

2.2.4 Sistemas de aislamiento térmico para viviendas. 22

2.3 Reglamentación aplicada. 23

2.3.1 Real Decreto 235/2013. 24

2.3.2 Real Decreto 314/2006: Código Técnico de la Edificación (CTE). 25

2.3.3 Real Decreto 1027/2007: Reglamento de Instalaciones Térmicas en edificios (RITE). 26

3. FINALIDAD Y OBJETIVOS DEL TRABAJO. 27

4. VENTAJAS CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA..... 28

5. OBTENCIÓN DEL CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA. 29

5.1 Programa para el certificado (CE3X). 30

5.2 Pasos en la obtención del certificado. 33

5.2.1 Datos administrativos. 33

5.2.1.1 Localización e identificación del edificio. _____ 33

5.2.1.2 Catastro. _____ 34

5.2.2 Datos generales y definición del edificio. 35

5.2.2.1 Normativa vigente. _____ 36

5.2.2.2 Zona climática. _____ 36

5.2.2.3 Superficie útil habitable. _____ 38

5.2.2.4 Altura libre de planta. _____ 39

5.2.2.5 Número de plantas habitables. _____ 40

5.2.2.6 Ventilación del inmueble. _____ 40

5.2.2.7 Demanda diaria de ACS. _____ 43

5.2.2.8 Masa de particiones. _____ 45

5.2.2.9 Recopilación de datos. _____ 45

5.2.2.10 Imagen del edificio y plano de situación. _____ 46

5.3 Envolvente térmica. 46

5.3.1 Características envolventes térmicas. 46

5.3.2 Definición y cálculo de la envolvente térmica. 47

5.3.2.1 Cubierta. 47

5.3.2.2 Muros. 48

5.3.2.3 Huecos. 49

5.3.2.4 Puentes térmicos. 53

5.4 Instalaciones térmicas. 54

5.4.1 Equipo de ACS. 54

5.4.2 Equipo de calefacción y refrigeración. 57

5.5 Contribuciones energéticas por fuentes de energía renovable y generación eléctrica mediante renovable o cogeneración. 61

5.6 Definición de sombras. 61

5.7 Obtención de la calificación energética. 67

5.8 Medidas de mejora. 70

5.8.1 Medida de mejora 1: Sustitución de equipos por bomba de calor de alta eficiencia energética, Aerotermia. 71

5.8.1.1 Descripción. 71

5.8.1.2 Rendimiento de la bomba de Calor. 72

5.8.1.3 Calificación energética mejorada. 78

5.8.2 Medida de mejora 2: Aislamiento térmico de fachada principal. 79

5.8.2.1 Descripción. 79

5.8.2.2 Calificación energética mejorada. 81

5.8.3 Medida de mejora 3: Conjunto de medidas de mejora, instalación y envolvente. 82

5.8.4 Comparación de los conjuntos de medidas de mejora definidas. 83

6. PRESUPUESTO. *83*

7. ANALISIS ECONÓMICO DE LAS MEDIDAS DE MEJORA. *86*

7.1 Facturas. **86**

7.2 Datos económicos. **86**

7.3 Valoración económica de las medidas de mejora. **86**

7.4 Resultados. **87**

8. EMISIÓN DEL CERTIFICADO ENERGÉTICO. *89*

9. CONCLUSIONES. *89*

10. FUENTES DE INFORMACIÓN *91*

ANEXOS *93*

1. INTRODUCCIÓN.

El cambio climático, el incremento de la contaminación, el calentamiento global, la sensible crecida del costo de la energía convencional y los problemas derivados del uso intensivo de los combustibles fósiles, que son insostenibles y por lo cual no pueden conservarse de forma ilimitada, ha llevado a replantearnos el uso que se hace de la energía. Por esto, cada vez más la sociedad camina hacia alcanzar una vivienda energéticamente eficiente y dar máxima consideración a la eficiencia energética y al ahorro energético.

La evolución en el área tecnológica, social y económica que ha tenido lugar a lo largo de los últimos años en nuestra geografía nacional ha incrementado el gasto energético derivado del uso generalizado de electrodomésticos, sistemas de refrigeración y nuevas tecnologías en las viviendas. Este incremento del uso de la energía eléctrica es una de las preocupaciones y problemáticas en la sociedad de hoy día.

Para reducir el impacto de este gasto energético, las políticas y los profesionales se centran en la optimización de la eficiencia energética de las distintas construcciones que consiste básicamente en disminuir las demandas de tipo energético, potenciar la eficiencia energética de las instalaciones y una de las más importantes, aumentar la utilización de las energías procedentes de fuentes renovables. Este modelo energético a seguir es uno de los retos más importantes que tiene como misión la humanidad en los próximos años, cobrando una especial importancia en este marco la certificación energética de los edificios.

En las dimensiones medioambiental, social y económica, la realización del certificado energético en las viviendas trae consigo múltiples ventajas. En primer lugar, permite identificar los lugares en los que hay pérdidas energéticas posibilitando un ahorro significativo en las facturas de energía eléctrica y aumentando el valor del inmueble, debido a que la calificación energética es mejor. En segundo lugar, supone una de las mejores opciones para amortiguar las consecuencias negativas sobre el medio ambiente, debido a que gases vertidos a la atmosfera, como el CO_2 y los gases de efecto invernadero, se ven disminuidos. Para finalizar, una optimización en los inmuebles de la eficiencia energética da lugar a una mayor salud y bienestar en la población, del mismo modo se

favorece el impulso del empleo y amortigua las consecuencias negativas de la pobreza energética.

El propósito del presente trabajo de fin de grado (de aquí en adelante TFG) es realizar y estudiar los resultados de un certificado de eficiencia energética de un inmueble existente mediante la utilización del software gratuito CE3X, en su versión 2.3 del cual obtendremos la calificación energética de la vivienda.

Este software nos servirá para identificar las necesidades energéticas de la vivienda y así poder estudiar la posibilidad de establecer distintas actuaciones para conseguir aumentar la calificación energética del inmueble, reducir el consumo energético y considerar la integración de energías renovables en el abastecimiento.

Como aval normativo para la realización de este trabajo de fin de grado y basándonos en la legislación que regula la certificación energética de inmuebles en nuestro país, se va a tomar como referencia la que se detalla en el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE), en el Código Técnico de Edificación (CTE) y la Certificación energética en edificios.

2. ANTECEDENTES Y ASPECTOS CONCEPTUALES.

2.1 Evolución del uso de la energía. Fuentes de energía y consumo.

Cuando hablamos de energía, tratamos un tema con una indescifrable amplitud. A lo largo del tiempo se ha estado en continua invención e indagación de nuevas fuentes de energía, muchas de las cuales han sido descubiertas por casualidad, ensayo-error o por encontrar soluciones a problemas. Es por esta razón, por la que resulta interesante hacer un recorrido a lo largo de la historia sobre las distintas fuentes de energía que han ido surgiendo y cuál ha sido la evolución en su uso.

La primera fuente de energía de la que se tiene constancia es el fuego, el cual fue descubierto en Israel en el año 770.000 a.c. Sin embargo, la primera vez que se usó el fuego como medio complementario para explotar otro recurso natural fue en el año 2000 a.c., cuando los chinos con el fin de calentarse y cocinar comenzaron a quemar carbón.

Más adelante, alrededor del año 200, en Europa se empiezan a construir ruedas en arroyos y ríos para utilizar el agua como fuente de energía, convirtiéndose este hecho en el precedente a la construcción del primer molino de viento en el año 1000, de mano de los persas. Paralelamente, los chinos empiezan a recolectar y refinar petróleo para utilizarlo como combustible para lámparas.

Entre los años 1600 y 1700, se empieza a transformar el carbón en ardiente coque, combustible que adquirió una gran importancia en los siglos XVIII Y XIX, y que gracias a la repercusión que llegó a tener tuvo cabida su uso en la industria del siglo XX. El uso del carbón durante el siglo XVI hace que los combustibles utilizados hasta ese momento como fuente de energía se releguen a un segundo plano y que, por ende, la labor minera se vea incrementada con el fin de conseguir este mineral.

El siglo XIX fue muy importante en relación a las fuentes de energía explotadas y los descubrimientos hechos. De una forma más concreta, fue en el año 1820 cuando tuvo lugar la primera perforación de Gas Natural (Fredonia, Nueva York) y en este mismo año se utiliza por primera vez la energía geotérmica para el calentamiento de edificios. También merece la pena destacar el descubrimiento del electromagnetismo y del generador eléctrico, que tuvo lugar en el año 1830 de mano de Faradday. Gracias a este descubrimiento se empieza a indagar en el estudio y desarrollo del motor y el relé. Además, en 1850 se perforó el primer pozo de petróleo en Titusville (Florida) y en 1860 el francés Auguste Mouchout fabricó el primer generador de energía solar, utilizando un espejo donde se reflejaba la luz del sol y se creaba vapor. Entre los años ochenta y noventa, de este mismo siglo, Nikola Tesla inventó el sistema de Corriente Alterna (CA) de generación eléctrica, que fue lo que permitió la conexión a lo largo del mundo, debido a que este sistema de corriente alterna se convierte en un estándar.

En el siglo XX tienen lugar una serie de hechos determinantes que dan lugar a una revolución en el modo y uso de la energía. Aquí se puede destacar la construcción de la primera planta de energía nuclear en el año 1950 en Obninsk y en Shippingport o la primera crisis por los precios del petróleo al inicio de los años sesenta. Durante esta crisis, los países árabes proclaman el embargo del petróleo, se apropian del dominio tanto del incremento de los precios como de la magnitud de los aprovisionamientos de la primordial fuente de energía. Los grandes incrementos en los precios del petróleo de 1973 impulsaron el primer intento normativo, dirigido a rebajar el gasto de calefacción en los

edificios de nueva construcción, mediante el Real Decreto 1490/75 del día 12 de junio, que establecía las primeras medidas para disminuir el gasto energético por medio de una apropiada construcción de los edificios. Esto dio lugar al Real Decreto 2429/79 del 6 de julio de 1979, por el que se aprobaba la norma básica NBE-CT-79 de aislamiento térmico en los edificios. A finales de la década de los setenta, el petróleo incremento más su precio. Para los años ochenta con la segunda crisis del petróleo nace el Real Decreto 1618/1980 donde se estipula la regulación de instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria, para el establecimiento de las condiciones que debían efectuar en las instalaciones térmicas no industriales.

Es a partir de aquí, cuando los científicos comienzan a percatarse en que quemar combustible fósil nos lleva catastróficamente a un cambio climático global, por lo que para finales de los ochenta el precio del barril de petróleo era diez veces más caro que a principios de los setenta. Sin embargo, el precio del petróleo en el año 1985 vuelve a bajar, como consecuencia de la explotación de nuevos yacimientos.

Para el 2000, cada vez son más complicados los sistemas para extraer combustible fósil de las reservas de petróleo porque hay un aumento en el impulso por incrementar fuentes de energía alternativas, como la solar, geotérmica o eólica. Ciertos países como parte de su plan energético comienzan a elaborar medidas políticas respecto a la energía e investigar sobre qué energías de fuentes renovables son más eficientes y eficaces.

El desarrollo de la energía eólica tiene lugar en 2006 debido a que se encuentran métodos más eficientes con los que se pueden reducir la contaminación acústica por el ruido del viento y se empiezan a elaborar sistemas más estéticos.

Con respecto a la energía solar, en 2009, España es considerada como uno de los países con mayor irradiación solar, lo que convierte a nuestro país en un lugar perfecto para la instalación de celdas fotovoltaicas, reconociéndose como uno de los países con mayor potencia fotovoltaica instalada en el mundo. Para el año 2014, nuestro país se sitúa respecto a la generación de energía solar por encima de otros países, contando con la mayoría de plantas solares en toda Europa, aunque sigue siendo un porcentaje bajo de la demanda. Además, se le empieza a dar un valor protagonista a la concienciación por parte de la población de la importancia de un adecuado uso de la energía. Por lo que desde el

Ministerio de Energía y Turismo (MINETUR) se lanzaron varias campañas para fomentar el ahorro y la eficiencia energética.

En la actualidad, los esfuerzos se centran en buscar soluciones inmediatas al problema energético al que nos enfrentamos, más que en perforar pozos sin control. Las centrales o plantas de energía (nucleares y termoeléctricas o centrales térmicas), han ido apostando por sistemas más eficientes para surtir nuestras necesidades. Nuestro país en 2019, se cerró con récord de bajas emisiones, coincidiendo con el año en el que la generación de energía fue más limpia, donde las emisiones de CO_2 por la generación de carbón se vio disminuida más de nueve puntos en la generación de electricidad y con el momento de mayor instalación de industria renovable. En el año 2020, año actual, se prevé cumplir el objetivo 20-20-20 de la Unión Europea, que se basa en llegar al 20% en la energía procedente de fuentes renovables, disminuir en un 20% las emisiones de CO_2 y ahorrar mediante una mayor eficiencia energética un 20% del consumo. En el mes de marzo de este mismo año, las emisiones de CO_2 relacionadas con la generación eléctrica han sido las más bajas desde el 2007. La razón de esta nueva cifra histórica se debe a una doble vía, por un lado, a las condiciones climáticas que fomentaron el impulso de las energías renovables y también por los impactos producidos por el covid-19. Para "Red Eléctrica de España" este mes ha sido decisivo porque por vez primera la energía eólica fue la principal fuente de producción eléctrica, con un 27 por ciento de la generación y coincidiendo con que el 1 de marzo fue el segundo día con menos emisiones asociadas a la generación eléctrica en España. Este dato refleja un rebase con respecto a la energía nuclear, que suministró al sistema el 24 por ciento. Por último, la generación de energía hidráulica se situó en un 14.8 por ciento.

A partir de 2021 cualquier edificación de nueva construcción, según las previsiones, deberá poseer un gasto energético prácticamente nulo. Por lo que el petróleo, gas y carbón dejarán paso finalmente al sol, al mar y al viento como sistemas de energía principales en España.

Para 2030 de acuerdo con el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PINEC), el 70% de la generación eléctrica debe ser renovable. En nuestra geografía se puede llegar a estas cifras de una forma sencilla, ya que contamos con recursos para reducir la dependencia energética, combatir contra la contaminación y el efecto invernadero, Además, contamos con muchas horas de sol, agua, viento y lluvias, que unido a todo lo

descrito nos permitiría la obtención y uso de energía de una forma poco contaminante, a precios reducidos y de una manera limpia. Por todo esto, no tendría sentido que en nuestra geografía nacional se comprase a otros países energía más contaminante, a mayores precios y no se aproveche la energía renovable, limpia y a menor precio con la que contamos.

2.2 Aspectos conceptuales.

2.2.1 La eficiencia energética.

La palabra eficiencia en su etimología procede de latín, cuyo significado según la RAE es la disposición de algo o alguien para obtener un efecto determinado, siendo el nexo entre obtención y rentabilidad. En relación a la eficiencia y en el contexto que nos ocupa, se puede definir la eficiencia energética como la relación entre la energía útil y la empleada, consumiendo la imprescindible y no más.

El concepto de eficiencia energética ha adquirido un significado más amplio en las últimas décadas, debido a que ya no se utiliza únicamente para designar la optimización en el uso de la energía, sino en cómo esta optimización influye en el medio ambiente y en la vida del ser humano, aspecto crucial que ha servido de motivante en la elaboración de este TFG.

Un amplio porcentaje del consumo de energía, en torno al cuarenta por ciento, se corresponde con el gasto que se hace desde el sector de la edificación. Aunque este dato es muy significativo, también se ha de tener en cuenta que un cincuenta por ciento de esta energía puede ser potencialmente ahorrada.

Es por la importancia y magnitud del uso de energía en este sector, por lo que merece la pena especificar qué se considera como eficiencia energética aplicada a los edificios. Es por ello, que se remite de manera literal a la definición aportada por la Directiva Europea sobre Eficiencia Energética en los Edificios donde la entiende como "*La cantidad de energía consumida realmente o que se estime necesaria para satisfacer las distintas necesidades asociadas a un uso estándar del edificio, que podrá incluir, entre otras cosas, la calefacción, el calentamiento del agua, la refrigeración, la ventilación y la iluminación. Dicha magnitud deberá quedar reflejada en uno o más indicadores cuantitativos calculados teniendo en cuenta el aislamiento, las*

características técnicas y de la instalación, el diseño y la orientación, en relación con los aspectos climáticos, la exposición solar y la influencia de construcciones próximas, la generación de energía propia y otros factores, incluidas las condiciones ambientales interiores, que influyan en la demanda de energía".

2.2.2 La certificación energética.

Un certificado energético es el documento que nos informa sobre la eficacia de los edificios a la hora de consumir energía y las emisiones de CO_2 que emite a la atmosfera. La necesidad del uso de la certificación energética surge de los problemas que hubo en la crisis energética entre los años setenta y ochenta, que requirió de una política energética que estableciera soluciones. Para esto, durante un extenso periodo de tiempo se establecieron actuaciones para bajar la dependencia del petróleo, guardar energía, facilitar la infraestructura energética, desarrollar los recursos propios y las energías renovables.

El gasto de energía conlleva un desembolso considerable en la economía doméstica mensual, este desembolso puede significar una circunstancia determinante en la decisión final para comprar o alquilar una vivienda o local. Por esto, lo importante del certificado de eficiencia energética (CEE), el cual te puede contribuir con este dato y su consecuencia en un largo periodo, debería ser un factor decisivo.

De los veintisiete países que conforman la unión europea, además de Noruega y Croacia, España fue el último país en implantar la normativa de certificación de eficiencia energética. Si se tuviera que tomar algún país como referente, este sería Reino Unido, pionero en crear una normativa que regulaba las materias de calificación energética (Energy Rating) para viviendas de nueva construcción desde 1995 y donde en edificios existentes es obligatoria la certificación energética desde 2007. Además, este documento británico de certificación energética es de los mejores y más completos de Europa y con el que se persigue que los edificios de nueva construcción sean edificios de gasto cercano a cero.

En España se cumplen siete años de la puesta en marcha del Real Decreto sobre certificación energética de edificios existentes y anualmente incrementa la calidad energética de las viviendas de nueva construcción de acuerdo a los últimos datos provenientes del Instituto para el Ahorro y la Diversificación Energética (IDAE). En estos

años se ha observado un incremento en la sensibilidad sobre la certificación energética**,** así mismo, los dueños de los inmuebles cada vez tienen más conocimiento de la obligatoriedad de cumplir el trámite para alquiler o venta como valor agregado a la vivienda. El carácter preceptivo de realizar el certificado de eficiencia energética desemboca en que las viviendas y edificios que tienen mejor calificación energética sean los que se alquilen o vendan de una forma más temprana. De este modo se impulsan las construcciones y reformas en los inmuebles que obtengan una peor valoración, asegurando una mayor eficacia energética y en consecuencia aumentando el ahorro que implica a medio-largo plazo.

Relacionado con lo anterior y con el fin de la reducción del uso de la energía, se establece con carácter obligatorio que todos los electrodomésticos han de añadir una etiqueta de eficiencia energética. La etiqueta de eficiencia energética **(Figura 1)** mide el consumo de refrigeración, calefacción y agua caliente sanitaria (ACS), el consumo por estas tres características ronda el 69% del gasto total de energía en una vivienda. La etiqueta de eficiencia energética se basa en la regla nemotécnica dentro de una escala que abarca siete letras, desde la A (Ahorro, vivienda más eficiente) hasta la G (Gasto, menos eficiente). Las letras intermedias D-E marcan el aprobado en disciplina de eficiencia energética, mientras que la B-C indica un consumo reducido de energía.

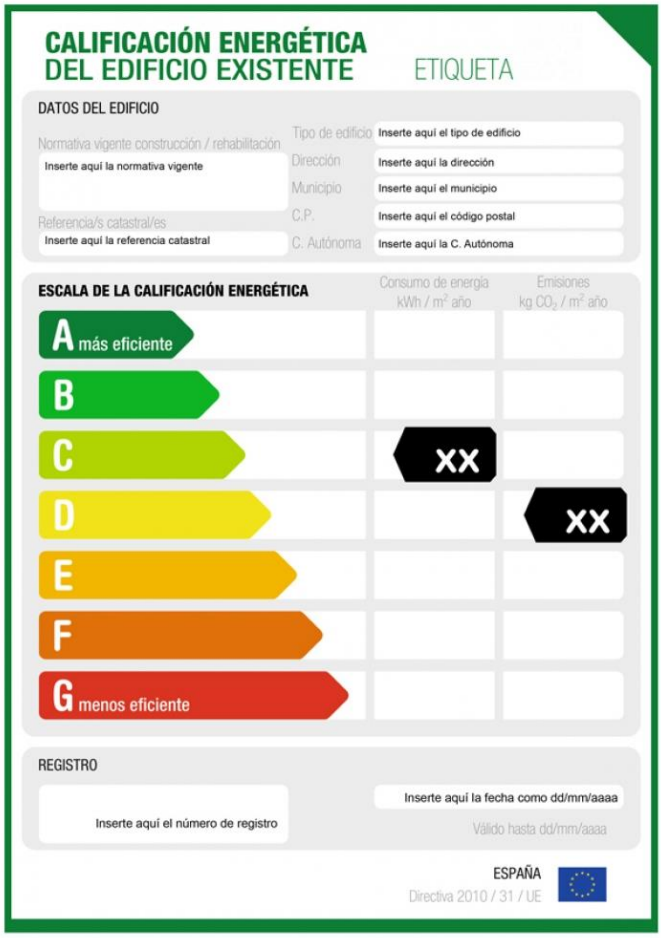


Figura 1. Etiqueta energética.

2.2.3 Fuentes de energía térmicas aprovechables para viviendas.

Existen muchos tipos de fuentes de energía térmica en la naturaleza que se pueden utilizar para generar electricidad y calor. Así, las principales fuentes de energía que se plantean para la utilización en viviendas son: bioenergía, la energía solar, las distintas bombas de calor de alta eficiencia energética y la microcogeneración de alta eficiencia energética.

2.2.3.1 El calor procedente de la materia orgánica: Bioenergía.

La bioenergía o biomasa es una fuente de energía renovable obtenida de sustancias orgánicas e industriales formadas en ciertos procesos biológicos o mecánicos. El abuso de esta energía daría lugar a que ésta no fuera renovable. Las bioenergías se pueden

clasificar según su origen en naturales o residuales. Las bioenergías naturales son las que provienen de manera directa de las plantas y árboles, mientras que las de tipo residual son los desechos urbanos (como, por ejemplo: residuos de mataderos, serrín, el estiércol o lodos de depuradora).

La legislación considera a la biomasa como una energía limpia y renovable porque tiene en cuenta que la cantidad de CO_2 que expulsa el combustible utilizado en su combustión, lo compensa con la cantidad de CO_2 que absorbe la planta en su crecimiento por el proceso de la fotosíntesis, por lo tanto, sus emisiones se consideran neutras.

Pero la neutralidad y la no contaminación de las emisiones de CO_2, no es cierta, las calderas provocan emisiones fruto de la combustión, gases perjudiciales y sólidos en suspensión. Además, las cenizas requieren una adecuada gestión, porque no desechadas adecuadamente provocan contaminación en el suelo y agua. Por esto, en caso de que se intensifique su instalación, puede producir problemas a medio plazo, más aún en ambientes urbanos. Por lo cual, utilizando este tipo de medidas no estamos tratando bien al medio ambiente y además se contribuye a la deforestación de los parques naturales.

Por otro lado, vale la pena destacar otras casuísticas que muestran que este tipo de energía no resulta del todo eficiente. Por ejemplo: el almacenamiento de esta biomasa, el espacio mayor para la instalación por el uso de calderas más grandes, y el requerimiento de un mantenimiento más exhaustivo que el de una caldera de gas natural o gasóleo (limpieza, riesgo de escapes, etc.). Por último, los resultados de la combustión por caldera de biomasa son químicamente más corrosivos que los de combustibles fósiles, por lo que se han de utilizar chimeneas idóneas para biomasa, fabricadas con materiales más resistentes a la corrosión, los que las hace más costosas.

2.2.3.2 La radiación del sol: Energía solar (térmica o termosolar y solar fotovoltaica).

La energía solar es la energía renovable que llega de la radiación solar que recibe la Tierra en forma de luz, calor o rayos ultravioleta. Entre todos los tipos de energía renovable del mercado, la energía solar es una de las que más se ha desarrollado en estos últimos años, principalmente a nivel doméstico. Hoy día, la luz y el calor del Sol pueden

ser capturados por varios captadores, como colectores solares, células fotoeléctricas o heliostatos, pudiendo convertirse en energía térmica o eléctrica.

Energía solar térmica o termosolar.

La energía solar térmica consiste en aprovechar el calor de la radiación solar que es capturada por colectores solares y se utiliza para calentar directamente agua o un fluido especial. Este fluido después calentaría agua por medio de un intercambiador y ésta es aprovechable tanto para ACS como para calefacción.

Esta energía es renovable, limpia e inagotable y su fuente es el Sol, por ello tiene un alto rendimiento debido a la cantidad de horas de sol al día (aunque depende de la zona climática en la que nos encontremos). La viabilidad está garantizada por tener una larga vida útil y por reducir la factura de gas o electricidad dependiendo del sistema de apoyo. Esto sería una desventaja, ya que su variabilidad significa que cuando no podamos absorber la radiación necesaria, necesitaremos precisar de sistemas de apoyo y de un mantenimiento constante para su excelente funcionamiento, lo cual es esencial para su rendimiento óptimo.

Con la llegada del CTE en España, según el DB HE-4 del CTE, desde 2006 en las viviendas de nueva construcción o que sean rehabilitadas es de obligado cumplimiento tener cubierto un porcentaje de su demanda de ACS. Este porcentaje oscila entre un 30% y 70% dependiendo de la zona climática en la cual se sitúe el edificio o vivienda.

Hace unos años, esta tecnología intentó ser competitiva en los sistemas de calefacción domésticos, sobretodo en nuestro país. La razón del bajo éxito es que, en primer lugar, la radiación solar es inversamente proporcional a la demanda de calefacción de un inmueble y, en segundo lugar, su alto coste, causado por una gran cantidad de inversión inicial y por requerir un alto mantenimiento.

Energía solar fotovoltaica.

La energía solar fotovoltaica es la luz solar o la radiación solar convertida directamente en energía eléctrica. Este proceso se lleva a cabo por medio de células fotovoltaicas, que son semiconductores sensibles de luz instalados en paneles solares que

convierten los fotones (partículas de energía lumínica contenidas en los rayos de Sol) que captan las células en energía electromotriz (voltaica) o electrones (electricidad).

2.2.3.3 Bombas de calor de alta eficiencia energética.

Una bomba de calor (BdC) es el generador de última generación capaz de obtener la energía natural renovable e inagotable comprendida en el aire (aerotérmica), en la tierra (geotermica) o en el agua (hidrotermica), preservando el medio ambiente y fomentando el ahorro energético, usando la condensación y evaporación de un gas refrigerante a diferentes presiones en un ciclo termodinámico cerrado. Las bombas de calor son conductores eficientes de energía entre el calor del entorno al interior de nuestra vivienda para transformarla en climatización o ACS, el calor fluye siempre desde el área de temperatura más alta al área de temperatura más baja, por lo que la bomba de calor invierte el flujo natural del calor, de forma que fluya de una temperatura menor a una mayor aportando trabajo.

La puesta en marcha de la bomba de calor se basa en el primer principio y segundo de la termodinámica. El primer principio instaura que la energía ni se crea, ni se destruye, solo se transforma. Es otras palabras, en una bomba de calor la pequeña energía eléctrica gastada en el compresor que le aporta el motor, se transforma en calor que se transfiere al refrigerante durante la fase de compresión. Como resultado, el calor entregado al foco caliente Q_2 será igual al calor sacado del foco frío Q_1, más el calor del trabajo de compresión W.

$$Q_2 = Q_1 + W \tag{1}$$

El segundo principio de la termodinámica determina que la transferencia de energía no sería factible sin la presencia de dos focos a distintas temperaturas y, asimismo, sólo es viable obtener trabajo en esas circunstancias, así como el sentido en el que se quisiera producir dicha transformación, por lo que la bomba de calor es reversible, se puede utilizar para calentar o enfriar el aire de los espacios habitables.

