

**UNIVERSIDAD MIGUEL HERNÁNDEZ DE ELCHE**

**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR DE ORIHUELA**

**Máster Universitario Oficial en Automatización y Telecontrol  
para la gestión de Recursos Hídricos y Energéticos**



**Calificación energética y propuestas de mejora  
de la eficiencia energética de un edificio de  
viviendas en la localidad del Masnou.**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

AUTOR:

Laura Silva Gandola

DIRECTOR/ES:

Antonio Ruiz Canales

José Miguel Molina Martínez

Diciembre 2018







# MÁSTER OFICIAL EN AUTOMATIZACIÓN Y TELECONTROL PARA LA GESTIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS Y ENERGÉTICOS

## REFERENCIAS DEL TRABAJO FIN DE MÁSTER

Identificaciones:

**Autor:** Laura Silva Gandola

**Título:** Calificación energética y propuesta de mejoras de la eficiencia energética en un edificio de viviendas en la localidad del Masnou.

**Title:** Energy rating and proposal for energy efficiency improvements in a residential building at El Masnou.

**Director/es del TFM:** Antonio Ruiz Canales, José Miguel Molina Martínez

**Año:** 2018

**Titulación:** Ingeniera Civil

**Tipo de Trabajo:** Estudio de eficiencia energética.

**Palabras claves:** energía, sostenibilidad, confort, calificación energética, certificación energética, edificios residenciales, eficiencia energética activa y pasiva.

**Keywords:** Energy, sustainability, comfort, energy rating, energy certification, residential buildings, active and passive energy efficiency.

**Nº citas bibliográficas:** 33

**Nº de planos:** -

**Nº de tablas:** 14

**Nº de figuras:** 50

**Nº de anexos:** 2

**Resumen:**

A menudo, la sociedad es reacia a emplear términos que son utilizados en torno a la sostenibilidad y el ecologismo, entendiéndose además que conllevan un coste económico asociado. Es aquí cuando aparece el concepto de eficiencia energética, por una parte, debemos entender la eficiencia como "Capacidad de disponer de alguien o de algo para conseguir un efecto determinado" (según la RAE), con lo cual podemos concluir que la

eficiencia energética es a efectos prácticos la optimización de los consumos energéticos de tal manera que para realizar una misma operación se reduzca el consumo energético.

Pero la eficiencia energética no se basa exclusivamente en disminuir el consumo de los recursos energéticos y renunciar a nuestro grado de bienestar y confort, sino en utilizar la energía de manera más racional y de adoptar una serie de hábitos responsables, conforme a su condición de escasez y al carácter no renovable de algunas de sus fuentes de generación.

Estos cambios de paradigma se deben realizar desde la sociedad como a nivel de pequeñas y grandes empresas, puesto que cuando se utilizan los recursos de una manera más eficiente se obtienen beneficios tanto a nivel de salud como económicos.

Tiene carácter urgente el recabar esfuerzos por disminuir el consumo tan desmesurado de energía que actualmente demandamos, continuar enseñando y poniendo en práctica las herramientas que nos ayudan a desarrollarnos de una manera más sostenible, asimilar que el esfuerzo económico en pro de la Eficiencia Energética, es y será un valor añadido de nuestro futuro no tan lejano.

#### **Abstract:**

As a rule, society is unwilling to use terms that are used around sustainability and ecology, understanding that are directly related with an economic cost. It is here when the concept of energy efficiency appears. First, we must understand efficiency as the ability to have someone or something to achieve a certain effect (according to the RAE), thus we can conclude that energy efficiency is in practice the optimization of energy us in such a way that the use is reduced to perform the same operation.

However, energy efficiency is not only based on reducing the waste of energy resources and therefore renouncing our well-being and comfort, but on using energy more rationally and adopting a series of responsible habits, we can do it according to the scarcity condition and the nonrenewable nature of some of its sources of generation.

These changes of paradigm must be made from society as well as at the level of small and large companies, because when resources are used in a more efficient way, benefits are obtained at both a health and economic level.

It is urgent to seek efforts to reduce the excessive consumption of energy that we currently demand, continue teaching and putting into practice the tools that help us to develop in a more sustainable way, assimilate that the economic effort in favor of Energy Efficiency is and it will be a benefit of our not-so-distant future.