Por lo cual, cuando funciona en calefacción, la unidad transfiere calor desde foco frío (exterior) al foco caliente (interior).

Para llevar a cabo esta operación, se debe realizar otro trabajo. La eficiencia de una bomba de calor es la relación entre el calor transferido al foco caliente y la energía gastada para realizar dicho transporte.

$$\eta = \frac{Q}{W} \tag{2}$$

A continuación, describiremos los diferentes tipos de energía que se pueden aprovechar a través de las bombas de calor de alta eficiencia energética.

2.2.3.3.1 ENERGÍA GEOTÉRMICA.

La geotermia es una fuente de energía renovable que proviene del calor interno de la tierra sin importar los factores climatológicos del exterior. A pocos metros bajo tierra, se guarda el calor del sol y no existe variación de temperatura ya que no afecta el cambio de temperatura de invierno a verano. Mediante un sistema de tuberías introducidos a esta profundidad se hace circular el agua cogiendo la misma temperatura y por medio de una máquina (bomba de calor) se obtiene ACS y climatización para la vivienda.

En nuestro país actualmente no es muy conocida, posiblemente porque la inversión inicial de este tipo de instalaciones suele ser elevada por el coste de la instalación del sistema de captación geotérmica, además cabe destacar que todos los terrenos no son adecuados para su implantación, por lo que es necesario realizar una investigación del terreno para verificar su conductividad y capacidad térmica. En el caso de fuga, puede contaminar el terreno que se utiliza como fuente de calor, ya que utiliza fluidos refrigerantes para el intercambio de calor. De cara al futuro se planta integrar el sistema de conducción geotérmico en la cimentación de los edificios, consiguiendo así edificios más sostenibles.

2.2.3.3.2 ENERGÍA HIDROTERMICA.

La energía hidrotérmica o hidrotermia aprovecha la energía de las aguas grises desechada de la ducha por su drenaje (agua caliente ya utilizada en ACS). Esta agua se dirige hacia un tanque donde se le extrae la energía calorífica que todavía tiene para calentar el agua que proviene de la red acumulada en un primer tanque. Este proceso suele llevarse a cabo por medio de un intercambiador de placas.

Este tipo de instalaciones obtiene rendimientos altos y más a medida que mayor sea la instalación, cuanto más consumo de ACS exista, mejores serán los resultados obtenidos, incrementando así el rendimiento energético de nuestro sistema. Además de un gran descenso de emisiones de CO_2.

2.2.3.3.3 ENERGÍA AEROTÉRMICA.

La energía aerotérmica es la fuente de energía más empleada en bombas de calor, por encima de la geotérmica o la hidrotérmica que hemos comentado anteriormente.

El aire que nos rodea representa una masa térmica con un potenciar energético inmenso, es una energía que está disponible para todos, presente en la naturaleza y gratuita. Mediante una bomba de calor se puede extraer la energía térmica comprendida en el aire exterior y transferirla a un espacio habitable.

El funcionamiento general de estos sistemas habitualmente es de aire-agua o de expansión de un refrigerante. Con el sistema por bomba de calor de aerotermia, se extrae la energía que se encuentra en el aire exterior y se transfiere al agua que se aporta al sistema de calefacción y ACS. Son bombas estudiadas y fabricadas para obtener un rendimiento óptimo y máximo en condiciones climáticas severas.

Ésta es sin duda una de las mejores elecciones e inversiones para enriquecer la demanda térmica de un inmueble, es uno de los sistemas más eficientes, la opción más ecológica y además el coste de instalación es bajo.

Este tipo de energía cuenta con una serie de ventajas:

- Cuenta con un sistema de aire acondicionado ecológico debido a que no se quema combustible y, por lo tanto, no produce CO_2 de la combustión, no habiendo residuos.
- Máxima seguridad, ya que no existen combustibles en el hogar.
- No supone un desembolso muy alto y su amortización es rápida.
- Sostenible, catalogada así por la Unión Europea.
- Mantenimiento prácticamente nulo, comparable al de un electrodoméstico.
- Instalación sencilla, ya que no requiere de una gran superficie.

- Se puede acoplar sus salidas con radiadores tradicionales, suelo radiante, paredes radiantes, etc.
- Confort para el usuario, ya que al funcionar con electricidad no debemos preocuparnos por el suministro energético, como era el caso de la caldera de gasóleo.

Un requisito para el uso de estas bombas de calor es el buen aislamiento del edificio.

2.2.3.4 Microcogeneración de alta eficiencia energética.

La microcogeneración (mCHP) P<50 KW, es la cogeneración eléctrica, pero a menor escala. La aplicación de estas tecnologías de conversión energética a pequeñas escalas de baja potencia y adaptada a nivel doméstico, supone el nuevo concepto de microcogeneración. Consiste en un equipo de alta eficiencia energética equipado de un motor rotativo de combustión interna o turbina movidos por gas, para producir conjuntamente energía eléctrica y una importante cantidad de calor en el mismo proceso. El componente de transformación energética entre la fuente térmica y la energía eléctrica producida es el ciclo de turbina de gas o ciclo Brayton. Las turbinas de gas son muy utilizadas en la microcogeneración, pero contaminan con la emisión de CO_2 a la atmosfera.

Sus ventajas son su ligero peso y pequeño tamaño ligado a su potencia. En vista de su potencial y el carente desarrollo que muestra la microcogeneración renovable térmica actualmente, hay un gran desafío en investigar técnicas energéticas de transformación que utilicen una variedad de recursos mayor y que al mismo tiempo sean renovables y no contaminantes.

A raíz de esta casuística, nace el interés en basar este tipo de tecnologías en otro tipo de ciclos, como el ciclo Rankine de vapor aplicados a microescala. Esto coincide con la de los ciclos orgánicos Rankine (COR) que son semejantes a los COR, que aparecen en los estudios sobre los ciclos Brayton cerrados (CBC).

La microcogeneración renovable térmica, limpia y que no contamine implica que las dos tecnologías COR y CBC entren en duelo. Debido a los intercambiadores de calor que componen a estos equipos, tienen un ciclo térmico mayor que las turbinas de gas. Cuanto mayor sea el intercambiador, mayor transferencia térmica y mejor eficiencia tendrá. Sin embargo, el tamaño queda en segundo plano, debido que la práctica que

adquieren estos ciclos de potencia es estática. La turbina utilizada es crucial, porque su rendimiento interno desempeñará un papel esencial en el rendimiento general del ciclo. Ambas tecnologías se encuentran en estudio y se van aplicando en el mundo real.

Este modelo de microgeneración va a lograr importancia en un futuro cercano, considerando el desarrollo de tecnologías energéticas renovables que se puedan implantar en este terreno.

2.2.4 Sistemas de aislamiento térmico para viviendas.

La mayor parte de las viviendas en España padecen pérdidas de calor innecesarias por el mal aislamiento térmico y esto influye en el incremento de la demanda de calefacción o refrigeración, porque es necesario utilizar más energía para dar calor o frio a la vivienda. Por ello, la importancia de la instalación de un buen aislamiento térmico.

Existen varios tipos de sistemas para aislar térmicamente una vivienda y reducir los puentes térmicos (puntos en la fachada que tienen más probabilidades de transferir calor), por el interior de la fachada, relleno de cámara de aire o el sistema de aislamiento térmico por el exterior de las fachadas o en cubiertas.

Tanto por el interior de la fachada como por el exterior, sino existen cámaras de aire a las que insuflar el aislamiento, se suelen instalar paneles aislantes mediante adhesivo o fijación mecánica de diferentes tipos de materiales.

El relleno de la cámara de aire es el sistema más cómodo y rápido para mejorar el aislamiento térmico de una vivienda. Es simple, se realizan una serie de perforaciones en la cara exterior o interior del muro de fachada y se insufla material aislante a través de ellas. Pero no todos los muros de fachada de las viviendas cuentan con cámara de aire, en la vivienda objeto de estudio por ejemplo no cuenta, por lo cual, no es posible este tipo de aislamiento.

Los sistemas de aislamiento térmico por el exterior se denominan de una forma diferente en Europa y en España: en Europa ETICS (External Ihermal Insulation Composite Systems) y SATE (Sistema de aislamiento térmico exterior) en España. Este sistema se basa en la integración de placas aislantes en el área exterior de las fachadas.

Más comúnmente, estas placas o paneles se componen de materiales como poliestireno extruido (XPS), poliestireno expandido, lana de roca de alta densidad, etc.

En cuanto a su efectividad como aislante, cabe destacar que, al envolver la capa exterior de la vivienda, prácticamente elimina todos los puentes térmicos.

Con respecto al sistema térmico anterior, la SATE tiene una serie de beneficios que nombramos a continuación:

- Excelente aislamiento térmico con muy baja conductividad térmica.
- Idóneo para cumplir con el CTE DB-HE y conseguir una alta eficiencia energética.
- Aprovechamiento máximo de los metros cuadrados útiles de la vivienda.
- Solución a los problemas de los puentes térmicos.
- No se origina incomodidad para los habitantes de la vivienda ya que no hay trabajo interno.
- Facilidad y rapidez de instalación.
- La fachada se protege contra las agresiones climáticas, elimina problemas de condensación y humedad, a la vez que la estética se renueva y rejuvenece.
- Se mejora el aislamiento acústico, que puede reducir significativamente el ruido de la calle.
- Se incrementa el valor del inmueble, ya que mejora la calificación energética.
- Sistema ligero, sin sobrecargas en la fachada.
- No pierde propiedades con el paso del tiempo.

Esta es la forma más efectiva de aislar térmicamente la fachada exterior, porque ayuda a reducir las pérdidas de calor en un setenta por ciento en invierno y un treinta por ciento en reducir el calentamiento en verano.

2.3 Reglamentación aplicada.

En la elaboración de este TFG se han tenido en cuenta todas y cada una de las siguientes especificaciones contenidas en las siguientes normativas de obligado cumplimiento.

2.3.1 Real Decreto 235/2013.

El Real Decreto 235/2013 deroga al anterior Real Decreto estatal 47/2007, del 31 de enero de 2007, por el que se aprobaba el Procedimiento básico para la certificación energética de edificios de nueva construcción.

Recientemente se han cumplido siete años de la entrada en vigor del Real Decreto 235/2013 en lo referente a la certificación de eficiencia energética de edificios, donde se fija que desde el día 1 de junio de 2013, para edificios antes de su construcción, venta o alquiler de un inmueble, es obligatorio disponer de este certificado. Como resultado, es el propietario del edificio (o parte de éste, local, vivienda u oficina) quien tiene la responsabilidad de poseer el certificado energético y presentarlo al comprador ante notario (fedatario público) para proceder con las escrituras. En negocios de compraventa de viviendas, el vendedor deberá dar al comprador el certificado de eficiencia energética, en el caso de arrendar inmuebles se debe acompañar una copia del certificado con el contrato de alquiler. Este certificado debe estar en vigor y registrado en el órgano competente de la comunidad autónoma. A parte de esto, para cualquier tarea comercial que se vaya a hacer relacionada con la venta o el arrendamiento de una vivienda, es necesario adjuntar la etiqueta energética.

El procedimiento para la certificación energética ha de aplicarse en los siguientes casos:

- En nuevas edificaciones.
- En edificaciones completas (o partes de éstas) y que vayan a ser vendidas o alquiladas (a un nuevo arrendatario) y cuyo certificado de eficiencia energética no se encuentre en vigor.
- En edificaciones donde haya una superficie superior y útil a 250 metros, que estén ocupadas por una autoridad pública y que con asiduidad sean frecuentados por el público.
- La vigencia y validez del certificado de eficiencia energética será de diez años.

Además, merece la pena destacar que el certificado de eficiencia energética ha de incluir:

- Identificación del edificio y del profesional técnico certificador.
- Regulación normativa que avala la práctica.
- Características de tipo energético del edificio, así como su descripción.
- Etiqueta energética, donde se especifica la calificación de eficiencia energética que ha obtenido el edificio.
- Documento en el que se detallan las propuestas para la mejora de la eficiencia energética.
- Descripción de las pruebas que se llevan a cabo, así como la comprobación de la idoneidad de las mismas.
- Grado en el que se cumple o no los requisitos de carácter medioambiental que se exigen en las instalaciones térmicas.

Los técnicos competentes para certificar, según establece el RD 235/2013, son todos aquellos en posesión de cualquiera de las titulaciones académicas y profesionales habilitados para redacción de proyectos de obras y dirección a la ejecución de obras de construcción o la realización de sus proyectos de instalación térmica, según lo decretado en la Ley 38/1999, de ordenación de la edificación o para el registro de certificados de eficiencia energética. Por lo cual y en correspondencia con la Ley 38/1999 son personal técnico cualificado para registrar certificados de eficiencia energética, a parte de los arquitectos, arquitectos técnicos o aparejadores, según la resolución del 15 de enero de 2009, las personas que dispongan de las titulaciones en las siguientes ingenierías: industrial, minas, montes aeronáutico, agrónomo, caminos, canales y puertos, naval y oceánico, telecomunicaciones, técnicos: agrícola, aeronáutico, forestal, industrial, minas, naval, obras públicas, topógrafo y telecomunicaciones.

2.3.2 Real Decreto 314/2006: Código Técnico de la Edificación (CTE).

Tras varias actualizaciones el Código Técnico de la Edificación (CTE) se publicó finalmente mediante el Real Decreto 314/2007 de 17 de marzo. Este código es el marco normativo que determina las exigencias básicas de calidad que han de cumplir los edificios y sus instalaciones. Estas exigencias básicas se extienden tanto en *La parte uno,* como en *Los Documentos Básicos.* Por un lado, en *La parte uno* se especifican las disposiciones de índole general y las obligaciones que han de cumplir los edificios. Por otro lado, la utilización de *Los Documentos Básicos*, garantizan la realización de las

exigencias básicas. Además, el CTE recoge otros documentos que rematan el marco reglamentario, los documentos reconocidos, los cuales ayudan al desempeño y a cumplir los objetivos de las exigencias básicas del CTE, voluntarios, sin carácter reglamentario y con reconocimiento del Ministerio de fomento.

2.3.3 Real Decreto 1027/2007: Reglamento de Instalaciones Térmicas en edificios (RITE).

El actual Reglamento de Instalaciones Térmicas en edificios, de aquí en adelante RITE, deroga toda aquella normativa anterior a 1998. Desde el RITE, se enuncian cuáles son las condiciones que se han de garantizar de forma básica en las instalaciones tanto de climatización, como de calefacción y agua caliente sanitaria (de aquí en adelante ACS). Con el establecimiento de estas condiciones básicas se pretende conseguir que el uso de la energía se haga de una forma racional y, además, que las demandas a nivel técnico e higiénico se vean cubiertas.

Con la vigencia del RITE se pretende en líneas generales:

- Optimizar el rendimiento energético en los aparatos generadores de frío y calor, del mismo modo que aquellos que están dirigidos a producir movimiento y transporte de fluidos.
- Favorecer las condiciones de aislamiento tanto en los equipos como en las conducciones de los fluidos térmicos.
- Mantenimiento de las condiciones de diseño que se han previsto en los locales climatizados, a través de una optimización de la regulación y el control.
- La obligatoriedad de contabilizar el consumo de energía a través de sistemas específicos en las instalaciones de tipo colectivo.
- Fomento del uso de energías renovables, y de una forma más particular la biomasa y la energía solar.
- Incorporación de subsistemas a través de los cuales se pueda recuperar la energía y aprovechar la energía de tipo residual.
- Desaparición de forma gradual de combustibles contaminantes, de una forma más particular de combustibles sólidos.
- Desaparición de forma gradual de aquellos equipos generadores que no son eficientes.

La motivación que lleva al establecimiento de normativas que regulen los aspectos que hemos venido comentando y desarrollando hasta ahora tiene una doble vía: 1) una motivación relacionada con el impacto sobre el cambio climático y la búsqueda incansable de alternativas que permitan el uso de la energía de la que se dispone de una forma eficiente con el objetivo de no acabar con los recursos energéticos y disminuir las emisiones globales y 2) una motivación derivada de la elevada dependencia energética de terceros, debido a que hoy día alrededor del cincuenta por ciento de la energía que se consume en el territorio europeo se importa desde otras superficies. Además, merece la pena destacar, que para el año 2030 se prevé que esta dependencia a la que he hecho alusión ascienda al setenta por ciento.

En el contexto de referencia de nuestra geografía nacional, hay un compromiso que persigue que en las ciudades haya una mejora en la calidad del aire. Debido a la existencia de este compromiso, se tienen en cuenta las características de la combustión de los distintos aparatos que necesitan para su funcionamiento el uso de combustibles fósiles. Además, se marca como obligatorio el establecimiento de medidas de evacuación de los generadores de calor en las edificaciones, así como la prohibición de aparatos contaminantes.

De una forma más particular, con el establecimiento de la normativa a la que se ha hecho alusión se pretende regular y/o disminuir el impacto negativo de:

- El cambio climático a nivel mundial.
- La emisión de gases CO2.
- La contaminación.
- La dependencia de los combustibles de tipo fósil.

3. FINALIDAD Y OBJETIVOS DEL TRABAJO.

El presente TFG cuenta con dos objetivos generales, el primero de ellos es realizar el estudio de un certificado de eficiencia energética de un inmueble existente mediante la utilización del software CE3X y realización de cálculos necesarios para el certificado.

Por otro lado, también se persigue el objetivo general de desarrollar medidas de mejora que el propio programa nos facilitará.

4. VENTAJAS CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA.

El certificado de eficiencia energética de una vivienda nos aporta datos de como se comporta esa vivienda en cuanto a consumo, por lo que si se cuenta con este dato se podría saber cómo reducir ese gasto, pero a su vez nos aportaría ventajas que comentaremos a continuación:

- **Mejora medioambiental**

Los beneficios que aporta el calificar las viviendas principalmente es respetar y cuidar el medio ambiente y disminuir el consumo energético. Con ello es posible disminuir el consumo de otros recursos naturales, lo que conlleva una serie de ventajas de las cuales se pueden beneficiar todos los seres vivos.

- **Diferenciación en el mercado**

Desde abril de 2013, y con la aprobación del Real Decreto 235/2013, la certificación energética adquiere un carácter preceptivo en el caso de que se quiera llevar a cabo un alquiler o venta de un edificio o partes del mismo, de viviendas, apartamentos, pisos o locales comerciales.

La incorporación de la etiqueta de certificación energética, permite hacer una comparación entre la eficiencia de distintas infraestructuras, diferenciando aquellas que son eficientes de las que no. Es por esta razón por la que ponemos en valor nuestra vivienda para que sea más atractiva al comprador y diferenciar entre las demás.

- **Ventajas económicas**

El precio de la energía eléctrica no para de aumentar, por lo que en la mayoría de los casos el gasto de realizar mejoras, cambios o reformas, son rentables gracias al ahorro que suponen.

- **Subvenciones y ayudas**

El plan de vivienda 2013/2016, concede subvenciones y ayudas para poner en marcha reformas y cambios destinados a la mejora de la calificación energética para reducir el consumo y demanda de energía.

5. OBTENCIÓN DEL CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.

En este apartado se desarrolla el proceso que se ha llevado a cabo para la elaboración del certificado de eficiencia energética del inmueble escogido. Pero con el fin de fundamentar los datos que se aportan se considera importante hacer referencia a las mejoras que se han ido introduciendo en la vivienda a lo largo de los años. Las cuales se muestran a continuación:

- La primera reforma de la que se tiene constancia es del año 1992, en la cual se instaló una caldera de gasóleo C. Esta caldera es accionada por electricidad con un fin calefactable y que alimenta de agua caliente en torno a 80 grados centígrados a radiadores convencionales de aluminio en torno a conectados por medio de tubería de polietileno y cobre, que discurre por la solería.
- En el año 2004, se instalaron bombas de calor aire-aire tipo Split en pared de aire acondicionado por las distintas estancias, menos en la cocina.
- En 2005, se hizo una pequeña reforma, ampliando la superficie de la cocina, haciendo una sustitución de la solería y además se hizo una reforma en el baño.
- En 2012, se mejoró la envoltura térmica del edificio, con un aislamiento térmico y acústico nuevo de poliestireno extruido (XPS) de 60 milímetros (de aquí en adelante mm) de espesor con un coeficiente de conductividad térmica (λ) de 0,04 Watios por metro-kelvin (de aquí en adelante W/mk) y con una lámina asfáltica colocada inmediatamente debajo de la teja y sustituyendo todas las tejas por nuevas. El tipo de teja que se utilizó fue teja de cerámica mixta klinker k2 con acabado cadaqués de la marca Cobert. Ésta es un tipo de teja robusta, firme y capaz de aguantar las peores condiciones climáticas. Al aislar la cubierta se evita la entrada de frio, humedad y mejora el confort térmico del hogar. De este modo se consigue una reducción en el consumo energético del inmueble al disminuir la emisión de GEI.
- También la iluminación incandescente o halógena de la vivienda paso a ser reemplazada por tecnología Led, la cual hizo bajar el consumo de la luminaria repercutiendo en un ahorro energético y en la factura de la luz. Por esta razón, a su vez, disminuyó la emisión de calor y mayor durabilidad.
- La última reforma consta del año 2015, en la cual se sustituyeron los cerramientos de marcos de madera por marcos nuevos vidrios, correspondientes a todos los huecos de la vivienda. Como consecuencia de la sustitución de los cerramientos

mejoró la eficiencia energética en el caso de las emisiones de calefacción y refrigeración, al perder menos calor por las ventanas en invierno y dejar entrar menos calor en verano, reduciéndose a la mitad la entrada directa de energía solar. El tipo de acristalamiento del que dispone la vivienda es SGG CLIMALIT PLUS SAFE fabricados por Saint-Gobain. Todas estas reformas lograron mejorar la calificación energética y todos estos aspectos se tienen en cuentan y se introducen en el programa, necesarios para la elaboración de la calificación energética.

En relación a la obtención del certificado de eficiencia energética, en primer lugar, explicaré con detalle el Programa que se utilizará para la elaboración del Certificado, el CE3X, y donde a modo de esquema se enunciarán las distintas categorías que se han de tener en cuenta y de las cuales se han de aportar datos. A continuación, y en los siguientes apartados, se describirán los distintos apartados que se han de completar en este programa respetando el orden natural de aparición en el mismo y adjuntando los datos concretos de la vivienda objeto de estudio.

5.1 Programa para el certificado (CE3X).

Para llevar a cabo el certificado de eficiencia energética utilizaremos el software CE3X en su versión 2.3. Como ya se ha hecho mención anteriormente, dicho programa nos elaborará la calificación energética de la vivienda. De este certificado de eficiencia energética, obtendremos un conjunto de medidas de mejora para la eficiencia energética del inmueble, que nos realiza una nueva calificación con la aplicación que las medidas de mejora aportarían y la posibilidad de elaborar un análisis económico del impacto de estas medidas fundamentado en los ahorros energéticos considerados por el programa o las facturas de consumo de energía.

Este software se basa en la comparación del edificio objeto a certificar con una base de datos realizada para cada ciudad especifica de las distintas zonas climáticas. Esta base de datos, cuenta con los resultados logrados por la realización de muchas simulaciones con el programa de calificación energética de edificios CALENER, que es una herramienta impulsada por el Ministerio de Industria, turismo y comercio y por el Ministerio de vivienda, con mucho potencial, alusivo del CE3X. Cuando se introducen los datos del edificio objeto, el software estudia mediante parámetros dichas variantes y las compara con las particularidades de los casos agrupados en la base de datos.

Por lo que, de esta manera, el programa CE3X rastrea las simulaciones con particularidades o características más semejantes a las del edificio objeto e introduce respecto a ellas las demandas de refrigeración y calefacción, logrando así las demandas de refrigeración y calefacción del edificio.

El próximo cuadro representa de forma esquemática este procedimiento. A la izquierda tenemos representada la base de datos creada con CALENER con diferentes modelos de edificios de los que se ha conseguido la calificación energética, además aparecen las variables que lo determinan, las cuales han sido dimensionadas. A la derecha se reproduce el edificio existente que se va a calificar, al que por medio de los datos introducidos por el usuario se producen sus variables dimensionadas para compararlas con las de la base de datos. Finalmente, se obtiene las demandas energéticas del edificio y su calificación energética. En la **figura 2** se puede ver el método simplificado.

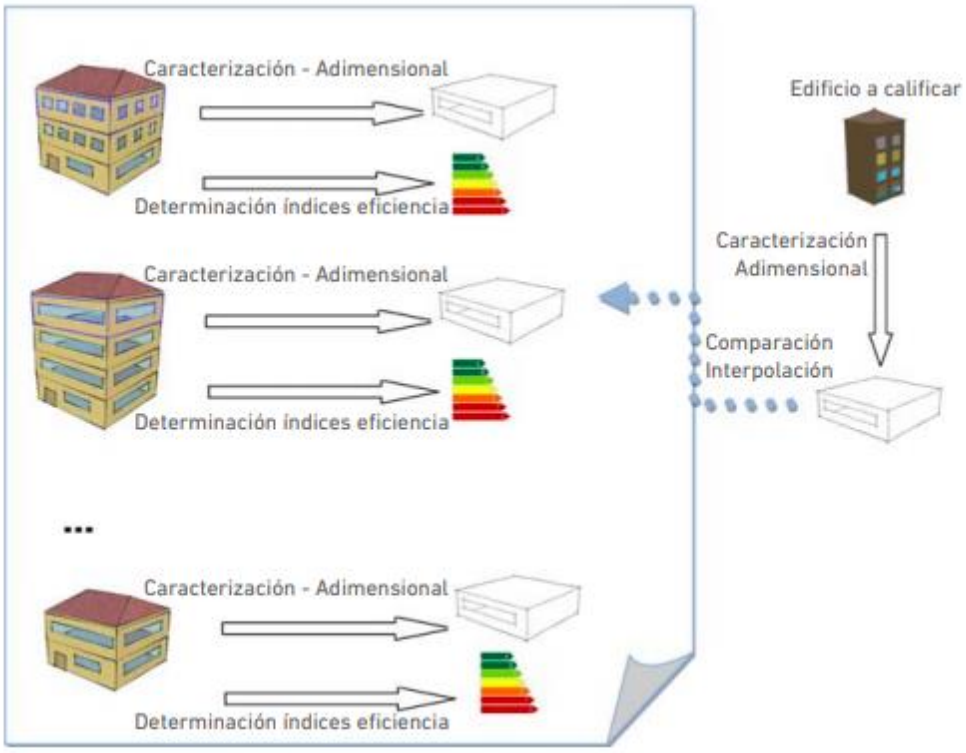


Figura 2. Base de datos del método simplificado.

De este modo se obtienen resultados con niveles de precisión muy altos.

El esquema que se muestra en la **figura 3** es la estructura seguida para realizar la certificación energética mediante el programa CE3X.

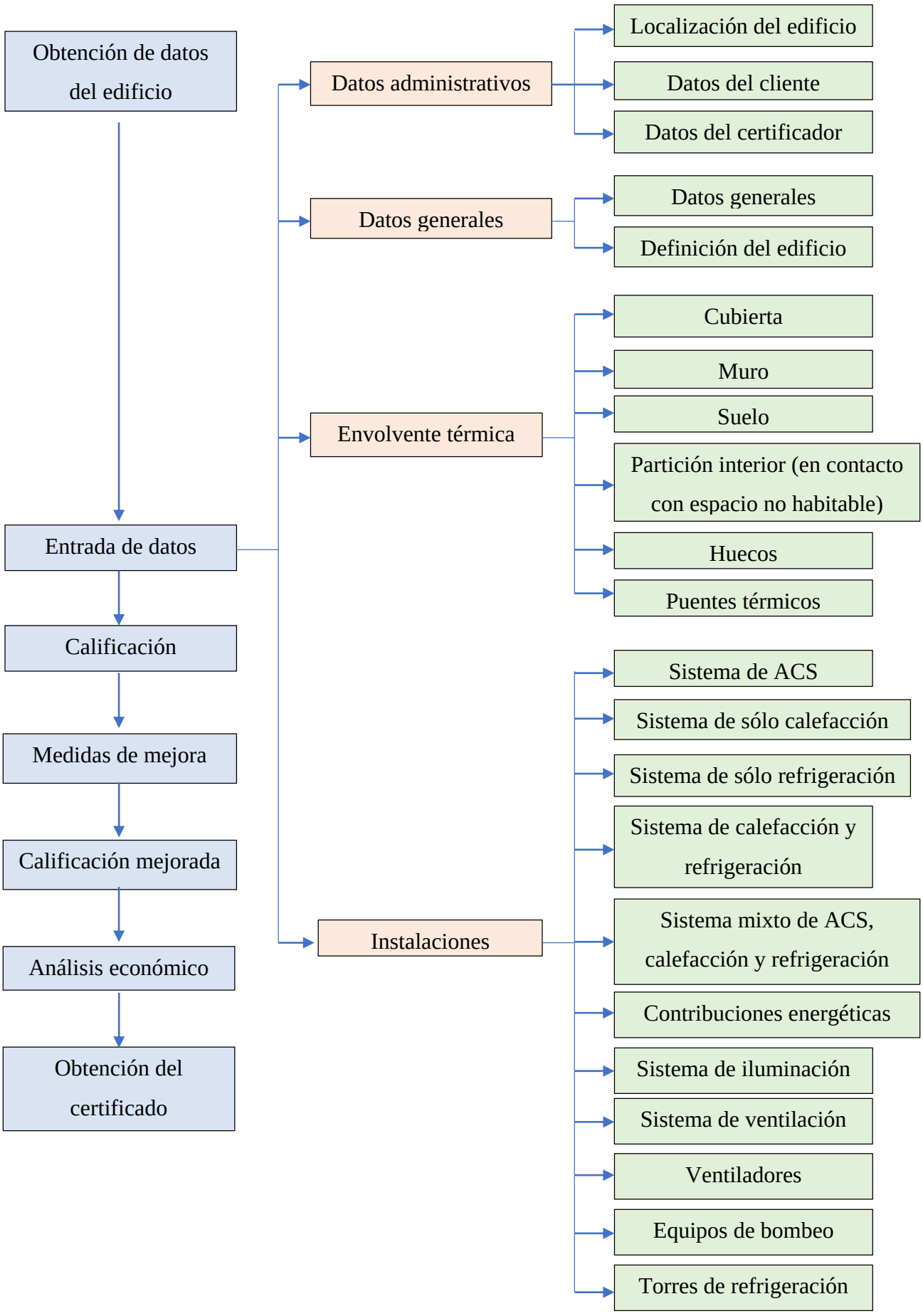


Figura 3. Sistema del procedimiento de certificación software CE3X.

5.2 Pasos en la obtención del certificado.

5.2.1 Datos administrativos.

Después de inspeccionar el inmueble, en este apartado se han de introducir los datos del certificador (que coindicen con el autor único de este TFG), así como datos de quien realiza la petición del certificado (los cuales no se aportarán para salvaguardar su intimidad y respetando la política de protección de datos), la localización e identificación del edificio y referencia catastral (que se detallará a continuación).

Merece la pena destacar que estos datos no influirán en el resultado final de la calificación energética.

5.2.1.1 Localización e identificación del edificio.

El certificado de eficiencia energética se realizará de un tipo de vivienda individual ubicada en la Calle Iglesia, número 27 de Bailén, Jaén. Se trata de una vivienda situada en un edificio de dos plantas, en cada una de ellas hay una vivienda, cada cual, con su referencia catastral. En este trabajo nos centraremos en la vivienda de la primera planta. La habitabilidad del inmueble escogido para este trabajo es de cinco personas y la energía eléctrica la provisiona la compañía Endesa.

El solar en el que está construido el inmueble es de forma rectangular de 166 m^2. El inmueble, y teniendo en cuenta el catastro, es una vivienda individual de una planta con una superficie construida de 116 m^2 y 10 m^2 comunes. Además, la orientación de la parcela y de la vivienda es hacia el noroeste (de aquí en adelante NO), ésta es muy importante junto al diseño arquitectónico, influye directamente en la demanda térmica a cumplir por la vivienda. En la **figura 4** se puede ver el plano de la situación.

Figura 4. Plano situación.

A continuación, se muestran algunos aspectos relacionados con la situación de la vivienda:

- Referencia catastral RC: 2169426VH3126N0002AI
- Altitud sobre el nivel del mar: 340 m
- Coordenadas geográficas, en grados y minutos decimales:

  - Latitud: 38º5´42´´Norte
  - Longitud: 3º46´34´´Oeste

Todos estos datos serán tenidos en cuenta e introducidos en el programa al que se viene haciendo referencia.

5.2.1.2 Catastro.

Los datos administrativos se recogen tomando como referencia los datos catastrales obtenidos en la sede electrónica del catastro, los cuales se introducirán en el programa CE3X.

Estos datos, a los que se ha hecho alusión, se corresponde con la dirección del edificio (incluyendo la provincia, localidad y código postal) y la referencia catastral (**figura 5**). Además, se incluye una información gráfica a escala donde se nos muestra la orientación y el emplazamiento de la vivienda.

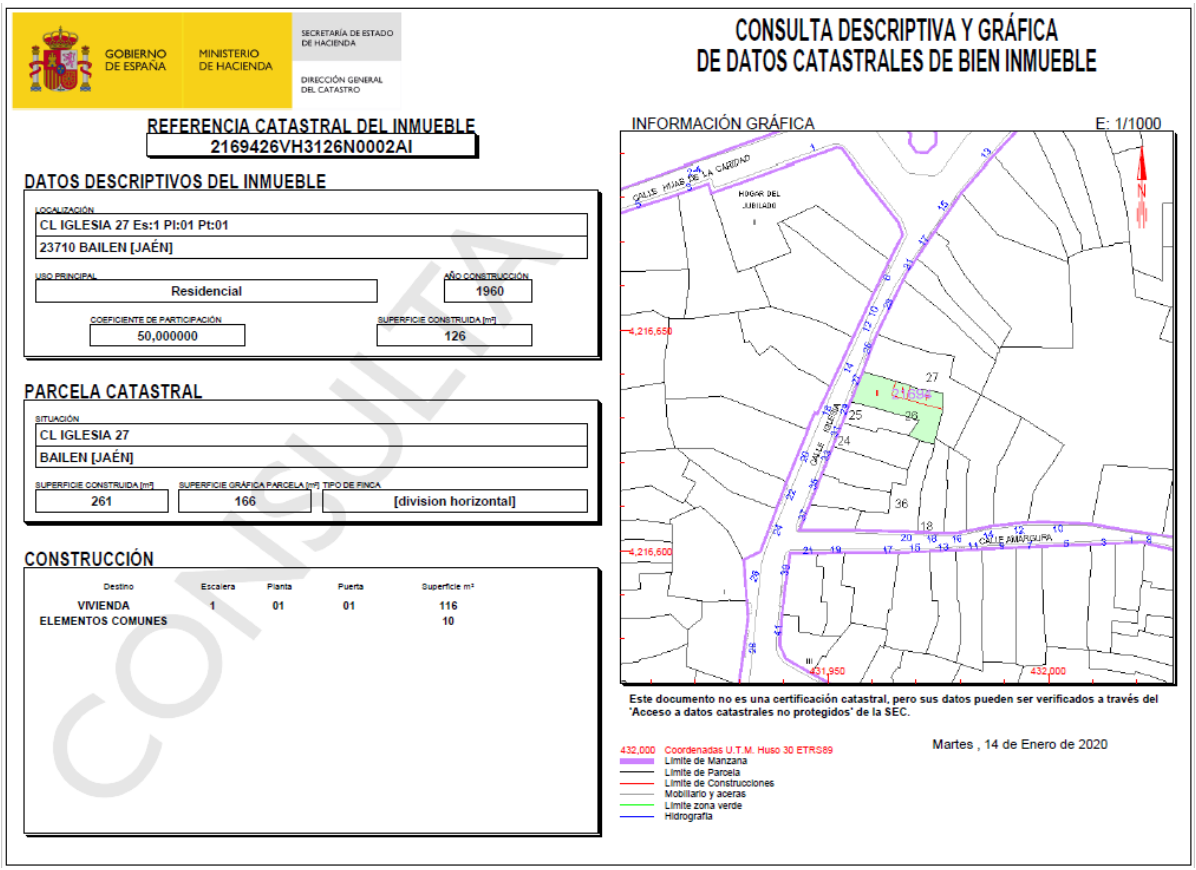


Figura 5. Consulta descriptiva y gráfica de datos catastrales del inmueble. Fuente: Ministerio de hacienda, catastro.

5.2.2 Datos generales y definición del edificio.

En relación a los datos generales de la vivienda, en primer lugar, resulta fundamental conocer el año en el que se construye la vivienda porque éste influye en la eficiencia energética de los inmuebles de una manera inversamente proporcional, es decir, a mayor antigüedad, por lo general, va a tener una menor calificación energética.

Además del año de construcción, se ha de tener en cuenta otros datos generales del edificio: en qué provincia y localidad se encuentra la vivienda y datos que se desarrollan en los siguientes apartados.

5.2.2.1 Normativa vigente.

En relación a los datos generales, merece la pena destacar la normativa vigente del año de construcción de la vivienda. Aunque, el año de construcción fue 1960, con anterioridad a la Norma NBE-CT-79 del año 1979. Esta normativa es la primera en España que regulaba un requerimiento mínimo de aislamiento en las viviendas, por lo cual el edificio fue construido y diseñado sin considerar ninguna normativa de eficiencia energética. Al ser una vivienda tan antigua y anterior a la normativa, se espera una penalización de la calificación energética. Siguiendo con los datos generales, se ha de especificar en el programa CE3X que el tipo de edificio es una vivienda individual.

5.2.2.2 Zona climática.

Es importante conocer las condiciones climáticas, que afectarán al estado de conservación del edificio. La situación donde se lleva a cabo el trabajo presenta un clima mediterráneo seco, zona climática C4 (Clasificación climática de Köppen: Csa). La temperatura generalmente oscila de 2ºC a 37ºC respectivamente. En la **figura 6** se puede ver la climatología del municipio de Bailén.

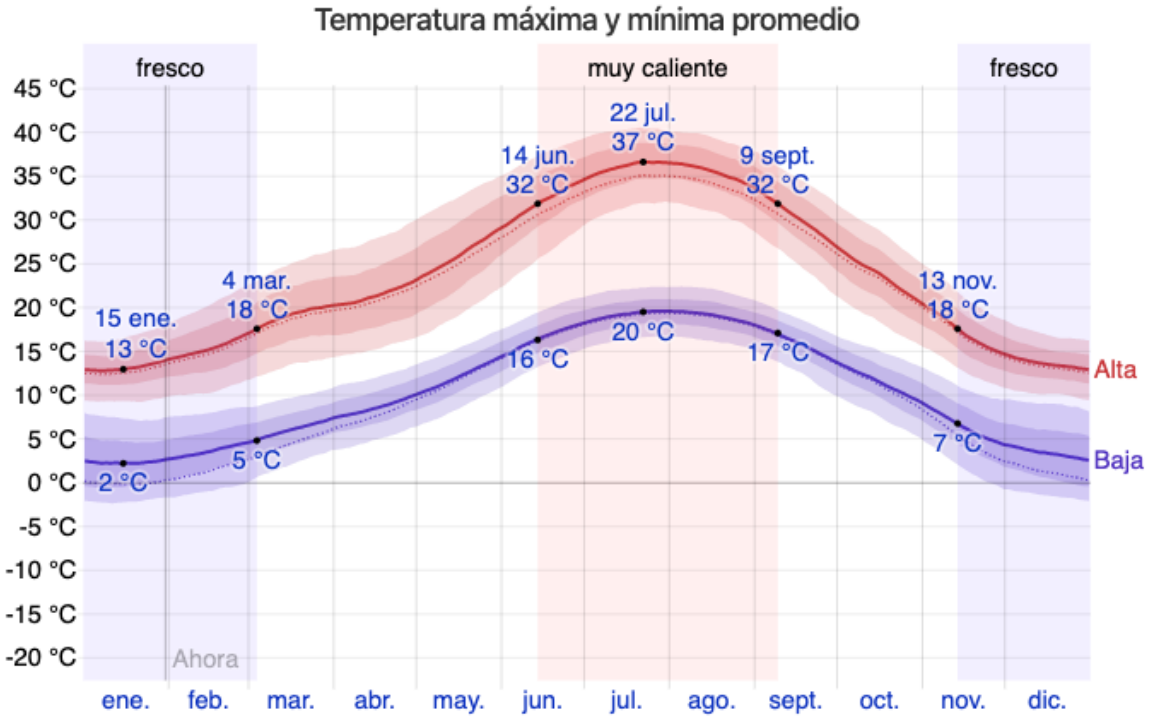


Figura 6. Climatología del municipio de Bailén (Jaén). Fuente: weatherspark.com

La línea roja representa la temperatura máxima y la línea azul la temperatura mínima promedio diario con las bandas de los percentiles 25º a 75º, y 10º a 90º. Las líneas que aparecen punteadas y con un grosor menor, representan las temperaturas percibidas.

El tiempo de día en Bailén varía notablemente durante el año. Por ejemplo, en este año 2020, el día más corto es el 21 de diciembre, con 9 horas y 31 minutos de luz natural y el día más largo es el 20 de junio, con 14 horas y 49 minutos de luz natural.

El programa CE3X, para determinar la zona climática (véase en la **figura 7**) en la que se sitúa la vivienda, al introducir la provincia y localidad nos marca automáticamente la zona climática, que en este caso en concreto es: HE-1 y HE-4. Aun así, se han de verificar estos datos en la tabla del DA DB-HE/1, denominada "Zonificación climática en función de la radiación solar global media diaria anual", del documento de Apoyo al Documento Básico DB-HE ahorro de energía del CTE, que se divide en cinco zonas.

El fin que persigue este documento es determinar qué zona climática se corresponde en función de la provincia/ciudad autónoma y localidad, teniendo como referencia el mapa que aparece en la figura 3 que se corresponde con las secciones 4 y 5 del DB HE ahorro de energía. Esta zonificación climática se fija de acuerdo a la radiación solar global media diaria anual, sobre superficie plana. Con esto podemos saber la radiación solar de Bailén que se corresponde a la zona climática V.

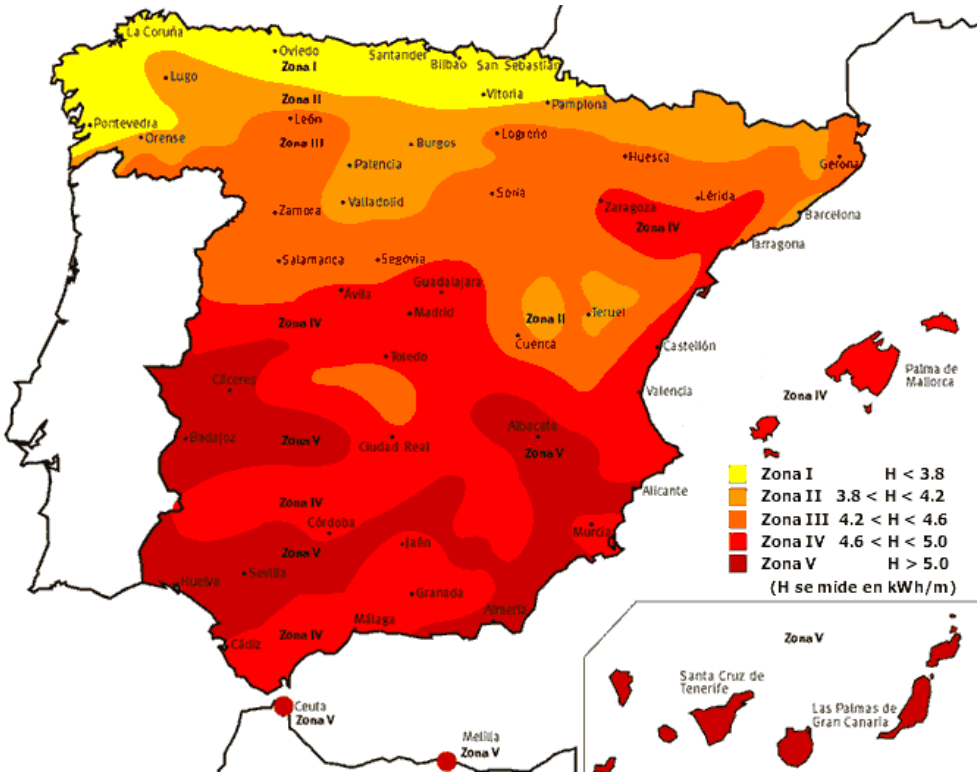


Figura 7. Mapa de zonas climáticas y radiación solar global media diaria anual del CTE.

5.2.2.3 Superficie útil habitable.

En la siguiente tabla, **tabla 1**, se recopila las medidas tomadas, superficie útil calculada, altura, de cada estancia de la vivienda, calculando así su volumen.

Estancia	Largo (m)	Ancho (m)	Superficie útil S (m^2)	Altura (m)	Volumen Sxh (m)
Habitación 1	3,69	3,43	12,6567	2,7	34,17309
Habitación 2	3,69	3,43	12,6567	2,7	34,17309
Habitación 3	3,52	2,66	9,3632	2,7	25,28064
Habitación 4	3,56	3,55	12,638	2,7	34,1226
Salón	4,65	3,42	15,903	2,7	42,9381
Aseo	2,66	1,35	3,591	2,7	9,6957
Cocina	2,73	2,66	7,2618	2,2	15,97596
Pasillo	8	0,8	6,4	2,7	17,28

Tabla 1. Medidas y cálculos.

De la suma de las superficies útiles de cada estancia, tenemos una superficie total útil de 80,47 metros cuadrados (de aquí en adelante m^2).

5.2.2.4 Altura libre de planta.

Aunque no parezca significante el volumen de aire comprendido en la vivienda, es un dato importante a tener en cuenta, ya que a través de este se calculan las cargas de climatización o lo que es lo mismo, la demanda energética. Este volumen dependerá de la altura libre de planta y de la superficie de las habitaciones. Todas las dependencias de la vivienda tienen la misma altura libre de planta (2,7 m), menos la cocina que tiene un techo falso de escayola y baja esta altura a (2,2 m). La altura se calcula haciendo una media ponderada.

La altura libre se determina desde la parte superior del suelo a la parte inferior del techo de la planta.Para calcular la altura libre de la planta se ha utilizado la siguiente formula:

$$Altura\ libre\ de\ planta = \frac{\sum sxh}{\sum s} = \frac{213{,}63918}{80{,}4704} = \mathbf{2{,}65\ m} \qquad (3)$$

En primer lugar, se multiplican las alturas y superficies de cada estancia para conseguir los correspondientes volúmenes. Seguidamente, estos se suman y se divide el total por la superficie útil de toda la vivienda consiguiendo la altura libre de planta.

En CE3X se ha de especificar que la altura calculada no es la real, pero es la que conforme a la superficie crearía un volumen igual que el apropiado al volumen real de aire encerrado en nuestra vivienda.

5.2.2.5 Número de plantas habitables.

En este caso se certifica una planta habitable, debido a que la vivienda cuenta con una única planta.

5.2.2.6 Ventilación del inmueble.

Se calcula la ventilación de la vivienda tal y como se exige en el capítulo HS3 del documento básico (DB), con la modificación del 15/06/2017 de Salubridad del CTE teniendo en cuenta los últimos cambios.

La vivienda objeto de certificación cuenta con cuatro habitaciones, un salón-comedor, una cocina y un baño, aspectos que se han de tener en cuenta en este procedimiento.

- **Características y cuantificaciones de la exigencia:**

La exigencia primera se basa en contribuir con un caudal de aire exterior capaz de cumplir dos restricciones:

1. El caudal será el necesario para que en cada local la concentración media anual de CO2 sea menor a 900 partes por millón (a partir de aquí ppm) y que el acumulado anual de CO_2 que exceda de 1.600 ppm sea menor que 500.000 ppm.h. La condición se sacia con una serie de condiciones de diseño.
2. El caudal será el imprescindible para eliminar contaminantes no directamente relacionados con la presencia humana. Esta condición se sacia con un caudal mínimo de 1,5 l/s por local habitable en períodos de no ocupación.

- **Cálculo del valor de la ventilación del inmueble:**

Aunque el CE3X asigna por defecto un valor de 0,63 renovaciones/hora, este dato es modificable y podemos calcularlo.

A continuación, se calcula el valor del caudal de la ventilación para confirmar las anteriores restricciones. Las dos restricciones previas se complacen mediante el establecimiento de un caudal constante de acuerdo a la tabla 2.1 de la sección DB HS3 (véase en la **tabla 2):**

Tipo de vivienda	Caudal mínimo q_v en l/s				
	Locales secos (1) (2)			*Locales* húmedos (2)	
	Dormitorio principal	Resto de dormitorios	Salas de estar y comedores (3)	Mínimo en total	Mínimo por *local*
0 ó 1 dormitorios	8	-	6	12	6
2 dormitorios	8	4	8	24	7
3 o más dormitorios	8	4	10	33	8

(1) En los *locales* secos de las viviendas destinados a varios usos se considera el caudal correspondiente al uso para el que resulte un caudal mayor

(2) Cuando en un mismo *local* se den usos de *local* seco y húmedo, cada zona debe dotarse de su caudal correspondiente

(3) Otros *locales* pertenecientes a la vivienda con usos similares (salas de juego, despachos, etc.)

Tabla 2. Caudales mínimos para ventilación de caudal constante en locales habitables.

A continuación, se presenta el cálculo del caudal de admisión para el cual se ha de tener en cuenta los locales secos (dormitorios, comedores y salas de estar) y el cálculo del caudal de extracción, teniendo en cuenta para su cálculo los locales húmedos (aseos y cocinas). Esto se realiza para finamente obtener un caudal del sistema de ventilación general.

- Cálculo Caudal de admisión. Locales secos: Dormitorios, comedores y salas de estar

- Dormitorio principal: Qv= 8 l/s por ocupante x 1 dormitorio = 8 l/s
- Resto de dormitorios: Qv = 4 l/s x 3 dormitorios = 12 l/s
- Salas de estar y comedores: Qv = 10 l/s x 1 salón-comedor = 10 l/s
- CAUDAL TOTAL locales secos: 30 l/s

-Cálculo caudal de extracción. Caudal Locales húmedos: Baños, aseos y cocinas

- Mínimo en total: 33 l/s
- Baño: Qv = 8 l/s x 1 baño = 8 l/s
- Cocina: Qv = 8 l/s x 1 cocina = 8 l/s
- **CAUDAL TOTAL** locales húmedos: 16 l/s < 33 l/s

-Caudal sistema de ventilación general.

El caudal de extracción es mayor que el de admisión. Por lo que se toma como caudal imprescindible de 33 l/s para la extracción y para la admisión.

Cambio de unidades de 33 l/s a renovaciones/h:

33 l/s x 3600 s/h x 1 dm^3 / 1l x 1 m^3 / 1000 dm^3 = 118,8 m^3/h

La superficie útil habitable de la vivienda es de 80,47 m^2 y la altura es de 2,65 m. Lo cual resulta un volumen de la vivienda: V= 80,4704 m^2 x 2,65 m = 213,24 m^3

$$Ventilación\ del\ inmueble = \frac{118{,}8\ m^3/h}{213{,}24\ m^3} = 0{,}55\ renovaciones/hora \quad (4)$$

El valor de ventilación calculado para esta vivienda es de 0,55 renovaciones/h, inferior al valor que fija el CE3X por defecto, lo cual, al obtener un valor menor, la calificación energética final será algo mejor.

La finalidad del sistema de ventilación general radica en quitar contaminantes producidos de manera natural dentro de la vivienda por la utilización de la misma. En primer lugar, el CO_2 y la humedad por la ocupación humada en el interior de la vivienda y al metabolismo de las personas. En segundo lugar, para suprimir los contaminantes derivados de los materiales de construcción de las viviendas, muebles y los productos y acabados en paredes, techos, suelos.

Asimismo, existe instalado un sistema adicional en la zona de cocción de la cocina como extractor para contaminantes durante el uso de esta. El caudal mínimo es de 50 l/s y es una ventilación del tipo extracción mecánica independiente.

Al igual que en los puntos anteriores y como se ha venido comentado, estos datos han de introducirse en el programa para la emisión del certificado.

5.2.2.7 Demanda diaria de ACS.

- **Calculo del consumo total diario de ACS:**

A continuación, se ha de introducir el consumo total diario de ACS. Para ello, a priori, se ha calculado este consumo teniendo como referencia los valores que se recogen en el Código Técnico de la Edificación (CTE) en el apartado 4.1 de la sección HE4. Esta sección se corresponde con la contribución solar mínima de agua caliente sanitaria y en la misma se incorporan los recursos necesarios para calcular la demanda total de ACS.

Teniendo una demanda de referencia a 60ºC y como base la tabla 4.1 del CTE DB-HE4 se obtiene que el criterio de demanda de ACS para viviendas por persona y día es 28 litros (véase en la **tabla 3**). Por otro lado, se ha de tener en cuenta que el número de personas que pueden ocupar la vivienda respecto al número de dormitorios que tiene es cinco, teniendo como soporte la tabla 4.2. Con estos datos ya se puede calcular la demanda diaria de ACS, que también se insertaría en el programa al que se viene haciendo referencia.

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C(1)

Criterio de demanda	Litros/día·unidad	unidad
Vivienda	28	Por persona
Hospitales y clínicas	55	Por persona
Ambulatorio y centro de salud	41	Por persona
Hotel *****	69	Por persona
Hotel ****	55	Por persona
Hotel ***	41	Por persona
Hotel/hostal **	34	Por persona
Camping	21	Por persona
Hostal/pensión *	28	Por persona
Residencia	41	Por persona
Centro penitenciario	28	Por persona
Albergue	24	Por persona
Vestuarios/Duchas colectivas	21	Por persona
Escuela sin ducha	4	Por persona
Escuela con ducha	21	Por persona
Cuarteles	28	Por persona
Fábricas y talleres	21	Por persona
Oficinas	2	Por persona
Gimnasios	21	Por persona
Restaurantes	8	Por persona
Cafeterías	1	Por persona

Tabla 3. Demanda de referencia a 60ºC. Fuente: CTE DB-HE 4

Una vez conocido cuánto consume al día cada persona, lo siguiente es saber cuántas personas habrá en la vivienda respecto al número de dormitorios, en este caso cuatro dormitorios. Para esto se nos facilita los valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado (**tabla 4**).

Tabla 4.2. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado

Número de dormitorios	1	2	3	4	5	6	≥6
Número de Personas	1,5	3	4	5	6	6	7

Tabla 4. Valores mínimos de ocupación de cálculo en uso residencial privado.

Como en nuestra vivienda tiene cuatro habitaciones, se estima 5 personas. La demanda de ACS diario en la vivienda será:

Demanda diaria de ACS = 28 l/día por persona x 5 personas = 140 l/día (5)

5.2.2.8 Masa de particiones.

La masa de particiones, se refiere a la masa de los forjados (particiones horizontales y verticales o interiores). Este dato es necesario para posteriormente poder valorar la inercia térmica de las particiones interiores entre espacios acondicionados para habitar (que no corresponden a la envolvente térmica).

La masa puede ser ligera (masa inferior a 200 kg/m^2), media (entre 200 kg/m^2 y 500 kg/m^2) y pesada (superior a 500 kg/m^2). En este caso en particular nos encontramos ante una masa ligera ya que tiene una masa inferior a 200kg/m^2.

5.2.2.9 Recopilación de datos.

Reunimos en una tabla todos los datos generales (**tabla 5**) consultados y calculados anteriormente, que debemos introducir en el CE3X.

Datos generales	
Normativa vigente	Anterior NBE-CT-79
Año de construcción	1960
Tipo de edificio	Vivienda individual
Zona climática	HE-1: C4 / HE-4: V
Localidad	Bailén
Definición edificio	
Superficie útil habitable	80,47 m^2
Altura libre de planta	2,65 m
Número de plantas habitables	1
Ventilación del inmueble	0,63 ren/h
Demanda diaria de ACS	140 l/día
Masa de las particiones internas	Media

Tabla 5. Recopilación datos generales.

5.2.2.10 Imagen del edificio y plano de situación.

Debemos escoger una imagen del edificio y un plano de situación del mismo (véase en la **figura 8**).

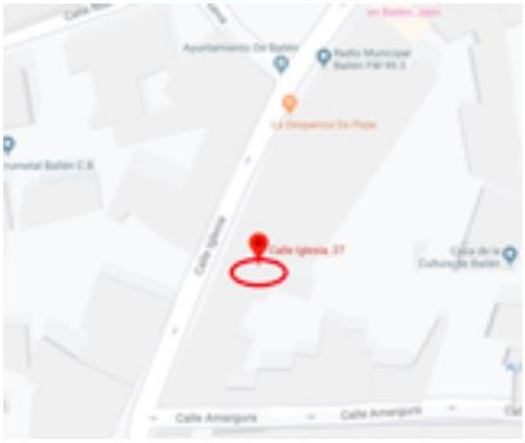
Imagen del edificio	Plano de situación
	

Figura 8. Imagen del edificio y plano de situación.

5.3 Envolvente térmica.

5.3.1 Características envolventes térmicas.

La envolvente térmica está constituida por elementos constructivos como los cerramientos de ladrillo de 30 centímetros (de aquí en adelante cm) exteriores y la pared paralela más próxima a la fachada principal. Las divisorias de ladrillo que separan las estancias son de 10 cm, huecos, separados por la cubierta de tipo inclinada en contacto con el aire exterior y puentes térmicos.

Los datos relativos al suelo no se introducen al no encontrarse en contacto con el aire exterior o en contacto con el terreno, ya que la vivienda se encuentra en una primera planta entre una vivienda baja y la cubierta, por lo cual, el forjado inferior no intercambia calor y se consideraría adiabático.

Los cerramientos del exterior del inmueble son opacos y cuentan con las siguientes características: fachada principal 292º NO, fachada posterior 115º SE, fachada lateral izquierda 200º S y fachada lateral derecho 356º N y medianería. Éstos han sido definidos

respecto al año de construcción porque no se disponía de proyecto y tampoco se han realizado catas representativas de los cerramientos.

Para finalizar, se ha de especificar que la escalera de acceso a la vivienda es un área común habitable del edificio y no se consideran parte de la certificación de la vivienda. Además, está cerrada por la envolvente del edificio, es decir, no está abierta al exterior, por lo cual tampoco se podría considerar partición interior.

5.3.2 Definición y cálculo de la envolvente térmica.

La envolvente térmica de la vivienda está formada por una cubierta, fachadas con sus respectivos huecos y los puentes térmicos.

5.3.2.1 Cubierta.

En el software CE3X se han de introducir los datos de la cubierta. Para ello, en la pestaña envolvente térmica introducimos estos datos: en contacto con el aire, sus dimensiones o superficie total, los parámetros característicos del cerramiento y las propiedades térmicas. Con respecto a las propiedades térmicas, en el programa se muestran tres opciones: conocidas, estimadas y por defecto. Las propiedades "conocidas" hacen referencia a cuándo se conocen las características térmicas, los materiales, la estructura del cerramiento y demás parámetros, directamente de pruebas, catas en los cerramientos, del proyecto en la fecha de construcción o de cualquier estudio que demuestre el valor solicitado. Por otro lado, se ha de seleccionar "por defecto" cuando estas propiedades no se conocen, por lo que el programa calcula la mínima transmitancia térmica. Para esto se tiene en cuenta la superficie, el año de construcción y los detalles que se encuentran en la base de datos del CE3X. Por último, las propiedades "estimadas" se seleccionan cuando conocemos algunos parámetros característicos del cerramiento y el programa calcula transmitancia térmica.

En nuestro caso en particular, se ha de seleccionar la opción "estimadas" ya que desconocemos el dato directo de la transmitancia térmica. La clase de cubierta es inclinada, cuyo tipo de forjado es unidireccional y cuenta con cámara de aire ventilada. El tipo de aislamiento es de planchas rígidas bajo la teja de poliestireno extruido (XPS) de 60 mm de espesor. Además, cuenta con un alto aislamiento térmico ideal para cubiertas y con mucha resistencia a la compresión e inclemencias climáticas. Al introducir las

características, tipo de aislamiento, espesor y teniendo en cuenta la clase de cubierta y el forjado, el propio programa calcula la transmitancia térmica (U) de un valor de 0,52 W/m^2k.

5.3.2.2 Muros.

En la vivienda objeto de estudio se distinguen muros de fachada y medianería, se muestra un resumen de las dimensiones de los cerramientos y de sus propiedades térmicas en la **tabla 6**. El valor de la transmitancia térmica U, se calcula introduciendo los parámetros característicos del cerramiento, tales como propiedades térmicas estimadas, tipo de fachada de una hoja y composición del muro fabricado de 1 pie de ladrillo, sin aislamiento térmico.

Nombre envolvente térmica	Orientación	Dimensiones (m)(1)	Superficie (m^2)	Modo de obtención de U	Transmitancia térmica U (W/m^2k)
Cubierta con aire	-	-	80,46	Conocida	0,06
Muro de fachada NO	Noroeste	3,43 x 3,43	18,17	Estimada	1,69
Muro de fachada SE	Sureste	2,65 x 0,7	1,85	Estimada	1,69
Muro de fachada N	Norte	2,65 x 14,84	39,32	Estimada	1,69
Muro de fachada S	Sur	2,65 x 4,55	12	Estimada	1,69
Medianería	-	2,65 x 21,09	55,88	-	0

(1) Medidas tomadas desde el interior del inmueble.

Tabla 6. Deslindes, orientación, dimensiones, superficie y transmitancia térmica de la envolvente térmica del inmueble

- Patrón de sombras: Se selecciona la sombra que produce los obstáculos remotos hacia el cerramiento. Definimos Sombra en la fachada principal NO.
- Para la medianería se selecciona el tipo de muro (inercia térmica y masa ligera < 200 kg/m^2). Se consideran que los edificios adjuntos en los laterales son residenciales, climatizados, por lo que el cerramiento se considera adiabático.

5.3.2.3 Huecos.

Los huecos consiguen especificar las propiedades de las ventanas o puertas que encontramos en los cerramientos de las fachadas. Resulta interesante especificar las características de los huecos debido a que cerca de un 14% de las pérdidas de calefacción se producen por las puertas y ventanas. En este caso como ya mencionamos anteriormente, los marcos de las puertas y ventanas son de material PVC estancas con un sistema Hermet 10 Serie Avanzada sistema de perfiles Kömmerling oscilobatientes de 70 mm de profundidad (véase en la **figura 11**), con acabado en color blanco claro y altamente eficiente y los vidrios son SGG CLIMALIT PLUS SAFE que se describe a continuación:

- Vidrio de capa baja emisiva y control solar de doble acristalamiento de baja permisibilidad térmica con aislamiento térmico reforzado (ATR) con SGG PLANITHERM exterior de 6 mm.
- Capa de baja permisividad térmica en la cara interior.
- Cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral de 12 mm y vidrio interior planiclear de 4 mm. En total 22 mm de espesor, con una composición de [6(12)4].

Se pueden consultar en detalle las características que se han nombrado anteriormente en las figuras **9 y 10**.

SGG PLANITHERM "S": prestaciones en doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS

Vidrio exterior		SGG PLANITHERM S					
Vidrio interior		SGG PLANILUX					
Composición	mm	4(6)4	4(12)4	4(15)4	6(12)4	6(12)6	6(15)6
Espesor	mm	14	20	23	22	24	27
Peso	Kg/m²	20	20	20	25	30	30
Posición de la capa bajo emisiva	cara	2	2	2	2	2	2
Factores luminosos							
TI	%	66	66	66	68	64	64
RI_E	%	11	11	11	11	11	11
RI_I	%	11	11	11	11	10	10
UV T_{UV}	%	20	20	20	19	18	19
Factores energéticos							
Te	%	44	44	44	42	41	41
Re_E	%	17	17	17	19	16	16
Ae1	%	35	35	35	39	35	39
Ae2	%	4	4	4	3	5	5
Factor solar							
g EN 410		0,50	0,50	0,50	0,48	0,48	0,48
Shading coefficient		0,58	0,58	0,58	0,55	0,55	0,55
Coeficiente U Aire	W/(m².K)	2,5	1,7	1,5	1,7	1,7	1,4
Coeficiente U Argón 90%	W/(m².K)	2,0	1,4	1,2	1,4	1,4	1,2

Figura 9. Prestaciones en doble acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS

Figura 10. Detalle marco cerramientos de PVC, tipo de vidrios SGG CLIMALITPLUS SAFE y cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio.

En la **tabla 7,** se recopilan las diferentes características generales de los huecos en los diferentes muros de fachada.

Nombre	Cerramiento asociado	Dimensiones (m)(1)	Superficie (m^2)	Porcentaje de marco (%)	U (Modo de obtención)
Hueco 1	Fachada NO - principal	1 x 1,5	1,5	20	Conocidas
Hueco 2	Fachada NO - principal	1 x 2,1	2,1	20	Conocidas
Hueco 3	Fachada SE	0,67 x 1,3	0,87	20	Conocidas
Hueco 4	Fachada N	2 x 0,81	1,62	30	Conocidas
Hueco 5	Fachada N	0,5 x 0,6	0,3	20	Conocidas
Hueco 6	Fachada N	1 x 1,2	1,2	20	Conocidas
Hueco 7	Fachada N	1 x 1,2	1,2	20	Conocidas

(1) Medidas de todo el hueco (incluye carpintería fija)

Tabla 7. Huecos.

Los huecos se introducen uno a uno. Como porcentaje de marco de los huecos se considera toda la carpintería del hueco, incluyendo los perfiles fijos. Los huecos cuentan con una serie de características como son la permeabilidad del hueco, absortividad del marco, dispositivo de protección solar y la protección de sombras, las cuales se van a describir a continuación.

La **permeabilidad del hueco** es un factor importante que afecta al bienestar térmico de las estancias habitables. El CTE puntualiza la permeabilidad del aire como la capacidad de una puerta o ventana de dejar traspasar el aire cuando se somete a presiones diferenciales.

La norma UNE EN 12.207 establece la permeabilidad del aire por clases (**tabla 8**).

Clase	Permeabilidad al aire a 100 Pa m^3/hora x m^2	Presión máx de ensayo Pa
0	Sin ensayar	Sin ensayar

1	≤ 50	150
2	≤ 27	300
3	≤ 9	600
4	≤ 3	600

Tabla 8. Permeabilidad del aire.

La permeabilidad del aire de los huecos en este caso es de clase 4 como podemos observar en la siguiente tabla de las prestaciones térmicas del marco (**tabla 9**).

Transmitancia térmica perfiles huecos de PVC (2 cámaras)	2,2 W/m^2k
Aislamiento acústico	35-47 dB
Permeabilidad al aire	Clase 4
Estanqueidad al agua	Hasta 9^a
Resistencia al viento	Hasta C5

Tabla 9. Prestaciones térmicas del marco.

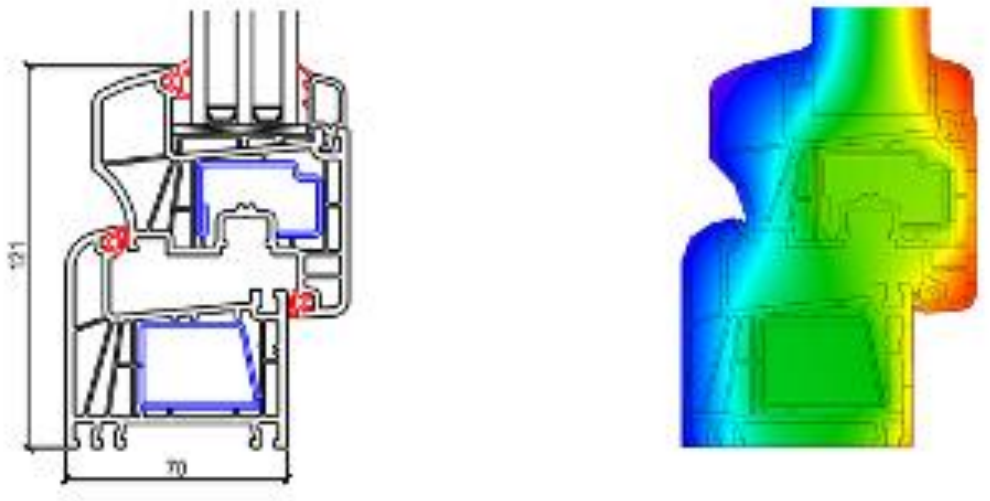


Figura 11. Perfil ventana Kömmerling.

Otra de las características que se tiene en cuenta es la absortividad del marco para la radiación solar que se fija con respecto al color del propio marco, siendo estos blancos.

Por otro lado, y con respecto al dispositivo de protección solar se ha de tener en cuenta los elementos de sombreado correspondientes. Estos elementos producen sombra

en el voladizo existente en el hueco 2 y retranqueos en todos los huecos, es decir, la distancia desde la superficie exterior del cerramiento donde está contenido el hueco, hasta el perfil de la ventana. El funcionamiento de las persianas depende del usuario y el programa las considera internamente con un factor de corrección solar de 0,7. Es decir, si se hace uso de la persiana, bajándola en algún momento, se bloquea un 30% la radiación que incide en el hueco.

En este caso en concreto, encontramos sombras en la fachada principal NO, para los huecos 1 y 2 ubicados en esa fachada. Más adelante se definirá su patrón de sombras.

A continuación, en la **tabla 10** se muestran los parámetros característicos de los huecos:

U vidrio (W/m^2k)	g vidrio	U marco (W/m^2k)	Absortividad marco	Permeabilidad (m^3/hm^2)
Vidrio doble		PVC con RPT	Blanco claro	Valor conocido
1,7	0,55	2,2	0,2	3

Tabla 10. Propiedades térmicas de los huecos.

5.3.2.4 Puentes térmicos.

Para terminar, en relación a la envolvente térmica, se especifican los puentes térmicos. Para esto se tiene como referencia el documento básico de ahorro de energía del código técnico de la edificación (CTE DB HE), donde se expone que el puente térmico es la *"zona de la envolvente térmica del edificio en la que se evidencia una variación de la uniformidad de la construcción"*. Los puentes térmicos afectan de manera negativa a la envolvente térmica, es una zona débil por la que hay pérdidas de calor y se produce una transmitancia térmica mayor. Se habla de puente porque conecta un foco frio con foco caliente. Se seleccionan por defecto los puentes térmicos en el programa, ya que no se conoce la transmitancia térmica lineal del puente térmico para poder definirlos. A continuación, se muestran los puentes térmicos seleccionados por defecto que se han considerado y con los que cuenta la envolvente: contorno de hueco, encuentro de fachada con forjado y encuentro de fachada con cubierta (véase en la **tabla 11**).

Cerramientos	Puente térmico asociado	Longitud (m)	Valor (W/mk)
Cubierta inclinada	PT Encuentro de fachada con cubierta	36,99	0,49
Muro de fachada NO	PT Encuentro de fachada con forjado	6,73	1,17
	PT Contorno de hueco 1	5	0,49
	PT Contorno de hueco 2	6,2	0,49
Muro de fachada SE	PT Encuentro de fachada con forjado	0,69	1,17
	PT Contorno de hueco 3	3,74	0,49
Muro de fachada N	PT Encuentro de fachada con forjado	14,56	1,17
	PT Contorno de hueco 4	5,24	0,49
	PT Contorno de hueco 5	2,6	0,49
	PT Contorno de hueco 6	4,4	0,49
	PT Contorno de hueco 7	4,4	0,49
Muro de fachada S	PT Encuentro de fachada S	4,44	1,17

Tabla 11. Puentes térmicos.

5.4 Instalaciones térmicas.

La vivienda se abastece de sistemas individuales para abastecimiento de agua caliente sanitaria ACS y climatización, los cuales se describen en las próximas líneas.

5.4.1 Equipo de ACS.

La demanda de ACS está cubierta por un termo eléctrico Aral Cointra TNC Plus 80, con termostato regulable exterior que permite regular la temperatura del agua (de manera general se encuentra en la posición “eco”). Durante la visita y comprobaciones obligatorias a la vivienda que se realiza para la toma de datos, se tomó una fotografía a la etiqueta donde se detallan algunos datos característicos del funcionamiento y gasto energético del mismo, como son la potencia nominal, la marca, modelo y capacidad del termo eléctrico (véase en la **figura 12 y 13**).

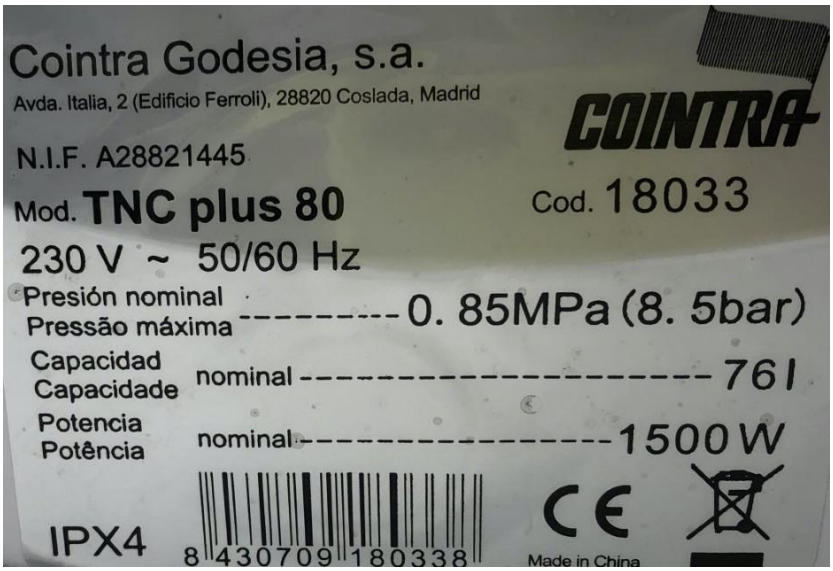


Figura 12. Etiqueta características técnicas termo eléctrico ACS.

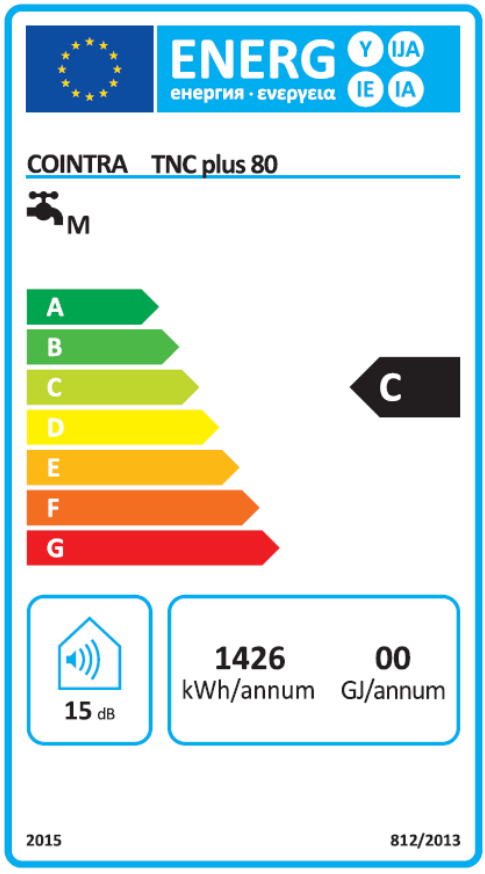


Figura 13. Etiqueta energética del calentador de agua.

En la **tabla 12** se recopilan los datos técnicos que nos facilita el fabricante.

Capacidad:	76 litros	Ideal 3 personas
Eficiencia energética:	Clase C	Ahorros superiores al 10%
Potencia nominal:	1500 W	
Rango temperatura:	35 a 60 ºC	
Tipo de aislamiento:	Poliuretano expandido	25 mm de espesor
Consumo anual según norma ERP:	1426 KW	Bastante ajustado
Grado de protección eléctrica	IPX4	

Tabla 12. Características técnicas temo eléctrico para ACS.

Para introducir la instalación de ACS en el programa, son necesarios los siguientes datos:

- Tipo de generador: en este caso efecto Joule, ya que tanta energía consumimos, tanto calor se produce.
- Tipo de combustible: electricidad.
- Demanda cubierta: esta instalación cubre la demanda al 100%.
- Rendimiento estacional, el equipo es un generador que consume electricidad con un 100% de rendimiento.
- La acumulación: En este caso se selecciona la opción “con acumulación”, debido a que el termo eléctrico es un depósito donde se acumula agua y se calienta por medio de una resistencia eléctrica que hay en su interior. Una vez escogida esta opción, debemos o conocer el coeficiente global de las pérdidas de calor producidas a través de la superficie del depósito (UA) que es el producto el coeficiente global de transmisión de calor por el área de la superficie envolvente del acumulador, (U) viene expresado en vatios entre metros cuadrados kelvin (W/m^2K) y el área en metros cuadrados (m^2), por lo que se expresa UA en vatios por grado kelvin (W/K).

Al no conocer este coeficiente de manera directa ni el valor de las pérdidas estáticas para poder calcular dicho coeficiente, ya que el fabricante no nos lo facilita, se selecciona la opción “estimado”. Se introduce el volumen o capacidad nominal de este según la etiqueta de características técnicas es de 76 litros, tipo de aislamiento de espuma de poliuretano de 0,025 metros y el multiplicador, que sería 1, ya que solo hay un termo eléctrico instalado en la vivienda. También se introducen la temperatura mínima y máxima y el programa calcula un coeficiente UA de 1,8 W/k.

5.4.2 Equipo de calefacción y refrigeración.

Para la climatización el inmueble cuenta con una caldera de gasóleo y radiadores de agua repartidos por la vivienda que se utilizan solamente cuando se alcanzan temperaturas muy bajas. También cuenta con bombas de calor de aire acondicionado tipo Split de aire-aire, instaladas en las paredes que se reparten la demanda en consecuencia de la superficie de las habitaciones que abarca cada uno de ellos, cubriendo una demanda de 63,21 m^2.

La marca de esta máquina de refrigeración es Astro con modelo KFRA-12A de gas R407C, cuyo año de fabricación es el año 2004.

El CE3X solamente permite introducir un sistema de climatización, por lo que se opta por introducir el sistema de calefacción y refrigeración por los Split (partido, compuesto por una unidad exterior y otra interior, véase en las **figuras 22 y 23** respectivamente). Estos sistemas de caudal fijo, son equipos ya antiguos con dieciséis años en el que el control de la temperatura ambiente se efectúa por medio de un termostato que actúa deteniendo y arrancando el compresor, por lo que los picos de consumo eléctrico son muy altos. Debido a este procedimiento se denominan sistemas todo-nada (esto nos penaliza en las emisiones de calefacción, con una calificación peor).

Una vez definido el tipo de instalación, se ha de introducir en el programa el valor del rendimiento medio estacional. El CE3X proporciona dos métodos para definirlo: 1) un valor estimado, mediante el rendimiento nominal y la antigüedad del equipo y 2) un valor conocido (ensayado), que es difícil de determinar en la toma de datos en la vivienda. Por lo tanto, se utilizará la primera opción de valor estimado.

- **Coeficientes de operatividad en bombas de calor**

El rendimiento energético de las bombas de calor con refrigerante se mide por los siguientes coeficientes o parámetros:

- **EER**: Energy Efficiency Ratio o coeficiente de eficiencia energética en forma de refrigeración.
- **SEER**: Seasonal Energy Efficiency Ratio o coeficiente de eficiencia energética estacional.

- **COP**: Coefficient Of Performance o coeficiente de eficiencia energética en forma de calefacción.
- **SCOP**: Seasonal Coefficient Of Performance o coeficiente de rendimiento estacional para los aparatos de calefacción.

Estos coeficientes son mayores que uno, aunque esto puede no parecer posible, se explica porque el calor se mueve utilizando energía, en lugar de producir calor como en el caso de las resistencias eléctricas. Una parte muy importante de este calor se absorbe del aire. En cualquier bomba de calor se puede comprobar que el calor transferido al foco caliente es la suma del calor extraído del foco frío más la potencia consumida del compresor y este calor se transfiere al fluido.

Los dos primeros coeficientes aluden a la eficiencia del equipo en refrigeración y los segundos al rendimiento energético en calefacción. Cuantos mayores sean, mayor eficiencia tendrá el equipo. De éstos, los valores obtenidos son el COP y el EER.

Llegados a este punto, resulta interesante hacerse la siguiente pregunta: ¿de dónde se obtienen estos coeficientes? Debido a que en la placa técnica del equipo no se contemplan estos coeficientes, se han de obtener por medio de los datos reflejados en esta misma placa, por lo que se ha de calcular a su vez, el consumo del equipo y la energía resultante. Para hacer este cálculo, se ha de consultar la tarjeta donde aparecen los datos técnicos y la cual se muestra a continuación (véase en la **figura 14**).

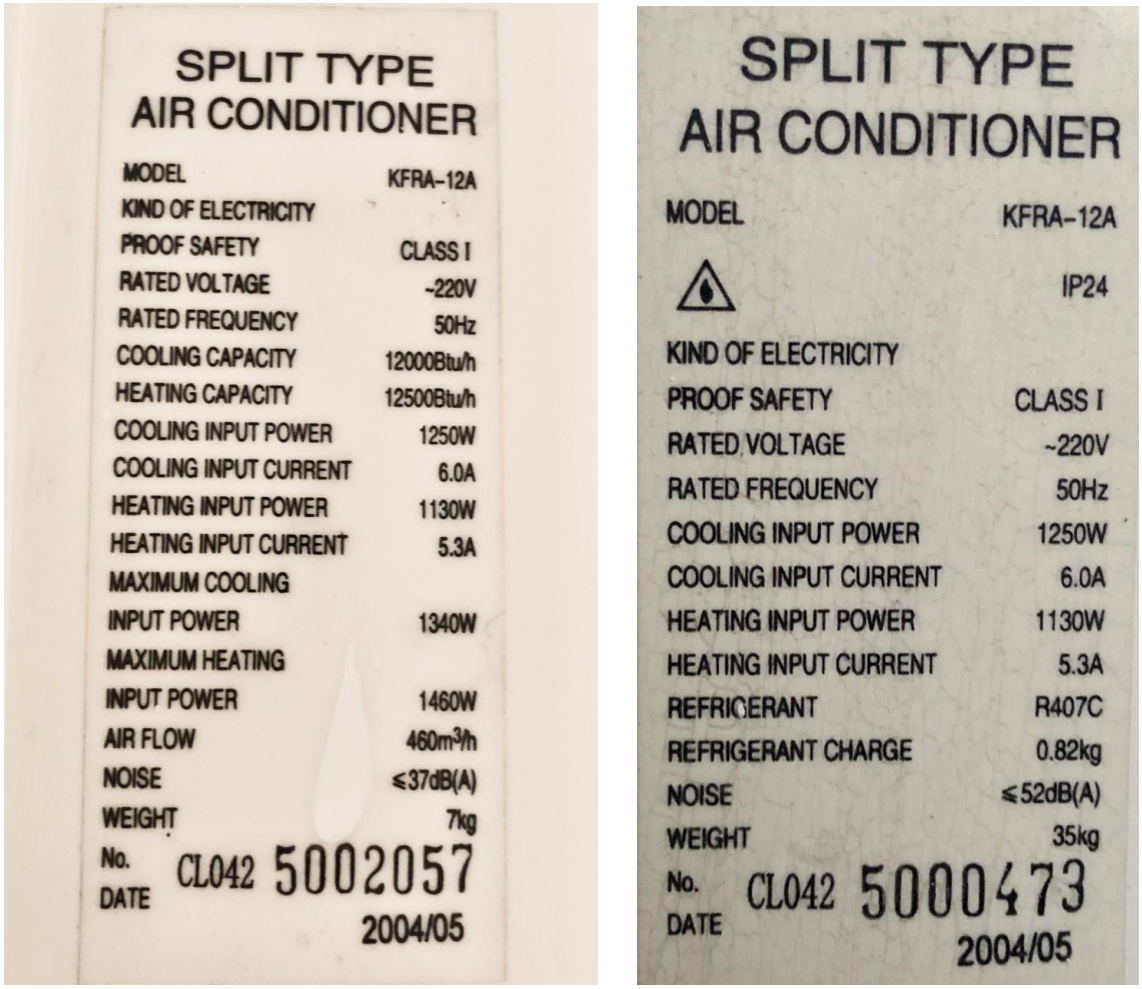


Figura 13. etiqueta característica Split interior / exterior.

En una bomba de calor tanto el consumo como el suministro dependen de si está trabajando en forma de calefacción o en modo refrigeración.

Es por esta razón, por lo que se ha de tener en cuenta las unidades y que el rendimiento no tiene dimensiones, por lo que las unidades en los dos casos serán usualmente las mismas, por lo general: W/W

Se han de tener en cuenta dos valores: 1) el valor de Capacity Heating que se corresponde con 12500 Btu/h y 2) el valor del Heating Input Power que se corresponde con 1130 W. Estos valores resultan siempre necesarios para calcular el COP.

En este, se obtienen los datos de demanda (heating capacity y cooling capacity) en unidades Btu/h y el consumo en W, con lo que sería necesario hacer la conversión de unidades de la demanda:

1 Btu/h es 0,2931 W, por lo que 12500 Btu/h son 3663 W

1 Btu/h es 0,2931 W, por lo que 12000 Btu/h son 3517 W

A partir de estos valores tenemos que:

$$\eta = \frac{Demanda\ energética}{Consumo\ energético} \quad (6)$$

Ecuación. Rendimiento bomba de calor.

Por lo que el COP se corresponde al cociente entre la capacidad en calefacción entre su consumo y el EER la capacidad de refrigeración entre su consumo.

$$COP = \frac{Potencia\ aportada\ calor}{Potencia\ consumida\ calefacción} = \frac{3663W}{1130W} = 3{,}24\ x\ 100 = 324\% \quad (7)$$

Ecuación. Cálculo de eficiencia energética en forma de calefacción.

$$EER = \frac{Potencia\ aportada\ frio}{Potencia\ consumida\ refrigeración} = \frac{3517W}{1250W} = 2{,}81\ x\ 100 = 281\% \quad (8)$$

Ecuación. Cálculo de eficiencia energética en forma de refrigeración.

Los resultados conseguidos son rendimientos en valores unitarios y para introducirlos en el software han de ser convertidos a %, multiplicándolos por 100. A continuación, estos valores se han de introducir en el programa CE3X.

El SEER también es un valor desconocido y se obtiene a través de mediciones y fórmulas matemáticas en laboratorio, por lo que es un dato al que no se tendría acceso. Tanto el SEER como el SCOP tienen el mismo empleo que el EER y el COP, que es proporcionar una referencia sobre la eficiencia eléctrica, excepto que el SCOP y SER son cifras más acertadas de la eficiencia de la máquina, porque se han expuesto a ensayos a diferentes temperaturas, proporcionando una cifra más próxima a la eficiencia energética media del equipo en función a la zona climática en una época de calefacción.

El rendimiento medio estacional es obtenido por el programa por medio del rendimiento nominal y de antigüedad del equipo.

5.5 Contribuciones energéticas por fuentes de energía renovable y generación eléctrica mediante renovable o cogeneración.

Las contribuciones o aportaciones energéticas son aquellas instalaciones que aprovechan las fuentes de energía renovables que permiten a la propiedad reducir su consumo de energía convencional para calentar agua y generar electricidad. En esta vivienda no encontramos contribuciones energéticas.

5.6 Definición de sombras.

Ha sido necesario situar los edificios limítrofes para desarrollar el estudio de sombras sobre nuestro edificio de estudio, afectando éstas a la transmitancia térmica y al confort térmico de la vivienda.

Las fachadas orientadas al Norte en invierno no reciben radiaciones solares, en verano una pequeña radiación solar al comienzo de la mañana y final de la tarde, por lo que no están afectadas por patrones de sombra, la fachada con orientación sur es la más favorecida tanto en invierno como en verano con ganancias solares y no recibe sombras, solo encontramos que recibe sol y sombra la fachada principal orientada 292º hacia el noroeste (medida con una brújula digital mediante localización por GPS) recibe radiación solar desde el medio día hasta la caída del sol, esta fachada tiene gran carga térmica, por lo que estudiamos las sombras sobre ésta. Estas sombras son producidas por un bloque de viviendas continuo y paralelo situado en el acerado de enfrente de nuestra vivienda de estudio.

El programa CE3X, proporciona dos opciones para definir el patrón de sombra: 1) una forma simplificada de introducir datos en la opción “obstáculos rectangulares” (véase en la **figura 15**) cuando se trata de elementos remotos rectangulares para conocer el acimut (Ángulo que forma el punto considerado con la dirección sur 180º) y la elevación (ángulo que se eleva del vértice visto desde el punto de referencia) de manera automática y 2) la opción general de introducir datos calculándolos.

Utilizando la opción simplificada, se precisan de los siguientes datos:

- Orientación: El programa marca el noroeste exacto 315º NO, cuando en realidad no es así, se encuentra ligeramente separada en el eje X. Conociendo el dato de

orientación de la fachada según la brújula 292º NO, que lo separan 112º del eje sur que son 180º y es sobre los que se deben medir los acimuts.

- d (m): distancia horizontal de 4,35 metros que existe en la línea perpendicular de nuestro edificio con el edificio paralelo, el cual es el que produce sombra.
- d1 (m): distancia de 2,5 metros que existe desde el punto proyectado desde nuestro edificio donde realizamos el cálculo del patrón de sombra al de enfrente que proyecta sombra y hasta el final del otro edificio hacia la izquierda.
- d2 (m): distancia de -9,5 metros que existe desde el punto proyectado desde nuestro edificio donde realizamos el cálculo del patrón de sombra al de enfrente que proyecta sombra, hasta el final del otro edificio hacia la derecha. Es un dato negativo ya que se ha medido hacia la izquierda (tomando como referencia el obstáculo rectangular).
- Elevación (m): diferencia de cotas entre el punto de la superficie tomado para hallar el patrón y la altura total del edificio que le arroja sombra, situado enfrente.
- Punto 1: esquina superior izquierda del obstáculo que nos proyecta sombra.
- Punto 2: esquina superior derecha del obstáculo que nos proyecta sombra.
- Punto 3: esquina inferior derecha del obstáculo que nos proyecta sombra.
- Punto 4: esquina inferior izquierda del obstáculo que nos proyecta sombra.

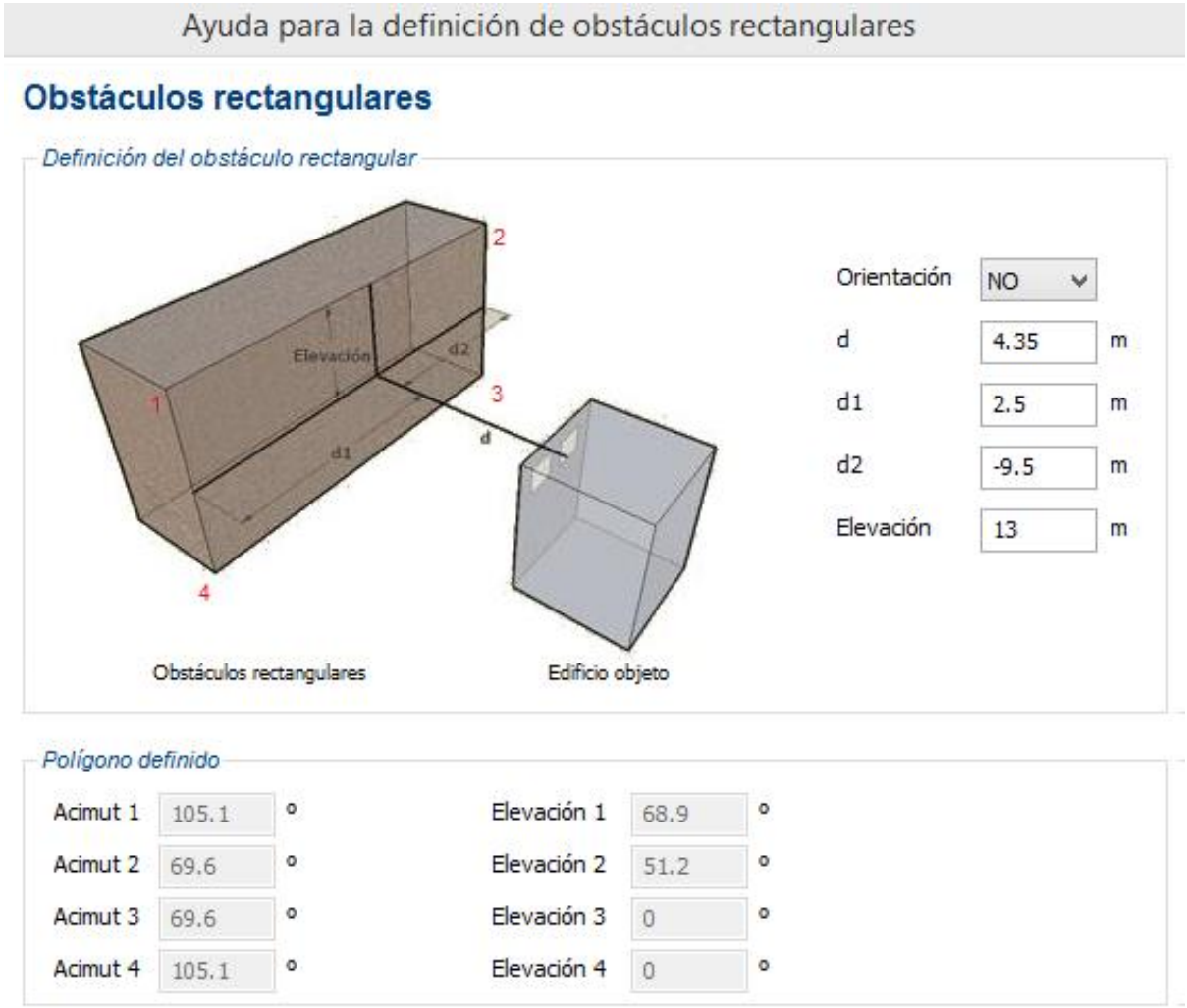


Figura 15. Definición de obstáculos rectangulares.

De esta manera, como resultado de introducir los datos, se obtiene el siguiente patrón de sombras según la forma simplificada (**figura 16**, objeto rectangular del patrón de sombras):

Figura 16. Objeto rectangular en la trayectoria solar.

La elevación solar se mide en el eje vertical de la izquierda y el acimut en el eje horizontal. Las curvas de la izquierda a la derecha representan las trayectorias solares del día 21 de cada mes. Las curvas cruzadas pertenecen a las horas solares. Observamos la franja horaria después del medio día en la que el edificio arroja sombra.

- Cálculo numérico de acimut y elevación solar: Midiendo las distancias d, d1 y d2, por el teorema de Pitágoras calculamos las hipotenusas que nos harán falta para calcular las elevaciones. También nos ayudamos de la cartografía catastral para tomar medidas y cálculos por trigonometría.

$$\sqrt{(4{,}35^2 + 9{,}5^2} = 10{,}44\ m \tag{9}$$

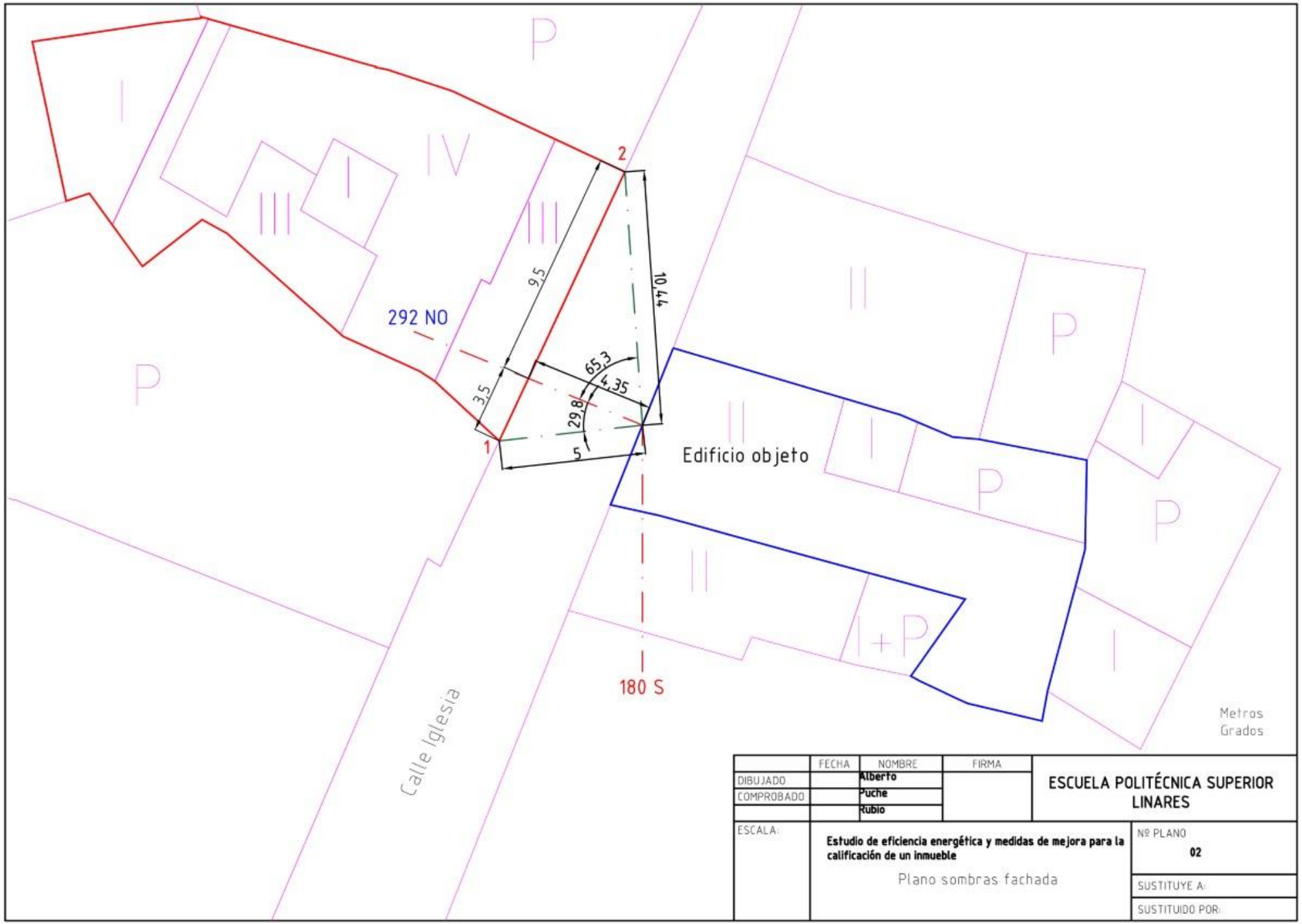
$$\sqrt{(4{,}35^2 + 2{,}5^2} = 5 \tag{10}$$

$$tanx^{-1}\left(\frac{2{,}5}{4{,}35}\right) = 29{,}88º \tag{11}$$

$$\tan^{-1}\left(\frac{9{,}5}{4{,}35}\right) = 65{,}39º \tag{12}$$

A continuación, se muestra el plano para el cálculo de acimut y de la inclinación (Realizado a partir de la cartografía catastral):

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		Alberto		
COMPROBADO		Puche		
		Rubio		

ESCALA:	Estudio de eficiencia energética y medidas de mejora para la calificación de un inmueble Plano sombras fachada	Nº PLANO 02
		SUSTITUYE A:
		SUSTITUIDO POR:

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

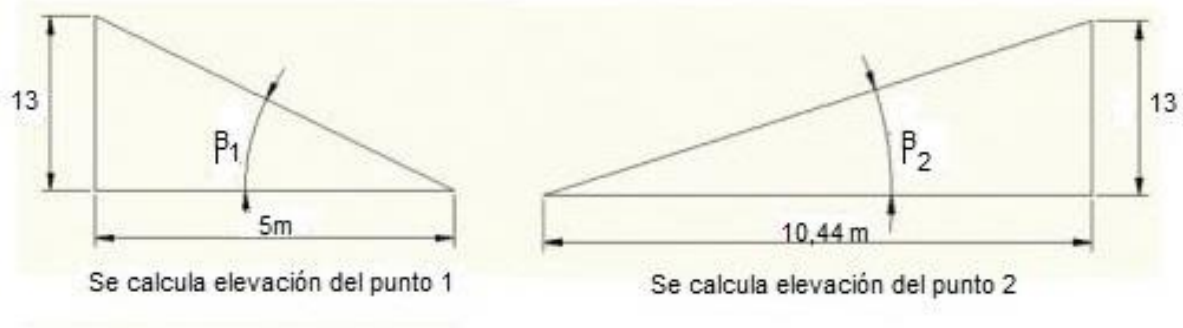
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

Los puntos 1 y 4 y los puntos 2 y 3, tienen el mismo acimut, en nuestro caso los acimuts son positivos porque quedan a la derecha del sur (hacia el noroeste).

$$\alpha 1 = \alpha 4 = 112 - 29{,}88 = 82{,}12º \quad (13)$$

$$\alpha 2 = \alpha 3 = 112 - 65{,}39 = 46{,}61º \quad (14)$$

Elevación del punto 1 y el punto 2:



$$Elevación\ punto\ 1 = \beta 1 = tanx^{-1}\left(\frac{13}{5}\right) = 68{,}96º \quad (15)$$

$$Elevación\ punto\ 2 = \beta 2 = \tan^{-1}\left(\frac{13}{10{,}44}\right) = 51{,}23º \quad (16)$$

La elevación punto 3 y 4 es 0º.

De esta manera, como resultado de introducir los datos, obtenemos el siguiente patrón de sombras según definiendo los polígonos (**figura 17**):

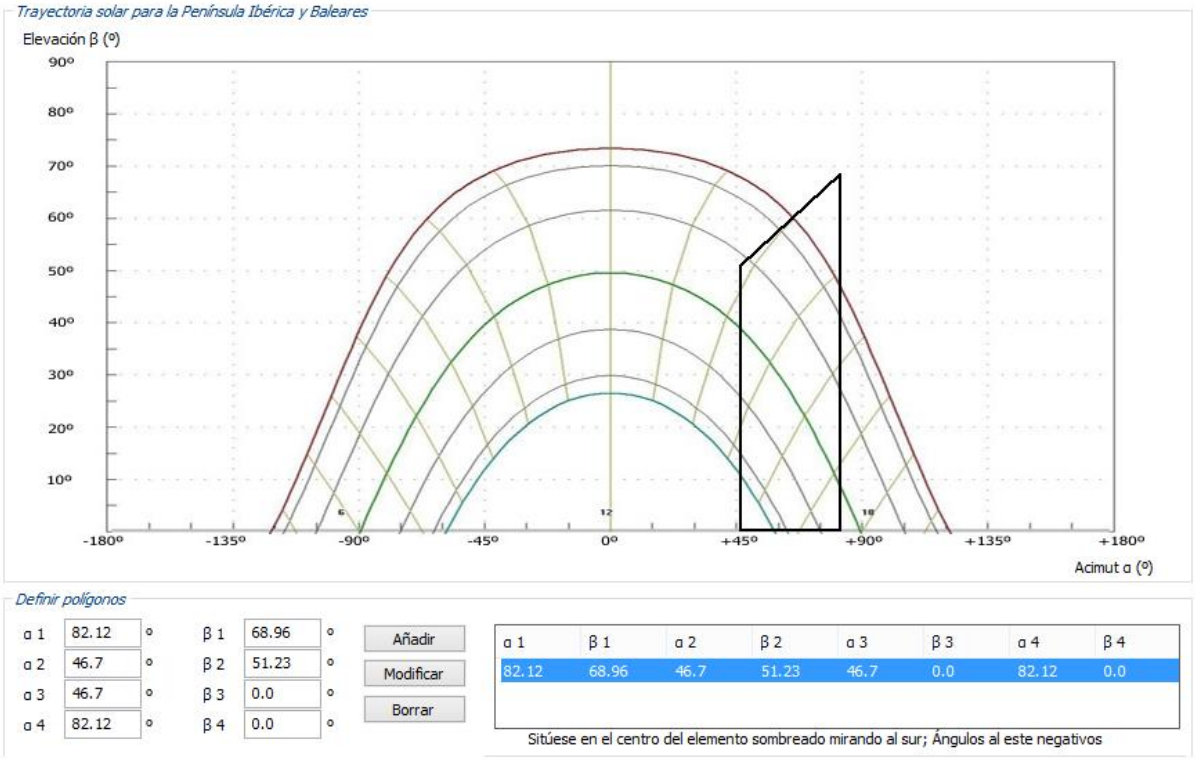


Figura 17. Objeto rectangular en la trayectoria solar.

Como se observa hay una cierta desviación en la colocación del obstáculo mediante el caso simplificado respecto al caso general. El caso simplificado es más breve de introducir y sirve en nuestro caso al presentar un obstáculo de sección rectangular y paralelo al edificio de estudio. Esa cierta desviación se debe a que en la forma simplificada solo marcamos la orientación NO y el programa lo marca en 315º y la brújula utilizada mide 292º, por lo que existen 23º de desviación. Aun así, al tener poca desviación se considera que las diferencias con respecto a la calificación final no serán significativas. En este caso, se trabajará con la forma general introduciendo los datos calculados.

5.7 Obtención de la calificación energética.

Llegados hasta este punto y una vez introducidos todos los datos correctamente, se pasa a la obtención de la calificación energética global y las calificaciones determinadas para la demanda de calefacción, refrigeración y las emisiones de calefacción, refrigeración y ACS. El programa califica el inmueble respecto a las emisiones de CO_2 que las indica en $KgCO_2/m^2$, para las emisiones de calefacción, refrigeración y ACS. La

demanda de calefacción y refrigeración se obtienen en KWh/m2. Los resultados obtenidos se pueden consultar en la **figura 18.**

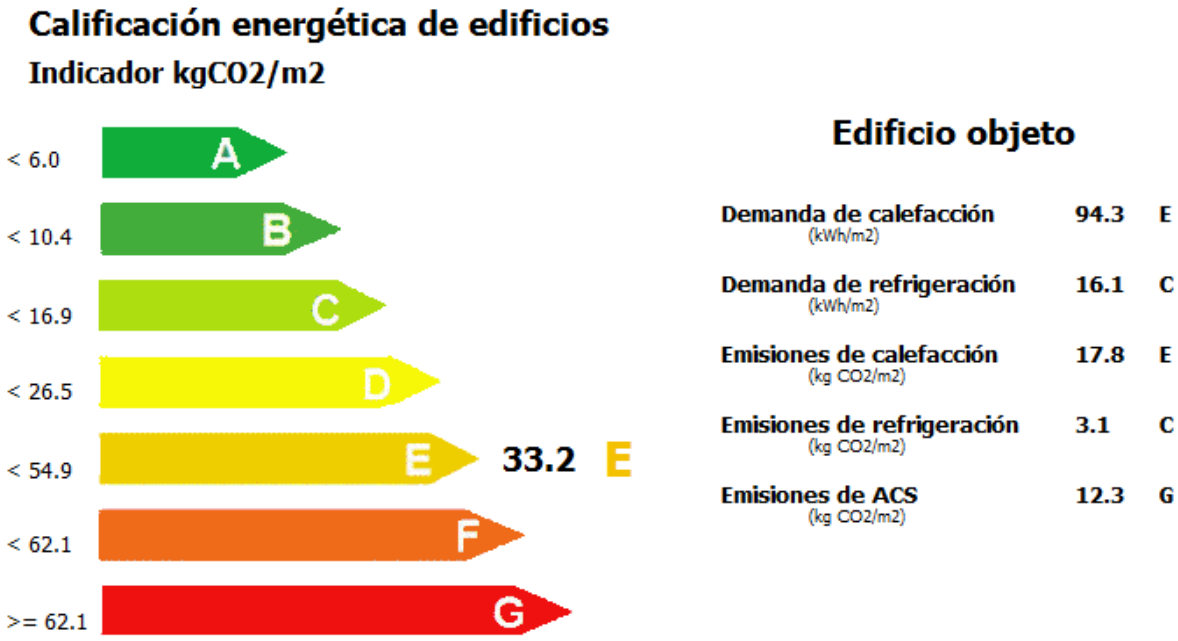


Figura 18. Resultados calificación energética.

Para la vivienda objeto de estudio, se obtiene una calificación con una letra E. Esta calificación es aceptable, aunque se encuentre en la parte baja de la tabla y está comprendida en la media de las calificaciones de los inmuebles siendo la más usual en las viviendas en España. Dado el modelo de construcción que se ha llevado en nuestro país hasta el año 2007, un certificado energético E es buen resultado, pues la mayoría de viviendas construidas en España se han construido sin obligaciones de aislamiento y sin incorporar medidas de eficiencia energética. La calificación energética en España se muestra en la **figura 19** y la demanda de calefacción y refrigeración en la **figura 20**.

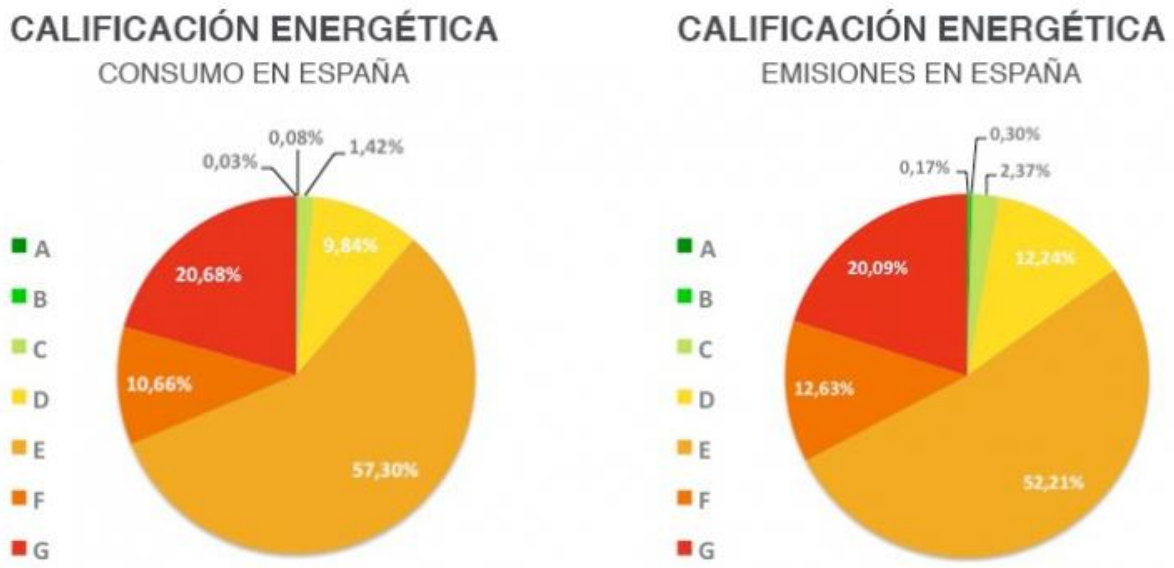


Figura 19. Calificación energética en España.

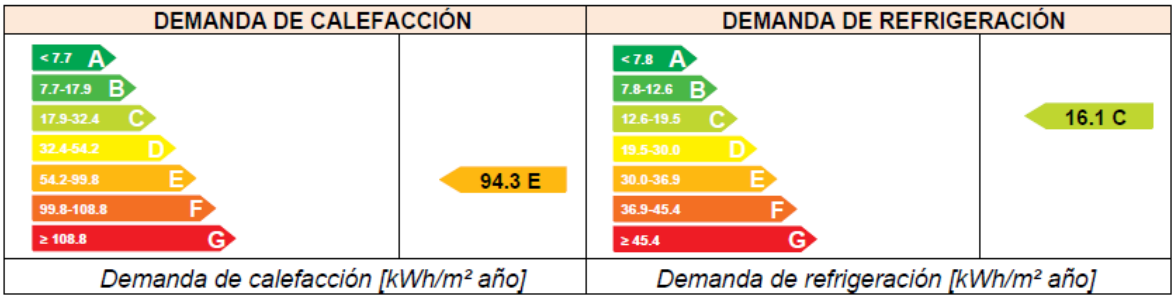


Figura 20. Demanda de calefacción y refrigeración.

Como se observa en la figura, la demanda de calefacción es mayor respecto a la de refrigeración. La peor calificación que se obtiene corresponde a la letra E, se considera que pudiera deberse a la orientación de la vivienda, de la superficie de la fachada y la cual no cuenta con aislamiento térmico. Aquí también se ha de tener en cuenta que uno de los mayores gastos energéticos que se producen en las viviendas es por la climatización de las estancias.

Respecto a las emisiones, la peor calificación es una letra G, esto se debe al calentador termo eléctrico para ACS que hay instalado en la vivienda con acumulación de agua de 76 litros y que acumula el agua a la temperatura deseada a la espera de ser

consumida. Estos termos eléctricos suelen ser poco eficientes energéticamente, porque contienen una resistencia eléctrica en su interior con un alto consumo eléctrico. Este aspecto se tendrá en cuenta para la elaboración de las medidas de mejora.

Por tanto, teniendo en cuenta los resultados, obtener soluciones de eficiencia energética sostenibles a medio-largo plazo en esta vivienda implica minimizar el consumo de energía para calefacción. Este propósito solo se puede lograr de dos maneras:

1) Producir la demanda de calefacción y disminuir las emisiones de ACS por medio de fuentes de energía renovables mediante equipos de alta eficiencia energética.
2) Reducir la demanda de calefacción mediante la mejora o adicción de aislamiento para reducir la carga térmica de la vivienda.

5.8 Medidas de mejora.

Con la mejora de la calificación energética se persigue que, en el inmueble, con las mismas costumbres de sus inquilinos, se haga un menor uso de la energía. El logro de obtener un mayor nivel de eficiencia energética en un inmueble se obtiene apostando por aquellos componentes que más aportan en el ahorro energético de los usos residenciales, viniendo esta apuesta enfocada hacia el empleo de energías renovables. Los conjuntos de medida de mejora que podemos añadir son: Aislamiento térmico, puentes térmicos, huecos e instalaciones.

Nos encontramos ante un inmueble que ya cuenta con algunas medidas de mejora realizadas anteriormente y ya nombradas, como eran los huecos y aislamiento en cubierta. Como se ha podido ver, la vivienda presenta algunas insuficiencias en cuanto a los sistemas de calefacción, lo cual se plantean dos opciones 1) sustituir la caldera de gasóleo con la que dispone la vivienda, por un sistema de mejores prestaciones y 2) mejorar el aislamiento. Ambas opciones mejorarán la calificación energética obtenida.

En el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, por el que se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios, en su artículo 6, se explica que hay que introducir al menos un conjunto de medidas de mejora para que el certificado no sea un informe incompleto. En caso de no seleccionar ninguna, esto será notificado.

En este artículo también se concreta que las medidas de mejora introducidas en el certificado de eficiencia energética serán técnicamente posibles y pudiéndose incluir una valoración de los períodos de retorno de la inversión o de la rentabilidad, teniendo en cuenta la vida útil de las mismas.

El programa CE3X facilita definir los conjuntos de medidas de mejora. El técnico certificador puede crear los conjuntos de medidas de mejora que crea más oportunos para la eficiencia energética y también permite realizar un análisis económico.

Mediante la incorporación de la medida de mejora en contribuciones energéticas de un sistema de energía solar térmico para ACS con un porcentaje de demanda de ACS cubierto del 60%, la vivienda de acuerdo con el CE3X alcanzaría una nueva calificación de 25,78 D y una reducción de las emisiones globales de 22,3%, se podría tener en cuenta para sustituir el termo eléctrico actual, pero veremos más adelante que la bomba de calor de alta eficiencia energética cubrimos la demanda de ACS y obtenemos mejor calificación y más ahorro.

En este caso, no se propondría instalar una bomba de calor geotérmica ya que, esta vivienda no está en contacto con la tierra y no existe una superficie de captación donde poder hacer este tipo de instalación.

5.8.1 Medida de mejora 1: Sustitución de equipos por bomba de calor de alta eficiencia energética, Aerotermia.

5.8.1.1 Descripción.

En esta medida de mejora se propone instalar una bomba de calor compacta de alta eficiencia energética aire-agua aerotermica y aprovechar la versatilidad de la bomba de calor para combinar los radiadores convencionales ya instalados y que los alimentaba una caldera de gasóleo. Además, se propone sustituir el termo eléctrico, ya que la bomba de calor de alta eficiencia energética también nos cubre la demanda de ACS, aparte de aportar otras soluciones de refrigeración y calefacción, es decir, es un sistema tres en uno.

El reemplazar los equipos existentes supone un gran ahorro económico, ya que, se produciría un ahorro total en el suministro de combustible y disminuiría el gasto en electricidad, además de reducir las emisiones de CO_2.

El sistema que se propone es una bomba de calor de la marca Daikin ALTHERMA 3 BIBLOC COMPACT, cuyo modelo es GASX43DS (véase en la **figura 21)** y con una Alta efciencia A+++, Refrigerante R-32, Inverter CVR (Bomba de calor – Caudal Variable de Refrigerante). Además, merece la pena destacar la potencia nominal de la misma correspondiéndose con 5.75 KW.

La marca Daikin presenta un sistema íntegro de Bomba de calor, proporcionando calefacción en invierno, refrigeración en verano y ACS durante todo el año. Asimismo, este sistema es compatible con la energía solar.

Figura 21. Unidades bomba de calor Daikin.

La pérdida de calor se reduce al mínimo gracias a la alta calidad del aislamiento y la posibilidad de control de aplicaciones para gestionar la calefacción, el agua caliente y la refrigeración.

5.8.1.2 Rendimiento de la bomba de Calor.

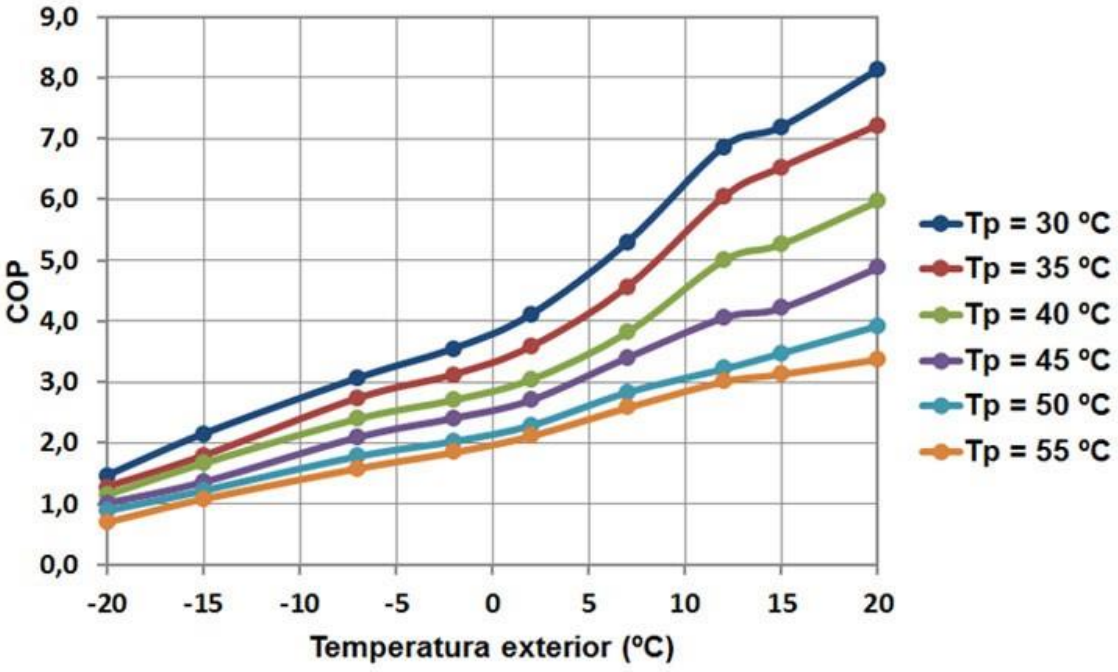
Pese a que los equipos de hoy día trabajan incluso con temperaturas extremadamente bajas de -20 grados centígrados presentando un buen rendimiento con un consumo de electricidad bajo, lo ideal es que estos equipos se instalen en climas

templados, como en el que nos encontramos y en ambientes pequeños como viviendas individuales. Como ya se especificó anteriormente en el apartado de referencias climáticas, la vivienda objeto de estudio se encuentra en una zona climática V cálida donde hay un clima mediterráneo y donde la temperatura media anual es de 23º. En líneas generales, cuanto mayor sea la temperatura exterior, menor trabajo hará la bomba de calor, aumentando su rendimiento.

Como ya se hizo alusión anteriormente, las bombas de calor antiguas instaladas en la vivienda en las cuales se calculó los rendimientos COP y EER porque no los facilitaba el fabricante. Las características de esta bomba se pueden consultar en la **tabla 13**. En este caso el fabricante si facilita estos rendimientos en la hoja técnica.

El funcionamiento de la instalación se ve afectado por las circunstancias climáticas, reduciendo el COP a medida que disminuye la temperatura exterior. Es por esta razón por la que en este caso se consideraría renovable o no.

En la gráfica siguiente (**gráfica 1**) se puede observar la relación del COP de un sistema de aerotermia con respecto a la temperatura exterior y la temperatura de impulsión de calefacción (Tp).



Gráfica 1. Relación COP con respecto temperatura exterior.

Cabe destacar que a mayor temperatura exterior y a menor temperatura de impulsión el rendimiento aumenta tal y como analizamos en el gráfico.

UNIDADES EXTERIORES					ERGA04DV
Temperatura	ambiente	impulsión			
Calefacción	7	45	Capacidad Nominal/Consumo	kW	5,75 / 1,55
			COP		3,70
	7	35	Capacidad Nominal/Consumo	kW	5,94 / 1,14
			COP		5,20
Refrigeración	35	7	Capacidad Nominal/Consumo	kW	4,62 / 1,24
			EER		3,72
	35	18	Capacidad Nominal/Consumo	kW	5,98 / 1,06
			EER		5,64
Refrigerante R-32			kg / TCO_2eq / PCA		1,5 / 1,01 / 675,0
Dimensiones			Al.xAn.xF.	mm	740 x 884 x 388
Peso				Kg	58,5
Compresor					SWING
Potencia sonora			Refrig. / Calef.	dB(A)	61 / 58
Presión sonora			Refrig. / Calef.	dB(A)	48 / 44
Alimentación eléctrica					I / 220 V (monofásico)
Conexión Refrigerante					Ø 1/4" - Ø 5/8"
Distancias líneas refrigerante					3<d<30
Clase de eficiencia energética 55ºC LOT1 (SCOP)[1]					A++ (3,26)
Clase de eficiencia energética 35ºC LOT1 (SCOP)[1]					A+++ (4,48)

Figura 22. Características técnicas unidad exterior bomba de calor.

UNIDADES INTERIORES SOLAR			EHSX04P30D
CON UNIDADES EXTERIORES MODELOS:			
Volumen acumulador		l	300
Dimensiones	Al.xAn.xF.	mm	1.890 x 595 x 615
Peso		Kg	85
Presión sonora	Refrig. / Calef.	dB(A)	28
Perfil de carga LOT2			L
Clase eficiencia energética LOT2			A

Figura 23. Características técnicas unidad interior bomba de calor.

Potencia (Kw): 5.75	Nivel sonoro unidad interior (db): 28
Potencia Frigorías: 4945	Diámetro Tuberías: 1/4"-5/8"
Tipo: Bibloc	Longitud máxima horizontal: 30
Clase energética: A+++	Longitud máxima Vertical:
Alto unidad interior mm: 1890	Perfil de consumo: L
Ancho unidad interior mm: 595	Referencia ud interior: EHSX04P30D
Profundo unidad interior mm: 615	Referencia ud exterior: ERGA04DV

Peso unidad interior Kg: 85	:
EER: 5.64	COP: 5.20
ACS: Si	Calefacción: Si
Aire Acondicionado: Si	:

Tabla 13. Características técnicas de la bomba de calor.

La bomba de calor que se propone como medida de mejora en este trabajo, tiene un rendimiento COP con un valor nominal de 5,2 tal y como se observa en su ficha técnica. Esto significa que por cada kilovatio que se paga a la compañía eléctrica, la potencia térmica producida es de 5,2 kilovatios para calentar nuestra vivienda y un EER de 5,64 para refrigerar.

El COP o Coeficiente de eficiencia energética ya vimos que se expresa de la siguiente manera:

$$COP = \frac{Potencia\ aportada\ calor}{Potencia\ consumida\ calefacción} = \frac{5{,}94\ KW}{1{,}14\ KW} = 5{,}21 \qquad (17)$$

$$EER = \frac{Potencia\ aportada\ frio}{Potencia\ consumida\ refrigeración} = \frac{5{,}98\ KW}{1{,}06\ KW} = 5{,}64 \qquad (18)$$

Los valores que se obtienen se encuentran en sintonía, con los valores que proporciona el fabricante en la ficha técnica.

Para saber si la bomba se consideraría como fuente de energía renovable hay que calcular su SPF (Rendimiento medio estacional) mediante el documento ¨*Prestaciones medias estacionales de las bombas de calor para producción de calor en edificios"*. Éste es un documento elaborado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo a través del instituto para la Diversificación y el Ahorro de la Energía, con la finalidad de establecer una metodología de cálculo para que ciertas bombas de calor que funcionan por energía eléctrica puedan considerarse bombas de calor renovables.

Según la directiva 2009/28/CE relativa al impulso de la utilización de la energía derivada de fuentes de energía renovables, solo se han de tener en cuenta las bombas de calor cuya producción venza de forma relevante la energía primaria imprescindible para

potenciarla. También en esta directiva se nos define el término aerotermia, como la energía acumulada en forma de calor en el aire exterior o ambiente que nos rodea como, en el cual se basa este tipo de bombas de calor como ya dijimos anteriormente.

De acuerdo con la Directiva Europea del 1 de marzo de 2013 (2013/114/UE), las bombas de calor se estiman renovables cuando su SPF (rendimiento medio estacional) es de al menos 2,5. Esto quiere decir que la bomba de calor es renovable cuando la producción de energía excede la energía consumida de una manera bastante importante.

La bomba de calor tiene un COP nominal para calefacción a 35º C de 5,21, según las tablas del Anexo I del documento, el COP mínimo necesario para considerarlo como renovable (según aplicación y en función de la zona climática y la temperatura de distribución). Por otro lado, el COP mínimo para calefacción y/o ACS a 60ºC (debe considerarse esta temperatura de distribución en caso de tratarse de bombas de calor para producción de ACS) es de 5.66 (para una fuente de energía de la bomba de calor, energía Aerotérmica con equipos centralizados) en una zona climática C.

Para calcular el SPF de la bomba de calor es preciso conocer el factor de ponderación (FP) y factor de corrección (FC) adecuados. Por un lado y con respecto al FP, dependiendo de la zona climática donde se encuentra la vivienda (Bailén se sitúa en una zona de severidad climática en invierno C) y el tipo de bomba de calor utilizada (Aerotérmica), obtendremos el FP correspondiente de 0,8 de la tabla 4.1 del documento.

Por otro lado, y con respecto al factor de corrección (FC), que se obtiene de la tabla 4.2, al tratarse de una bomba de calor para producción de calefacción y/o ACS debe considerarse 60ºC como temperatura de distribución, a la cual le corresponde el valor de 0,55.

Para aplicar la fórmula para determinar el rendimiento estacional tenemos que:

$$SPF = COPnominal\ x\ FP\ x\ FC = 5{,}21\ x\ 0{,}8\ x\ 0{,}55 = 2{,}29 \qquad (19)$$

En nuestro caso el SPF de la bomba de calor esta 0,21 por debajo de 2,5 por lo que no podríamos considerarla como renovable.

El sistema constaría de una unidad exterior con todos los componentes necesarios para absorber la energía del aire exterior y una unidad interior con un módulo hidráulico. Las bombas Daikin proporcionan un sistema completo de Bomba de Calor, con calefacción en invierno, refrigeración en verano y ACS en todo el año. Además, es compaginable con la energía solar y se puede conectar a radiadores de calefacción, o por aire acondicionado por fan coils. La instalación de la bomba de calor se puede ver en la **figura 24**.

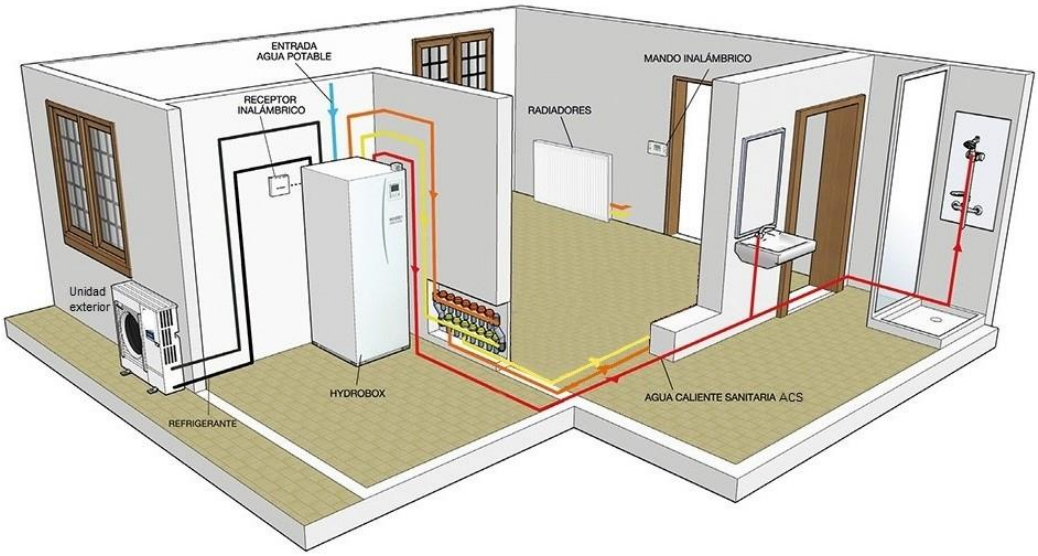


Figura 24. Instalación bomba de calor, radiadores y ACS.

El tipo de refrigerante que utilizaría sería el R32, que es un gas refrigerante ecológico HFC (Hidrofluorocarbonos formado por hidrógeno, flúor y carbono) puro, por lo cual, no dañan la capa de ozono. Además de sus excelentes propiedades termodinámicas, también tiene un bajo potencial de calentamiento global.

Las bombas de calor cuentan con la versatilidad de poder combinarlas con otros sistemas como placas solares fotovoltaicas para alimentar a la bomba de calor de electricidad, de placas termosolares para ayudar a calentar el agua en las horas de sol, para conseguir un mayor confort en la vivienda. La combinación de estos sistemas aparece representada en la **figura 25.**

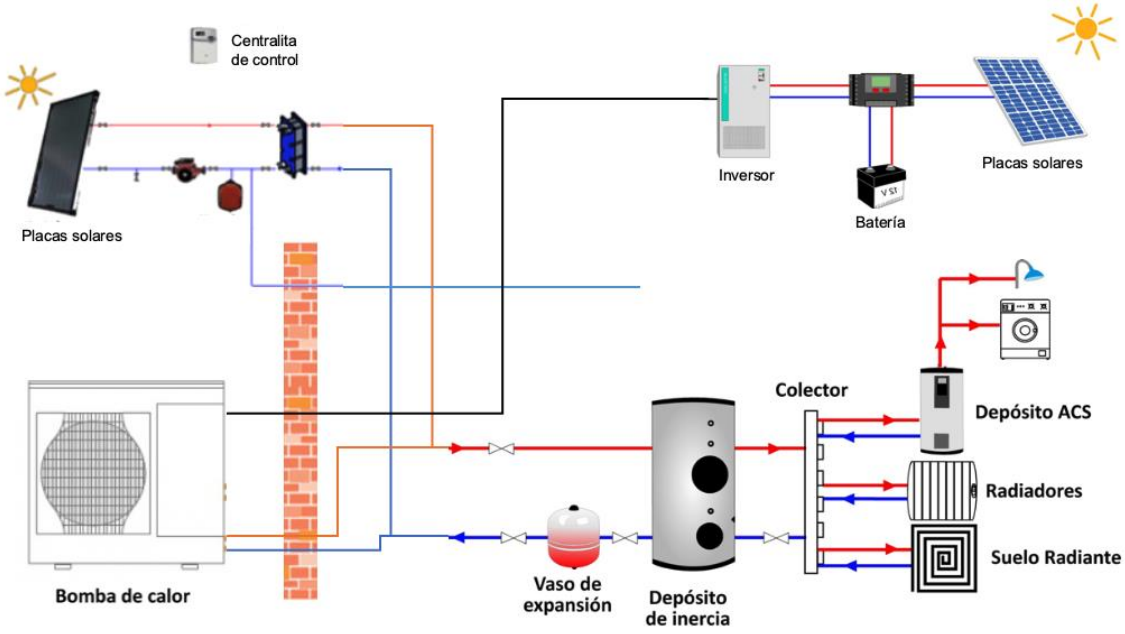


Figura 25. Combinación de sistemas.

5.8.1.3 Calificación energética mejorada.

Se observa el informe de medidas de mejora que nos genera el programa y la calificación energética sube dos posiciones en la escala hasta a la letra C y se ven reducidas las emisiones de dióxido de carbono hasta una cifra de 13,2 kgCO2/m2 año. La demanda de calefacción y refrigeración sigue siendo la misma, se observa una notable mejora y un porcentaje en ahorro de un 45,4% en emisiones de calefacción y 48,2% en emisiones de refrigeración, en total un 60,9% de ahorro en las emisiones globales. La calificación energética que se obtiene aparece en la **figura 26.**

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	94.3 E	94.3 E	0.0 %
Demanda de refrigeración	16.1 C	16.1 C	0.0 %
Emisiones de calefacción	9.7 C	17.8 E	45.4 %
Emisiones de refrigeración	1.6 A	3.1 C	48.2 %
Emisiones de ACS	1.9 D	12.3 G	84.6 %
EMISIONES GLOBALES	13.2 C	33.2 E	60.2 %

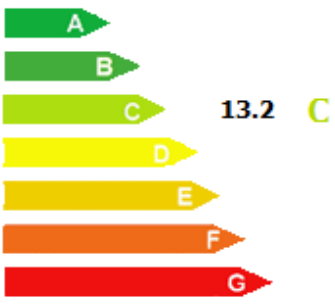


Figura 26. Calificación energética medida de mejora.

5.8.2 Medida de mejora 2: Aislamiento térmico de fachada principal.

Las mejoras que se insertan dan lugar a que el comportamiento térmico del inmueble sea más óptimo, esto se debe a que los hechos han demostrado que la mayor parte del consumo de energía de la vivienda procede de la climatización, por lo que sería preciso mejorar más la envolvente.

El aislamiento de la fachada exterior ayuda a reducir las pérdidas o aumento de temperatura en el interior de una vivienda, con el consiguiente ahorro energético que esto supone. Actualmente, es uno de los aspectos más necesarios y solicitados en la rehabilitación de viviendas.

Respecto a las medidas de mejora en aislamiento térmico, contamos con dos medidas (desde el interior o exterior):

1) Adición de aislamiento térmico en fachada por el exterior, con una calificación energética mejorada de 21,9 D
2) Adición de aislamiento térmico en fachada por el interior o relleno de cámara de aire con una calificación energética mejorada de 29 D

Por lo que la mejora de adición de aislamiento térmico por el exterior de la fachada obtiene mejor calificación energética.

5.8.2.1 Descripción.

La falta de aislamiento térmico en la fachada de una vivienda, significa que el consumo de calefacción y refrigeración son altos. El aislamiento de la fachada ayudará a reducir las pérdidas y ganancias de calor.

El sistema de aislamiento térmico que se propone es el ya especificado sistema de aislamiento térmico por el exterior de la fachada (SATE) (véase en la **figura 27**). Consiste en un material aislante adherido al muro, generalmente fijado por una mezcla de adhesivo y fijaciones mecánicas. Es un aislamiento excelente y a la vez económico para proteger la pared del exterior de esfuerzos térmicos y de la intemperie. El aislante se protege con un revestimiento aplicado directamente a las placas aislantes, compuesto por dos capas de mortero y entre ellas, se inserta una malla de refuerzo.

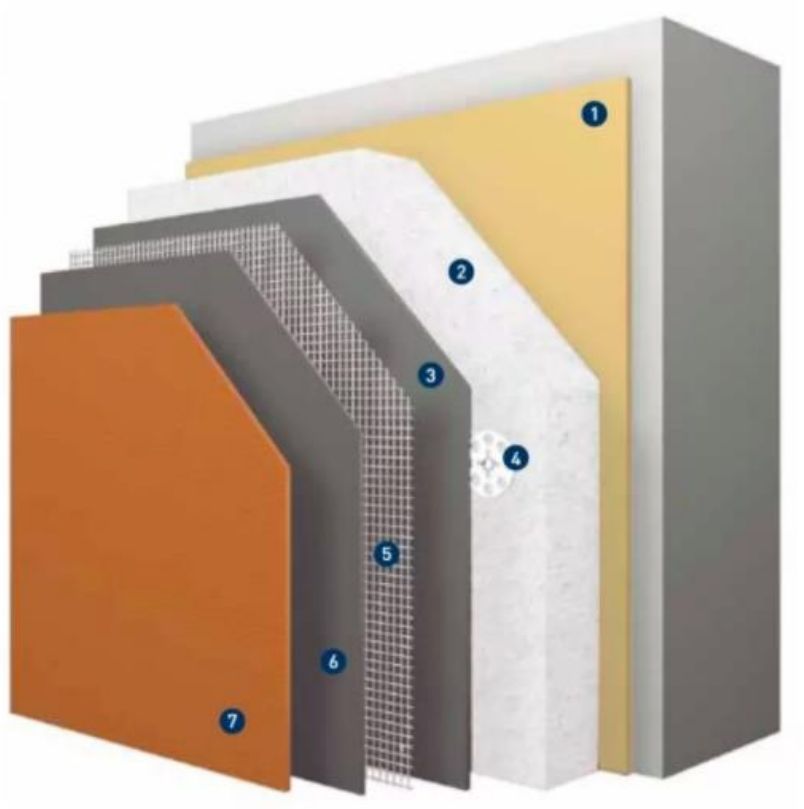


Figura 27. Capas aislamiento térmico SATE-ETICS.

"*La correspondencia de los distintos números de la imagen con las capas de aislamiento es la siguiente: 1) adhesivo, 2) Panel aislante, 3) Capa base primera, 4) Fijación mecánica, espiga de fijación, 5) Malla de refuerzo, 6) Capa base segunda, 7) Acabado final".*

De una forma más concreta, se van a mostrar en detalle las características de cada una de estas capas:

- **Adhesivo:** El adhesivo que se propone debe cumplir el requerimiento de la norma UNE-EN 1348.
- **Paneles de aislamiento:** Pueden ser de diferentes tipos, en este caso extruido Poliestireno Expandido (EPS), es el elemento que proporciona los beneficios de disipación de calor a la medida de mejora y por lo tanto ahorrar energía. Su ancho será de (60 mm).

- **Elementos de fijación:** Tanto el mortero adhesivo como las fijaciones mecánicas (espigas), que aseguran la estabilidad mecánica y la unión del sistema al muro. Su longitud se corresponde en función al espesor de los paneles de aislamiento (60 mm).
- **Malla de refuerzo:** Es un elemento básico para mejorar las propiedades mecánicas del compuesto y absorbe la tensión del sistema sin romperse. En este caso se utiliza Mallatex, un tipo de malla de fibra de vidrio impregnada de resina que evita grietas llamada "malla SATE". Ésta se coloca solamente en la parte inferior de la fachada donde puede llegar a recibir golpes.
- **Capa base:** Esta capa iguala la superficie, impregna la malla de refuerzo y crea un soporte para la capa final de acabado. Se utiliza un mortero hidráulico de base cementosa, áridos, aditivos y resinas acrílicas, que al mezclarlo con agua queda listo para utilizarse.
- **Capa de acabado:** Esta capa protege al sistema del exterior, de la lluvia, radiación solar u otros, igualmente aporta la impermeabilidad al agua y la estética deseada, en este caso un acabado liso y del color de la fachada blanco.
- **Perfiles de arranque:** Que se encuentran colocados en posición horizontal en el límite inferior de la fachada. La fachada en este caso cuenta con estos perfiles que permiten proceder de forma uniforme el inicio de la disposición de los paneles, creando una franja de protección contra los golpes, humedades, etc.

5.8.2.2 Calificación energética mejorada.

Atendiendo al documento de medidas de mejora que proporciona el programa, se puede observar que la calificación energética cambia a la posición D en la escala y como consecuencia de ello las emisiones de dióxido de carbono disminuyen a 21,9 $kgCO_2/m^2$ año. En lo que a la demanda de refrigeración y calefacción se refiere, ésta se mantiene, aunque el ahorro aumenta, alcanzando un 60,2 % en las emisiones procedentes de la calefacción y, por otro lado, en las emisiones de refrigeración un 17.9 %. Esto se traduce en un ahorro del 33,9 % a nivel global de las emisiones.

La calificación energética mejorada de esta medida se puede consultar en la **figura 28.**

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	37.6 D	94.3 E	60.2 %
Demanda de refrigeración	13.2 C	16.1 C	17.9 %
Emisiones de calefacción	7.1 C	17.8 E	60.2 %
Emisiones de refrigeración	2.5 B	3.1 C	17.9 %
Emisiones de ACS	12.3 G	12.3 G	0.0 %
EMISIONES GLOBALES	21.9 D	33.2 E	33.9 %

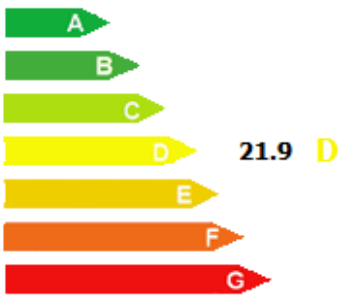


Figura 28. Calificación energética medida de mejora 2.

5.8.3 Medida de mejora 3: Conjunto de medidas de mejora, instalación y envolvente.

Esta medida engloba a las dos anteriores: 1) a la bomba de calor de alta eficiencia energética y 2) el aislamiento de fachada principal por el exterior SATE. Es decir, se recomienda el cambio de instalación y la mejora de la envolvente térmica de la fachada exterior. El resultado que se obtiene si se realizase el conjunto de las dos medidas es el más óptimo, ya que se logra alcanzar la calificación B con unas emisiones de dióxido de carbono bajas de 6.9 $KgCO_2/m^2$ año. En cuanto a ahorro, las emisiones de calefacción son las más significativas 83,2% y unas emisiones globales del 80,6%. En la **figura 29** puede consultarse la calificación energética del conjunto de medidas de mejora.

RESULTADOS	Medidas mejora	Caso base	Ahorro
Demanda de calefacción	37.6 D	94.3 E	60.2 %
Demanda de refrigeración	13.2 C	16.1 C	17.9 %
Emisiones de calefacción	3.0 A	17.8 E	83.2 %
Emisiones de refrigeración	1.3 A	3.1 C	58.5 %
Emisiones de ACS	2.1 E	12.3 G	82.6 %
EMISIONES GLOBALES	6.4 B	33.2 E	80.6 %

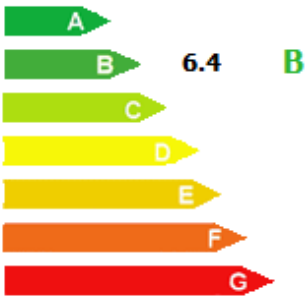


Figura 29. Calificación energética conjunto de medidas de mejora.

5.8.4 Comparación de los conjuntos de medidas de mejora definidas.

En la figura 30, podemos observar un listado comparativo que el programa genera de los conjuntos de medidas de mejora respecto al caso base, en cuanto a la demanda de calefacción y refrigeración, emisiones de CO_2 de calefacción, refrigeración y de ACS, emisiones globales y el ahorro que significa la aplicación de cada uno de las medidas y conjuntos respecto al caso base.

Medidas de Mejora	Dda Cal.	Dda Ref.	Emis. Cal.	Emis. Ref.	Emis. ACS	Emis. Glob...	Ahorro
CASO BASE	94.3 E	16.1 C	17.8 E	3.1 C	12.3 G	33.2 E	-
Sustitución de equipos de generación...	94.3 E	16.1 C	9.7 C	1.6 A	1.9 D	13.2 C	60.2%
Adición de aislamiento térmico por el ...	37.6 D	13.2 C	7.1 C	2.5 B	12.3 G	21.9 D	33.9%
Conjunto: Bomba de calor de alta efic...	37.6 D	13.2 C	3.0 A	1.3 A	2.1 E	6.4 B	80.6%

Figura 30. Listado comparativo de conjuntos de medidas de mejora.

El Informe de medidas de mejora obtenido del programa se puede consultar en el Anexo IV.

6. PRESUPUESTO.

Para elaborar este presupuesto se ha utilizado el generador de precios de la construcción CYPE Ingenieros, S.A. El generador de precios es la forma más directa para obtener el coste real del proyecto, ya que obtiene costes de construcción ajustados según el mercado. El presupuesto se mostrará en la **figura 31.**

NAF060 **m²** **Aislamiento térmico por el exterior en fachada para sistemas ETICS.**

Aislamiento térmico por el exterior en fachada para sistemas ETICS, formado por panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol TR-SATE SE "VALERO", de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 60 mm de espesor, resistencia térmica 1,94 m²K/W, conductividad térmica 0,031 W/(mK), colocado a tope y fijado con mortero adhesivo y fijaciones mecánicas. El precio no incluye la capa de regularización ni la capa de acabado.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		**Materiales**			
mt16aaa010	kg	Mortero adhesivo para fijación de materiales aislantes.	4,000	0,19	0,76
mt16pel010vid	m²	Panel rígido de poliestireno expandido, Grafipol TR-SATE SE "VALERO", según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de 60 mm de espesor, resistencia térmica 1,94 m²K/W, conductividad térmica 0,031 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego, con código de designación EPS-EN 13163-L2-W2-T1-S2-P5-CS(10)100-TR150-BS150-DS(N)2-DS(70,90)1.	1,050	5,40	5,67
mt16aaa021a	Ud	Taco de expansión y clavo de polipropileno, con aro de estanqueidad, para fijación mecánica de paneles aislantes.	6,000	0,08	0,48
			Subtotal materiales:		**6,91**
2		**Mano de obra**			
mo054	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,109	19,11	2,08
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,109	17,53	1,91
			Subtotal mano de obra:		**3,99**
3		**Costes directos complementarios**			
	%	Costes directos complementarios	2,000	10,90	0,22
			Costes directos (1+2+3):		11,12

Coste de mantenimiento decenal: 0,22€ en los primeros 10 años.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario
1		**Materiales**		
mt42dai330d	Ud	Bomba de calor Daikin Altherma 3 Bibloc Compact GASX430DS compuesto por unidad exterior ERGA04DV + hidrokit EHSX04P30D + Toma de llenado 165215 + resistencia eléctrica EKBU3C + Placa Auxiliar EKBUHSWB. Refrigerante R32. Potencia 4,3 kW. Clase de eficiencia energética A++	1,000	3700,00
mt42www080	Ud	Kit de amortiguadores antivibración de suelo, formado por cuatro amortiguadores de caucho, con sus tornillos, tuercas y arandelas correspondientes.	1,000	8,00
			Subtotal materiales:	
2		**Mano de obra**		
mo005	h	Oficial 1ª instalador de climatización.	2,178	19,11
mo104	h	Ayudante instalador de climatización.	2,178	17,50
			Subtotal mano de obra:	
3		**Costes directos complementarios**		
	%	Costes directos complementarios	2,000	3787,74
Coste de mantenimiento decenal: 1.805,47€ en los primeros 10 años.			**Costes directos** (1+2+3):	

Referencia norma UNE y Título de la norma transposición de norma armonizada	Aplicabilidad$_{(a)}$	Obligatoriedad$_{(b)}$	Sistema$_{(c)}$
UNE-EN 13163:2013/A1:2015 Productos aislantes térmicos para aplicaciones en la edificación. Productos manufacturados de poliestireno expandido (EPS). Especificación.	10.7.2015	10.7.2016	1/3/04

(a) Fecha de aplicabilidad de la norma armonizada e inicio del período de coexistencia

(b) Fecha final del período de coexistencia / entrada en vigor marcado CE

(c) Sistema de evaluación y verificación de la constancia de las prestaciones

Figura 31. Presupuesto.

7. ANALISIS ECONÓMICO DE LAS MEDIDAS DE MEJORA.

7.1 Facturas.

Es indispensable contar con facturas reales de consumos energéticos de la vivienda, por esta razón, se considerará para el análisis una factura del consumo eléctrico y la cual se puede consultar en el Anexo II.

De esta factura se obtiene el valor del consumo anual respecto al último año, siendo este de 6176 KW/h.

7.2 Datos económicos.

Los parámetros económicos imprescindibles para el cálculo del análisis económico son:

- **Precio de la energía**: 0,144674 Euro/kWh. Este valor se ha obtenido de la factura proporcionada por el propietario.
- **Incremento anual del precio de la energía:** 4,5%, siendo este porcentaje el estimado.
- **Tipo de interés o coste de oportunidad**: 2,15%. Este porcentaje es el rendimiento que se espera de la inversión.

Los valores correspondientes al incremento anual del precio de la energía y del tipo de interés o coste de oportunidad, son valores aconsejados por el plan de fomento de las energías renovables IDAE y son necesarios para calcular el período de amortización y valor actual neto (VAN) de las medidas de mejora propuestas.

7.3 Valoración económica de las medidas de mejora.

Se determina el costo de las medidas definidas, es decir, el gasto inicial requerido para instalar la medida, por lo que el programa calculará la rentabilidad de cada medida. Así como la vida útil, es decir, se estima el tiempo (en años) en que la medida de mejora realizará su función correctamente. El coste anual de mantenimiento se aplicará si fuese necesario. En este caso las medidas de mejora no requieren de mantenimiento, por lo que en este caso el costo será cero.

En relación a los costes concretos, el precio de la instalación de la bomba de calor de alta eficiencia energética es de 3863,49 €. Por otro lado, el coste del aislamiento térmico por el exterior de la fachada es de 202 €, este dato resulta de multiplicar el precio de cada metro de la fachada por el total de metros de la misma (11,12 €/m^2).

Así, sumando los presupuestos de las alternativas de mejora propuestas, la inversión final ascendería a 4790€. Estos costes se reflejan en la **tabla 14**.

Medida de mejora	Coste de la medida (€)	Vida útil (años)	Incremento coste mantenimiento anual (€)
Nuevas Instalaciones	3863	40	0
Aislamiento térmico	202	50	0
Conjunto medidas	4065	40	0

Tabla 14. Costes de las medidas.

7.4 Resultados.

Con base a los datos ingresados previamente, consultar **Tabla 15**, se generará un resumen con el período de amortización simple y el valor actual neto (VAN) de cada evaluación.

- El período de amortización simple será, el plazo de tiempo que se necesita para sufragar la medida. Se calcula en función de los ahorros proporcionados por la medida en el período de tiempo desde el cual comienzan los ahorros.
- El valor capital o valor actual neto (VAN) de una inversión, considerándose como la rentabilidad que se obtiene al inicio menos la inversión que se hizo en el momento inicial para poder incorporar al inmueble esta medida de mejora. En resumen, el VAN que se obtiene del programa CE3X es una comparativa entre: 1) el valor, negativo, correspondiente al dinero invertido y 2) los ingresos que se obtienen teniendo en cuenta un coste de oportunidad determinado o un tipo de interés.

A continuación, se presenta un análisis económico de la medida, donde se pueden observar resultados reales y teóricos. Esto puede explicarse debido a que al introducir en el programa valores reales de facturas, se obtiene un resultado real y también un resultado teórico de la rentabilidad de las medidas mejoras.

Medida de mejora	Años – Amortización simple (Análisis facturas)	VAN (€) (Facturas)	Años – Amortización simple (Análisis teórico)	VAN (€) (Teórico)
Nuevas Instalaciones	7,7	2.9224,6	7,6	2.9661,9
Aislamiento térmico	2,4	7.882,9	0,7	2.5989,8
Conjunto de medidas	9,2	4.6619	6,7	6.5236,4

Tabla 15. Resultado de análisis económico.

La medida o conjunto de medidas más factibles o recomendadas serán aquellas que requieran una mejor compensación energética y económica al mismo tiempo. Como resultado en el análisis económico que nos realiza el programa, los VAN son positivos, por lo que es factible la puesta en marcha de las medidas. Por otro lado, desde el punto de vista económico, la medida de mejora en aislamiento térmico por el exterior de la fachada sería la más rentable, ya que la inversión se recupera en poco tiempo. No obstante, el conjunto de medidas de mejora es el más óptimo y se reduce tanto la demanda de calefacción como refrigeración.

No se han considerado las subvenciones disponibles que podrían hacer que cada una de estas medidas sean más interesantes, y podrían incluirse como reembolso de la inversión o ganancias en el instante en que éstas sean efectivas.

A partir de aquí, el cliente decidirá qué medidas tomar y si decide o no hacer algún tipo de reforma.

8. EMISIÓN DEL CERTIFICADO ENERGÉTICO.

Después de considerar las diferentes opciones de instalaciones y asilamiento para disminuir las emisiones de CO2, no verter ningún tipo de gas a la atmosfera y llegar a obtener la mejor calificación energética, terminamos seleccionando las más respetuosas con el medio ambiente, teniendo en cuenta tanto la calificación energética como a los usuarios de la vivienda para en medida de lo posible causarles las mínimas molestias y gasto económico.

Para finalizar, se genera el informe de certificación energética, eligiendo las propuestas de medidas de mejora y rellenando las casillas de pruebas y comprobaciones, documentación y fecha de realización.

En el informe se muestran la identificación del edificio, los datos del técnico certificador, la calificación energética obtenida, cuatro anexos con la descripción de las características técnicas del edificio y los resultados obtenidos. De todo esto se obtiene la calificación actual de la vivienda y una calificación hipotética que se correspondería con la calificación tras aplicar las diferentes medidas de mejora (véase en el anexo III de este TFG).

9. CONCLUSIONES.

La motivación principal por la que se ha llevado a cabo este TFG ha sido la sensibilidad cada vez más fuerte por la responsabilidad con el planeta, el empleo racionable de la energía, así como la apuesta por fuentes de energía limpias y renovables, que permitirá dejar un buen legado a las generaciones venideras.

Entre los objetivos que se perseguía con la elaboración de este trabajo, se encontraban calificar energéticamente un inmueble, aportar mejoras para la optimización de la misma y evaluar su eficacia desde el punto de vista técnico y económico.

Uno de los bienes más fundamentales para el mundo en el que vivimos, un mundo cada vez más tecnológico, siempre será la energía. Lo que se pretende con el certificado energético es hacer un uso correcto de la energía de forma que se cubran las mismas necesidades energéticas disminuyendo el consumo de la misma.

El consumo de energía eléctrica se mantiene por los beneficios económicos derivados del mismo, y por la falta de infraestructuras, instalaciones e inversiones en energías renovables, alejándose a veces el foco de lo verdaderamente importante: hacer un uso de la energía que sea responsable con el cuidado del planeta.

El cuidado del planeta a través de fuentes renovables de energía no es un tema partidista ni ideológico, siendo necesario en un mundo masificado poblacionalmente como en el que vivimos.

Poco a poco se va percibiendo un mayor respeto hacia el planeta, viéndose reflejado en las políticas energéticas que buscan una optimización del uso de la energía. Dentro de estas políticas también se refleja la necesidad de concienciar más a la ciudadanía de este país sobre la necesidad del ahorro, debido a que el mayor porcentaje del uso indebido se atribuye a la falta de concienciación. El consumo masivo de energía se relaciona de forma directa con el cambio climático, es por esta razón y con el fin de frenar el mismo por lo que adquiere una mayor importancia, la concienciación y la ejecución de medidas para el ahorro de energía.

Tal es el problema relacionado con el cambio climático que el Plan Nacional Integrado de Energía y Clima previsto para 2030, podría adelantarse, si se actuase para hacer frente a la emergencia climática, se eliminasen las trabas burocráticas y se hiciesen las debidas reformas, dando lugar además a la generación de miles de puestos de trabajo, la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de una manera más significativa la reducción la dependencia energética exterior.

Los certificados de eficiencia energética de las viviendas van a tener mucho más peso no sólo en la elección del alquiler o compra de un inmueble sino también para nuestra calidad de vida y para el mundo. Es un trabajo que lejos de parecer sencillo, para hacer un estudio de eficiencia energética se necesita tiempo y formación. Esto no es arbitrario, ya que como se ha ido haciendo mención a lo largo de este TFG hay una normativa reguladora que sustenta esta práctica dotándola con un carácter formal, y que cuyo resultado final no es otro que el de tener un cuidado más óptimo del planeta.

10. FUENTES DE INFORMACIÓN.

BIBLIOGRAFÍA.

Altomonte, H. (2018). La evolución del concepto de energía y desarrollo sostenible al de planificación energética sostenible. *ENERLAC. Revista de energía de Latinoamérica y el Caribe*, *1*(2), 10-23.

Arroqui, C., Virseda, P., & Lopez, A. (2002). Uso eficiente del frío en la industria enológica. *Revista de Enología*, *18*, 1697-4123.

Canteros, M. L., Vera, L. H., & Natalini, B. (2019). Evaluación de metodologías en el etiquetado de eficiencia energética en edificios. *Extensionismo, Innovación y Transferencia Tecnológica*, *5*, 144-158.

Cuchí, A., Wadel, G., López, F., & Sagrera, A. (2007). *Guía de la eficiencia energética para Administradores de Fincas*. Fundación Gas Natural.

Font, J. G. (2019). La integración de medidas de eficiencia energética en el sector de la edificación en España a la vista de los objetivos de la UE para los horizontes 2020-2030. Las redes district heating and cooling. *Revista Catalana de Dret Ambiental*, *10*(1).

Martínez, F. J. R., & Gómez, E. V. (2006). *Eficiencia energética en edificios: certificación y auditorías energéticas*. Editorial Paraninfo.

Martínez, F. J. R., & Gómez, E. V. (2006). *Eficiencia energética en edificios: certificación y auditorías energéticas*. Editorial Paraninfo.

Peña, A. C., & Sánchez, J. M. G. (2012). *Gestión de la eficiencia energética: cálculo del consumo, indicadores y mejora*. AENOR.

Poveda, M. (2007). Eficiencia energética: recurso no aprovechado. *OLADE. Quito*.

Rodríguez Lluch, I. (2019). *Análisis de la evolución temporal de los diferentes tipos de energía* (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).

Segrelles, G., & José, A. (2017). *Estudio de Eficiencia Energética de un centro deportivo en el barrio de Malilla (Valencia). Propuesta y análisis de mejoras* (Doctoral dissertation).

Spairani Berrio, S., Marmolejo-Duarte, C., Moral, C. D., & Delgado, L. (2018). La incidencia de los certificados de eficiencia energética en el mercado residencial: La perspectiva de los agentes de la propiedad inmobiliaria.

WEBGRAFÍA.

[1] BOE, Ministerio de Presidencia. (2007, 29 agosto). Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios. Recuperado de https://www.boe.es/buscar/pdf/2013/BOE-A-2013-3904-consolidado.pdf

[2] Documento básico HE, septiembre 2013

http://www.ventageneradores.net/blog/la-evolucion-la-energia-lo-largo-la-historia/

https://www.gasfriocalor.com/bomba-de-calor-daikin-altherma-3-bibloc-gabx415dv

[3] ERESEE 2017 https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/pdf/24003A4D-449E-4B93-8CA5-7217CFC61802/143398/20170524REVISIONESTRATEGIA.pdf

[4]Manual de usuario de calificación energética de edificios existentes http://www6.mityc.es/aplicaciones/CE3X/Manual_usuario%20CE3X_05.pdf

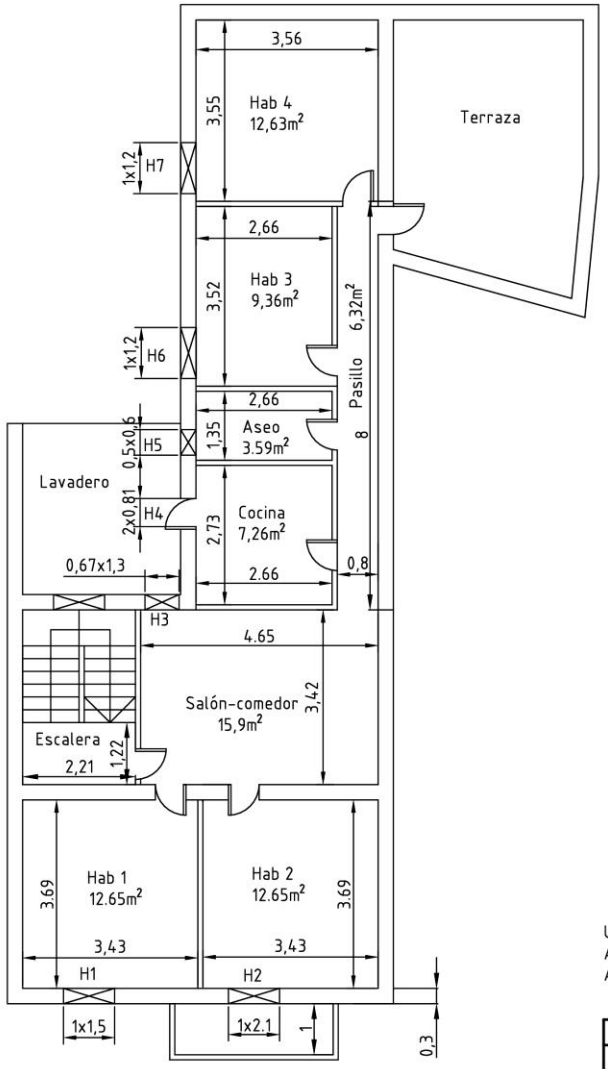
[5] Sede electrónica del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía https://www.idae.es/

ANEXOS

ANEXO I: Plano de la vivienda.

No se facilita un plano de la vivienda, por lo que el plano que se presenta a continuación es de elaboración propia realizado en AutoCAD. En él se representa la distribución de la vivienda, la dimensión de las distintas estancias habitables para calcular la superficie útil, sus alturas y los distintos huecos con sus medidas correspondientes.

CREADO CON UNA VERSIÓN PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK



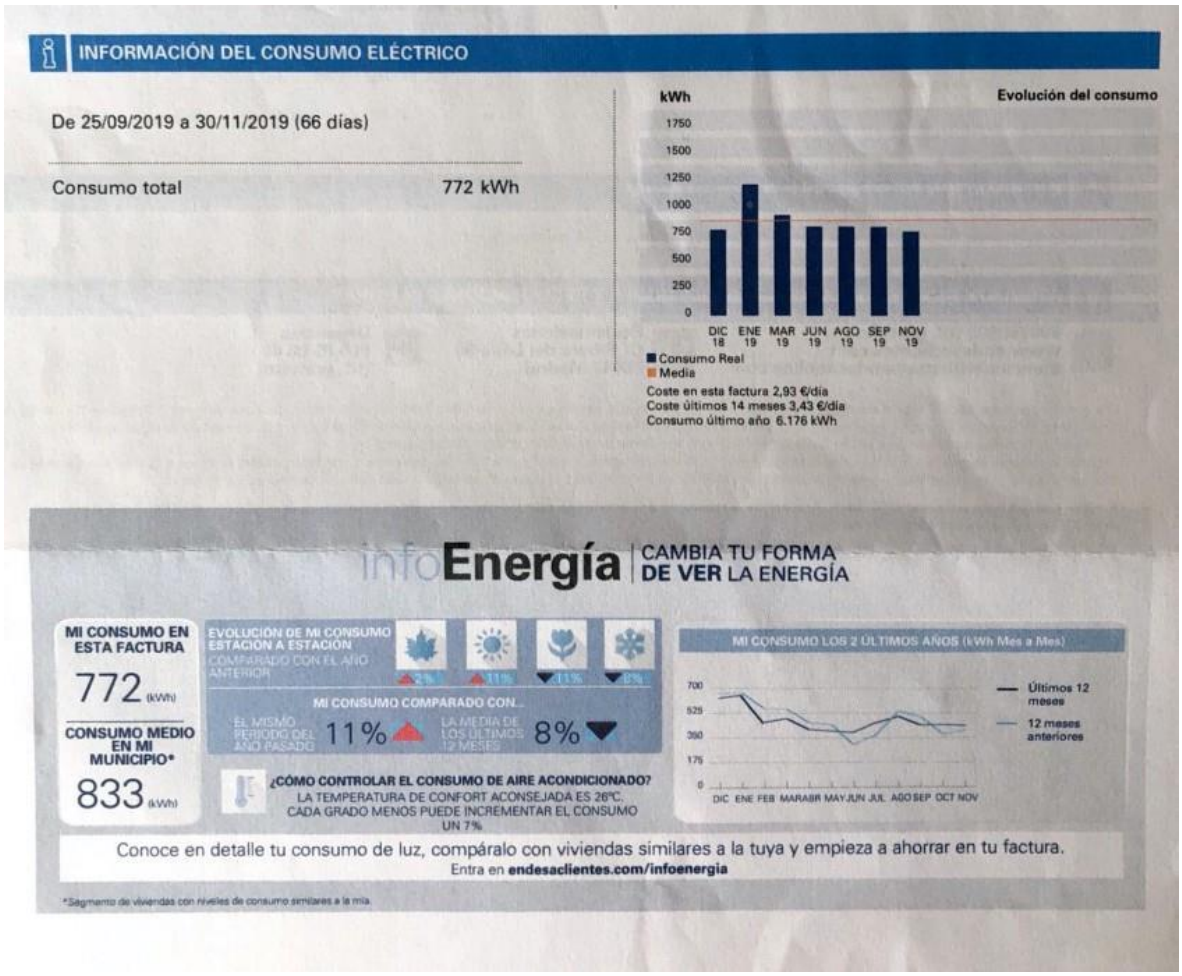
Unidades: Metro
Altura h: 2,65 m
Ancho muros exteriores: 0,3 m

	FECHA	NOMBRE	FIRMA	ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR LINARES
DIBUJADO		Alberto		
COMPROBADO		Puche		
		Rubio		

ESCALA: 1:1000	**Estudio de eficiencia energética y medidas de mejora para la calificación de un inmueble** Plano vivienda	Nº PLANO 01 SUSTITUYE A: SUSTITUIDO POR:

CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK
CREADO CON UNA VERSION PARA ESTUDIANTES DE AUTODESK

ANEXO II. Factura consumo eléctrico.



INFORMACIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO

De 25/09/2019 a 30/11/2019 (66 días)

Consumo total 772 kWh

Evolución del consumo

kWh

1750
1500
1250
1000
750
500
250
0

DIC 18 ENE 19 MAR 19 JUN 19 AGO 19 SEP 19 NOV 19

Consumo Real
Media

Coste en esta factura 2,93 €/día
Coste últimos 14 meses 3,43 €/día
Consumo último año 6.176 kWh

infoEnergía | CAMBIA TU FORMA DE VER LA ENERGÍA

MI CONSUMO EN ESTA FACTURA
772 (kWh)

CONSUMO MEDIO EN MI MUNICIPIO*
833 (kWh)

EVOLUCIÓN DE MI CONSUMO ESTACIÓN A ESTACIÓN
COMPARADO CON EL AÑO ANTERIOR

MI CONSUMO COMPARADO CON...
EL MISMO PERIODO DEL AÑO PASADO 11%
LA MEDIA DE LOS ÚLTIMOS 12 MESES 8%

¿CÓMO CONTROLAR EL CONSUMO DE AIRE ACONDICIONADO?
LA TEMPERATURA DE CONFORT ACONSEJADA ES 26ºC.
CADA GRADO MENOS PUEDE INCREMENTAR EL CONSUMO UN 7%

MI CONSUMO LOS 2 ÚLTIMOS AÑOS (kWh Mes a Mes)

700
525
350
175
0

DIC ENE FEB MAR ABR MAY JUN JUL AGO SEP OCT NOV

Últimos 12 meses
12 meses anteriores

Conoce en detalle tu consumo de luz, compáralo con viviendas similares a la tuya y empieza a ahorrar en tu factura.
Entra en **endesaclientes.com/infoenergia**

*Segmento de viviendas con niveles de consumo similares a la mía.

ANEXO III. Certificado de eficiencia energética.

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	S/N		
Dirección	CL IGLESIA 27 Es:1 Pl:01 Pt:01		
Municipio	Bailén	**Código Postal**	23710
Provincia	Jaén	**Comunidad Autónoma**	Andalucía
Zona climática	C4	**Año construcción**	1960
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	2169426VH3126N0002AI		

Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:	
○ Edificio de nueva construcción	● Edificio Existente
● Vivienda ○ Unifamiliar ● Bloque ○ Bloque completo ● Vivienda individual	○ Terciario ○ Edificio completo ○ Local

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	S/N	**NIF(NIE)**	XXXXXXXX
Razón social	S/N	**NIF**	XXXXXXXX
Domicilio	CL IGLESIA 27 Es:1 Pl:01 Pt:01		
Municipio	Bailén	**Código Postal**	23710
Provincia	Jaén	**Comunidad Autónoma**	Andalucía
e-mail:	apr00017@red.ujaen.es	**Teléfono**	-
Titulación habilitante según normativa vigente	S/N		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]	
< 26.2 A 26.2-45.2 B 45.2-73.7 C 73.7-115.8 D 115.8-237.0 E 237.0-267.8 F ≥ 267.8 G	189.3 E	< 6.0 A 6.0-10.4 B 10.4-16.9 C 16.9-26.5 D 26.5-54.9 E 54.9-62.1 F ≥ 62.1 G	33.2 E

El técnico abajo firmante declara responsablemente que ha realizado la certificación energética del edificio o de la parte que se certifica de acuerdo con el procedimiento establecido por la normativa vigente y que son ciertos los datos que figuran en el presente documento, y sus anexos:

Fecha: 22/01/2020

Firma del técnico certificador

Anexo I. *Descripción de las características energéticas del edificio.*
Anexo II. *Calificación energética del edificio.*
Anexo III. *Recomendaciones para la mejora de la eficiencia energética.*
Anexo IV. *Pruebas, comprobaciones e inspecciones realizadas por el técnico certificador.*

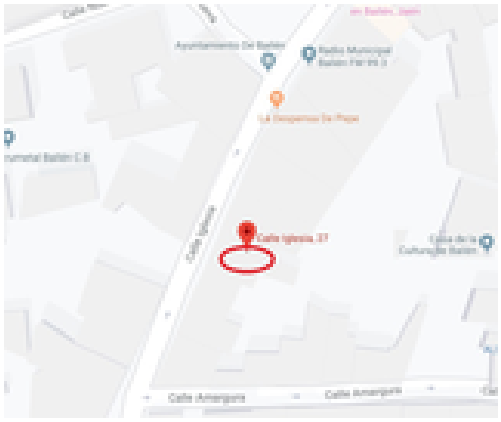
Registro del Órgano Territorial Competente:

ANEXO I
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO

En este apartado se describen las características energéticas del edificio, envolvente térmica, instalaciones, condiciones de funcionamiento y ocupación y demás datos utilizados para obtener la calificación energética del edificio.

1. SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	80.47

Imagen del edificio	Plano de situación
	

2. ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Modo de obtención
Cubierta con aire	Cubierta	80.46	0.52	Estimadas
Muro de fachada NO	Fachada	14.57	1.69	Estimadas
Muro de fachada SE	Fachada	0.98	1.69	Estimadas
Muro de fachada N	Fachada	35.0	1.69	Estimadas
Muro de fachada S	Fachada	12.0	1.69	Estimadas
Medianería	Fachada	55.88	0.00	

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m²]	Transmitancia [W/m²·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
Hueco 1	Hueco	1.5	1.80	0.44	Conocido	Conocido
Hueco 2	Hueco	2.1	1.80	0.44	Conocido	Conocido
Hueco 3	Hueco	0.87	1.80	0.21	Conocido	Conocido
Hueco 5	Hueco	0.3	1.80	0.44	Conocido	Conocido
Hueco 6	Hueco	1.2	1.80	0.44	Conocido	Conocido
Hueco 7	Hueco	1.2	1.80	0.44	Conocido	Conocido
Hueco 4	Hueco	1.62	1.85	0.39	Conocido	Conocido

3. INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		200.8	Electricidad	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		164.9	Electricidad	Estimado
TOTALES	Refrigeración				

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)	140.0

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Equipo ACS	Efecto Joule		100.0	Electricidad	Estimado
TOTALES	ACS				

ANEXO II
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C4	**Uso**	Residencial

1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
< 6.0 A 6.0-10.4 B 10.4-16.9 C 16.9-26.5 D 26.5-54.9 E 54.9-62.1 F ≥ 62.1 G	33.2 E	*Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]*	E	*Emisiones ACS [kgCO2/m² año]*	G
		17.76		12.32	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Emisiones globales [kgCO2/m² año]		*Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]*	C	*Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]*	-
		3.10		-	

La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
Emisiones CO2 por consumo eléctrico	27.63	2223.75
Emisiones CO2 por otros combustibles	5.54	445.95

2. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
< 26.2 A 26.2-45.2 B 45.2-73.7 C 73.7-115.8 D 115.8-237.0 E 237.0-267.8 F ≥ 267.8 G	189.3 E	*Energía primaria calefacción [kWh/m²año]*	E	*Energía primaria ACS [kWh/m² año]*	G
		98.27		72.72	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m² año]		*Energía primaria refrigeración [kWh/m² año]*	C	*Energía primaria iluminación [kWh/m²año]*	-
		18.31		-	

3. CALIFICACIÓN PARCIAL DE LA DEMANDA ENERGÉTICA DE CALEFACCIÓN Y REFRIGERACIÓN

La demanda energética de calefacción y refrigeración es la energía necesaria para mantener las condiciones internas de confort del edificio.

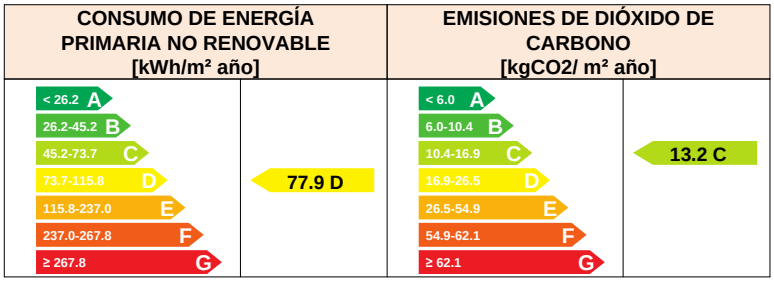
DEMANDA DE CALEFACCIÓN		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN	
< 7.7 A 7.7-17.9 B 17.9-32.4 C 32.4-54.2 D 54.2-99.8 E 99.8-108.8 F ≥ 108.8 G	94.3 E	< 7.8 A 7.8-12.6 B 12.6-19.5 C 19.5-30.0 D 30.0-36.9 E 36.9-45.4 F ≥ 45.4 G	16.1 C
Demanda de calefacción [kWh/m² año]		*Demanda de refrigeración [kWh/m² año]*	

El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc…). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

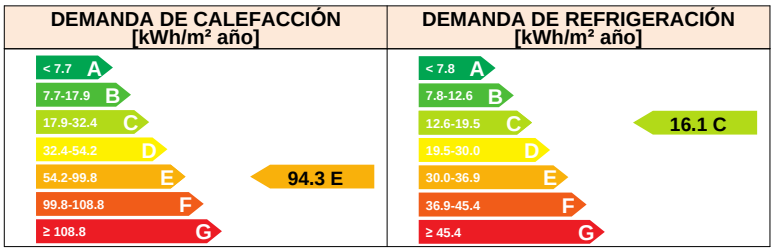
ANEXO III
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

Sustitución de equipos de generación para calefacción por bomba de calor de alta eficiencia energética

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción			Refrigeración			ACS			Iluminación			Total		
	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	29.28		50.3%	4.85		48.2%	5.72		84.6%	-		-%	39.84		62.2%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	57.20	D	41.8%	9.48	B	48.2%	11.18	E	84.6%	-	-	-%	77.86	D	58.9%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	9.69	C	45.4%	1.61	A	48.2%	1.89	D	84.6%	-	-	-%	13.19	C	60.2%
Demanda [kWh/m² año]	94.33	E	0.0%	16.06	C	0.0%									

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Corresponde con la instalacióin de una bomba de calor de alta eficiencia energética para calefacción

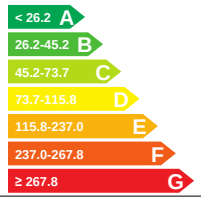
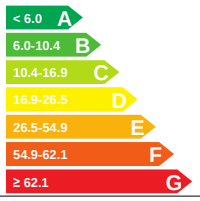
Coste estimado de la medida

3863.0 €

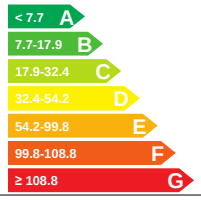
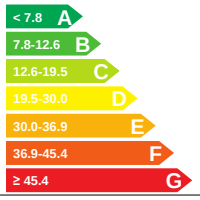
Otros datos de interés

Adición de aislamiento térmico por el exterior de la fachada SATE

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m² año]
	

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m² año]
	

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción			Refrigeración			ACS			Iluminación			Total		
	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	23.45		60.2%	7.69		17.9%	37.22		0.0%	-		-%	68.36		35.2%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	39.14	C	60.2%	15.02	C	17.9%	72.72	G	0.0%	-	-	-%	126.89	E	33.0%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	7.07	C	60.2%	2.55	B	17.9%	12.32	G	0.0%	-	-	-%	21.94	D	33.9%
Demanda [kWh/m² año]	37.57	D	60.2%	13.18	C	17.9%									

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Corresponde con la adición de aislantes térmicos en la fachada

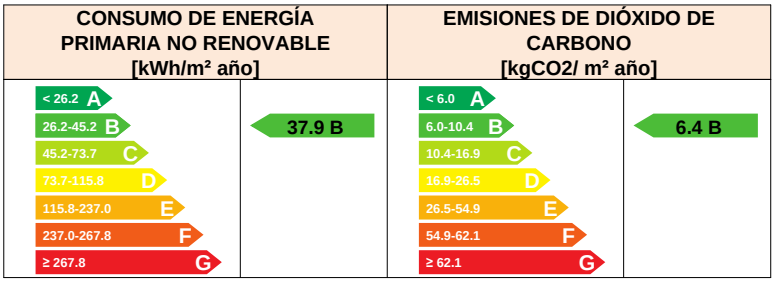
Coste estimado de la medida

202.0 €

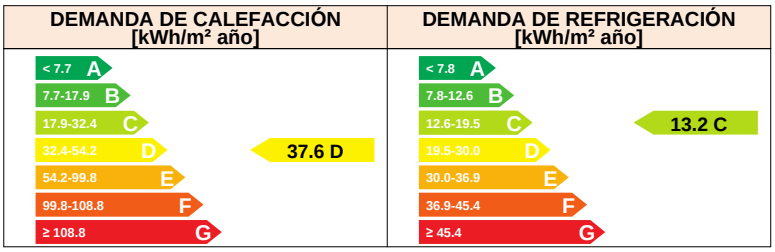
Otros datos de interés

Conjunto: Bomba de calor de alta eficiencia energética + aislamiento SATE

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción			Refrigeración			ACS			Iluminación			Total		
	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	9.03		84.7%	3.89		58.5%	6.49		82.6%	-		-%	19.41		81.6%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	17.65	B	82.0%	7.60	A	58.5%	12.67	E	82.6%	-	-	-%	37.92	B	80.0%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	2.99	A	83.2%	1.29	A	58.5%	2.15	E	82.6%	-	-	-%	6.42	B	80.6%
Demanda [kWh/m² año]	37.57	D	60.2%	13.18	C	17.9%									

Nota: Los indicadores energéticos anteriores están calculados en base a coeficientes estándar de operación y funcionamiento del edificio, por lo que solo son válidos a efectos de su calificación energética. Para el análisis económico de las medidas de ahorro y eficiencia energética, el técnico certificador deberá utilizar las condiciones reales y datos históricos de consumo del edificio.

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA

Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)

Corresponde con la instalacióin de una bomba de calor de alta eficiencia energética para calefacción, refrigeración, ACS y adición de asilamiento térmico por el exterior de la fachada.

Coste estimado de la medida

4065.0 €

Otros datos de interés

ANEXO IV
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se describen a continuación las pruebas, comprobaciones e inspecciones llevadas a cabo por el técnico certificador durante el proceso de toma de datos y de calificación de la eficiencia energética del edificio, con la finalidad de establecer la conformidad de la información de partida contenida en el certificado de eficiencia energética.

Fecha de realización de la visita del técnico certificador	22/01/2020

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

Se ha procedido a la realización de las siguientes comprobaciones:

- Recopilación de datos.
- Mediciones para la realización del plano y cálculo de superficies.
- Mediciones para el cálculo de superficies y ubicación de huecos y acristalamientos. Comprobación, ubicación y medición de voladizos.
- Toma de datos para la definición de la envolvente.
- Comprobación de las distancias, alturas, dimensiones y ubicación de los edificios que arrojan sombras sobre la vivienda certificada.
- Comprobación de las instalaciones de la vivienda.
- El año de construcción se ha obtenido en referencia a:

Referencia catastral.

Este informe se realiza bajos los mínimos establecidos por la Normativa vigente según su año de construcción.

Se ha accedido a la cubierta para verificar la posible instalación de paneles solares.

La masa de las particiones interiores se ha considerado media al no conocerse las capas que componen las particiones interiores y los forjados.

LAS MEDIDAS DE MEJORA están divididas en tres grupos, mejora de instalaciones, aislamiento y conjunto de las dos anteriores.

DOCUMENTACION ADJUNTA

El certificado de eficiencia energética dará información exclusivamente sobre la eficiencia energética de la vivienda individual.

Este certificado se ha elaborado para un trabajo fin de grado TFG, por lo que la calificación obtenida podría verse alterada en el supuesto que se modifiquen datos a los contemplados en el momento que se realizó este certificado.

ANEXO IV: Informe de medidas de mejora.

Certificación Energética de Edificios	**IDENTIFICACIÓN**		Ref. Catastral	2169426VH3126N0002AI	Versión informe asociado	22/01/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	03/05/2020

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Sustitución de equipos de generación para calefacción por bomba de calor de alta eficiencia energética

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Corresponde con la instalacióin de una bomba de calor de alta eficiencia energética para calefacción
Coste estimado de la medida
3863.0 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE *[kWh/m² año]*		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO *[kgCO2/ m² año]*	
< 26.2 A 26.2-45.2 B 45.2-73.7 C 73.7-115.8 D 115.8-237.0 E 237.0-267.8 F ≥ 267.8 G	77.86 D	< 6.0 A 6.0-10.4 B 10.4-16.9 C 16.9-26.5 D 26.5-54.9 E 54.9-62.1 F ≥ 62.1 G	13.19 C

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN *[kWh/ m² año]*		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN *[kWh/m² año]*	
< 7.7 A 7.7-17.9 B 17.9-32.4 C 32.4-54.2 D 54.2-99.8 E 99.8-108.8 F ≥ 108.8 G	94.33 E	< 7.8 A 7.8-12.6 B 12.6-19.5 C 19.5-30.0 D 30.0-36.9 E 36.9-45.4 F ≥ 45.4 G	16.06 C

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	2169426VH3126N0002AI	Versión informe asociado	22/01/2020
Certificación Energética de Edificios	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	03/05/2020

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción			Refrigeración			ACS			Iluminación			Total		
	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	29.28		50.3%	4.85		48.2%	5.72		84.6%	-		-%	39.84		62.2%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	57.20	D	41.8%	9.48	B	48.2%	11.18	E	84.6%	-	-	-%	77.86	D	58.9%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	9.69	C	45.4%	1.61	A	48.2%	1.89	D	84.6%	-	-	-%	13.19	C	60.2%
Demanda [kWh/m² año]	94.33	E	0.0%	16.06	C	0.0%									

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
Cubierta con aire	Cubierta	80.46	0.52	80.46	0.52
Muro de fachada NO	Fachada	14.57	1.69	14.57	1.69
Muro de fachada SE	Fachada	0.98	1.69	0.98	1.69
Muro de fachada N	Fachada	35.00	1.69	35.00	1.69
Muro de fachada S	Fachada	12.00	1.69	12.00	1.69
Medianería	Fachada	55.88	0.00	55.88	0.00

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco[W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio[W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
Hueco 1	Hueco	1.50	1.80	1.70	1.50	1.80	1.70
Hueco 2	Hueco	2.10	1.80	1.70	2.10	1.80	1.70
Hueco 3	Hueco	0.87	1.80	1.70	0.87	1.80	1.70
Hueco 5	Hueco	0.30	1.80	1.70	0.30	1.80	1.70
Hueco 6	Hueco	1.20	1.80	1.70	1.20	1.80	1.70
Hueco 7	Hueco	1.20	1.80	1.70	1.20	1.80	1.70
Hueco 4	Hueco	1.62	1.85	1.70	1.62	1.85	1.70

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	2169426VH3126N0002AI	Versión informe asociado	22/01/2020
Certificación Energética de Edificios	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	03/05/2020

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Estimación Energía Consumida anual [kWh/m²año]	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora [kW]	Rendimiento estacional post mejora [%]	Estimación Energía Consumida anual Post mejora [kWh/m²año]	Energía anual ahorrada [kWh/m²año]
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		200.8%	-	Bomba de Calor		322.2%	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Estimación Energía Consumida anual [kWh/m²año]	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora [kW]	Rendimiento estacional post mejora [%]	Estimación Energía Consumida anual Post mejora [kWh/m²año]	Energía anual ahorrada [kWh/m²año]
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		164.9%	-	Bomba de Calor		331.1%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Estimación Energía Consumida anual [kWh/m²año]	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora [kW]	Rendimiento estacional post mejora [%]	Estimación Energía Consumida anual Post mejora [kWh/m²año]	Energía anual ahorrada [kWh/m²año]
Equipo ACS	Efecto Joule		100.0%	-	Bomba de Calor		579.8%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Certificación Energética de Edificios	**IDENTIFICACIÓN**		Ref. Catastral	2169426VH3126N0002AI	Versión informe asociado	22/01/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	03/05/2020

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Adición de aislamiento térmico por el exterior de la fachada SATE

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Corresponde con la adición de aislantes térmicos en la fachada
Coste estimado de la medida
202.0 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE *[kWh/m² año]*		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO *[kgCO2/ m² año]*	
< 26.2 A 26.2-45.2 B 45.2-73.7 C 73.7-115.8 D 115.8-237.0 E 237.0-267.8 F ≥ 267.8 G	126.89 E	< 6.0 A 6.0-10.4 B 10.4-16.9 C 16.9-26.5 D 26.5-54.9 E 54.9-62.1 F ≥ 62.1 G	21.94 D

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN *[kWh/ m² año]*		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN *[kWh/m² año]*	
< 7.7 A 7.7-17.9 B 17.9-32.4 C 32.4-54.2 D 54.2-99.8 E 99.8-108.8 F ≥ 108.8 G	37.57 D	< 7.8 A 7.8-12.6 B 12.6-19.5 C 19.5-30.0 D 30.0-36.9 E 36.9-45.4 F ≥ 45.4 G	13.18 C

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	2169426VH3126N0002AI	Versión informe asociado	22/01/2020
Certificación Energética de Edificios	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	03/05/2020

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción			Refrigeración			ACS			Iluminación			Total		
	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	23.45		60.2%	7.69		17.9%	37.22		0.0%	-		-%	68.36		35.2%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	39.14	C	60.2%	15.02	C	17.9%	72.72	G	0.0%	-	-	-%	126.89	E	33.0%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	7.07	C	60.2%	2.55	B	17.9%	12.32	G	0.0%	-	-	-%	21.94	D	33.9%
Demanda [kWh/m² año]	37.57	D	60.2%	13.18	C	17.9%									

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
Cubierta con aire	Cubierta	80.46	0.52	80.46	0.52
Muro de fachada NO	Fachada	14.57	1.69	14.57	0.29
Muro de fachada SE	Fachada	0.98	1.69	0.98	0.29
Muro de fachada N	Fachada	35.00	1.69	35.00	0.29
Muro de fachada S	Fachada	12.00	1.69	12.00	0.29
Medianería	Fachada	55.88	0.00	55.88	0.00

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco[W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio[W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
Hueco 1	Hueco	1.50	1.80	1.70	1.50	1.80	1.70
Hueco 2	Hueco	2.10	1.80	1.70	2.10	1.80	1.70
Hueco 3	Hueco	0.87	1.80	1.70	0.87	1.80	1.70
Hueco 5	Hueco	0.30	1.80	1.70	0.30	1.80	1.70
Hueco 6	Hueco	1.20	1.80	1.70	1.20	1.80	1.70
Hueco 7	Hueco	1.20	1.80	1.70	1.20	1.80	1.70
Hueco 4	Hueco	1.62	1.85	1.70	1.62	1.85	1.70

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	2169426VH3126N0002AI	Versión informe asociado	22/01/2020
Certificación Energética de Edificios	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	03/05/2020

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Estimación Energía Consumida anual [kWh/m²año]	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora [kW]	Rendimiento estacional post mejora [%]	Estimación Energía Consumida anual Post mejora [kWh/m²año]	Energía anual ahorrada [kWh/m²año]
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		200.8%	-	Bomba de Calor		200.8%	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Estimación Energía Consumida anual [kWh/m²año]	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora [kW]	Rendimiento estacional post mejora [%]	Estimación Energía Consumida anual Post mejora [kWh/m²año]	Energía anual ahorrada [kWh/m²año]
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		164.9%	-	Bomba de Calor		164.9%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Estimación Energía Consumida anual [kWh/m²año]	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora [kW]	Rendimiento estacional post mejora [%]	Estimación Energía Consumida anual Post mejora [kWh/m²año]	Energía anual ahorrada [kWh/m²año]
Equipo ACS	Efecto Joule		100.0%	-	Efecto Joule		100.0%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Certificación Energética de Edificios	**IDENTIFICACIÓN**		Ref. Catastral	2169426VH3126N0002AI	Versión informe asociado	22/01/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	03/05/2020

Informe descriptivo de la medida de mejora

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Conjunto: Bomba de calor de alta eficiencia energética + aislamiento SATE

DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) Corresponde con la instalacióin de una bomba de calor de alta eficiencia energética para calefacción, refrigeración, ACS y adición de asilamiento térmico por el exterior de la fachada.
Coste estimado de la medida 4065.0 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE *[kWh/m² año]*		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO *[kgCO2/ m² año]*	
< 26.2 A 26.2-45.2 B 45.2-73.7 C 73.7-115.8 D 115.8-237.0 E 237.0-267.8 F ≥ 267.8 G	**37.92 B**	< 6.0 A 6.0-10.4 B 10.4-16.9 C 16.9-26.5 D 26.5-54.9 E 54.9-62.1 F ≥ 62.1 G	**6.42 B**

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN *[kWh/ m² año]*		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN *[kWh/m² año]*	
< 7.7 A 7.7-17.9 B 17.9-32.4 C 32.4-54.2 D 54.2-99.8 E 99.8-108.8 F ≥ 108.8 G	**37.57 D**	< 7.8 A 7.8-12.6 B 12.6-19.5 C 19.5-30.0 D 30.0-36.9 E 36.9-45.4 F ≥ 45.4 G	**13.18 C**

Certificación Energética de Edificios	**IDENTIFICACIÓN**		Ref. Catastral	2169426VH3126N0002AI	Versión informe asociado	22/01/2020
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	03/05/2020

ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción			Refrigeración			ACS			Iluminación			Total		
	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original	Valor		ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	9.03		84.7%	3.89		58.5%	6.49		82.6%	-		-%	19.41		81.6%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	17.65	B	82.0%	7.60	A	58.5%	12.67	E	82.6%	-	-	-%	37.92	B	80.0%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	2.99	A	83.2%	1.29	A	58.5%	2.15	E	82.6%	-	-	-%	6.42	B	80.6%
Demanda [kWh/m² año]	37.57	D	60.2%	13.18	C	17.9%									

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual [W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]
Cubierta con aire	Cubierta	80.46	0.52	80.46	0.52
Muro de fachada NO	Fachada	14.57	1.69	14.57	0.29
Muro de fachada SE	Fachada	0.98	1.69	0.98	0.29
Muro de fachada N	Fachada	35.00	1.69	35.00	0.29
Muro de fachada S	Fachada	12.00	1.69	12.00	0.29
Medianería	Fachada	55.88	0.00	55.88	0.00

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m²]	Transmitancia actual del hueco[W/m² K]	Transmitancia actual del vidrio[W/m² K]	Superficie post mejora [m²]	Transmitancia post mejora [W/m² K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m² K]
Hueco 1	Hueco	1.50	1.80	1.70	1.50	1.80	1.70
Hueco 2	Hueco	2.10	1.80	1.70	2.10	1.80	1.70
Hueco 3	Hueco	0.87	1.80	1.70	0.87	1.80	1.70
Hueco 5	Hueco	0.30	1.80	1.70	0.30	1.80	1.70
Hueco 6	Hueco	1.20	1.80	1.70	1.20	1.80	1.70
Hueco 7	Hueco	1.20	1.80	1.70	1.20	1.80	1.70
Hueco 4	Hueco	1.62	1.85	1.70	1.62	1.85	1.70

	IDENTIFICACIÓN		Ref. Catastral	2169426VH3126N0002AI	Versión informe asociado	22/01/2020
Certificación Energética de Edificios	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	03/05/2020

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Estimación Energía Consumida anual [kWh/m²año]	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora [kW]	Rendimiento estacional post mejora [%]	Estimación Energía Consumida anual Post mejora [kWh/m²año]	Energía anual ahorrada [kWh/m²año]
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		200.8%	-	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		416.0%	-	-
TOTALES									

Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Estimación Energía Consumida anual [kWh/m²año]	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora [kW]	Rendimiento estacional post mejora [%]	Estimación Energía Consumida anual Post mejora [kWh/m²año]	Energía anual ahorrada [kWh/m²año]
Calefacción y refrigeración	Bomba de Calor		164.9%	-	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		338.6%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Estimación Energía Consumida anual [kWh/m²año]	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora [kW]	Rendimiento estacional post mejora [%]	Estimación Energía Consumida anual Post mejora [kWh/m²año]	Energía anual ahorrada [kWh/m²año]
Equipo ACS	Efecto Joule		100.0%	-	Bomba de Calor - Caudal Ref. Variable		534.6%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-