## TABLA DE CONTENIDO

1. Objetivo.....	8
2. Introducción.....	9
2.1. Calificación Energética.....	11
2.2. Energías renovables.....	12
2.3. Marco normativo.....	20
2.3.1. Evolución del marco normativo.....	20
2.3.2. Marco normativo Actual.....	21
2.4. Definiciones: Energía y otros aspectos básicos.....	25
2.5. ¿Cómo se obtiene el certificado de Eficiencia Energética?.....	27
3. Análisis del edificio.....	30
3.1. Emplazamiento y localización.....	30
3.2. Climatología.....	30
3.3. Memoria Descriptiva y Superficies.....	32
3.4. Memoria Constructiva.....	33
4. Estudio de la eficiencia energética del inmueble.....	36
4.1. Cumplimiento del CTE.....	36
4.2. Introducción de datos en el programa.....	36
4.2.1. Introducción de Datos administrativos.....	36
4.2.2. Introducción de Datos generales y definición del edificio.....	37
4.2.3. Introducción de la Envoltente térmica.....	38
4.3. Obtención de la calificación energética.....	59
4.4. Definición de las medidas de mejora.....	59
4.5. Análisis económico de las medidas de mejora.....	62
4.6. Generación del certificado de eficiencia energética.....	64
5. Conclusiones.....	65
6. Referencias bibliográficas.....	69
7. Anexos.....	71

## 1. OBJETIVO

En este trabajo final de grado titulado Calificación energética y propuestas de mejora de la eficiencia energética en edificio de viviendas, se pretende hacer un estudio energético de un edificio de viviendas plurifamiliar situada en la población de El Masnou (Barcelona).

Como primer objetivo, se busca conocer si el edificio a estudiar cumple con las exigencias que el CTE define en su Documento Básico HE: Ahorro de energía, a través de la opción simplificada mediante la utilización del software CE3X v2.3. Una vez se realizan dichas comprobaciones, se procede a estudiar el método de reformar el edificio, buscando una mayor eficiencia energética, tanto en las instalaciones como en sus elementos estructurales.

Después de estudiar las diversas propuestas de cambios en los elementos estructurales del edificio, se calculará, si el inmueble reformado cumple con las exigencias que determina el CTE, realizando el mismo análisis que se ha realizado con el inmueble actual.

Tras los análisis, se comprobará que, realmente se han producido mejoras, valorando las mejoras energéticas conseguidas.

También se aportará la información sobre materiales, instalaciones, elementos eléctricos que se han utilizado sobre los cambios realizados en el inmueble, para poder realizar una valoración económica del ahorro e inversión que supondría estas mejoras.



## 2. INTRODUCCIÓN

Si nos remontamos a nuestra historia, el homosapiens ha sobrevivido a lo largo de su vida gestionando diferentes fuentes de energía, estas energías inagotables provenientes del Sol, el agua y el viento han ido transformándose hacia fuentes menos limpias, sostenibles y ecológicas.

Al inicio de los tiempos, el hombre hacía servir fuentes de energía que la naturaleza le proporcionaba, el fuego para cocinar los alimentos o cobijarse de las inclemencias climáticas; el viento para desplazarse en las travesías marítimas o transformación de la energía a través de molinos. Hasta hace unos siglos atrás, cuando se comenzaron a utilizar metales y combustibles fósiles que se encontraban en grandes yacimientos en el subsuelo terrestre.

Si nos remontamos al descubrimiento del carbón, petróleo y gas natural, hasta el momento la humanidad se abastecía de energías sostenibles que cubrían perfectamente sus necesidades, desde entonces con el aumento de la temperatura y las emisiones de CO<sub>2</sub>, se vislumbra un escenario adverso para sustentar la vida del planeta en condiciones óptimas.

La utilización desproporcionada de estos combustibles ha traído consigo un aumento del CO<sub>2</sub> inadmisibles que como consecuencia directa provoca un aumento de la temperatura y agravantes en la capa de ozono.

No solo nos encontramos ante un problema ecológico, también repercute negativamente en la situación económica, donde el coste del uso de estas energías limpias es más elevado, viéndose penalizadas en algunos casos con lo cual nos encontramos con un paradigma incongruente con el cual tenemos que lidiar.

Es por eso que, desde el ámbito de la ingeniería, se busca implantar nuevas medidas para conseguir mejoras en la eficiencia energética en todas las vertientes de la misma, buscando consumos de energía próximos a cero, consiguiendo la autosuficiencia de viviendas, instalaciones, fábricas, máquinas, coches y un largo etcétera.

Para poder conseguirlo, se intenta mejorar la eficiencia energética, mediante avances en cuanto al aprovechamiento de la energía, perfeccionamiento de los procesos tecnológicos para ahorrar en consumos, así como concienciando a los usuarios de un buen uso de las energías.

En la actualidad si echamos la vista a resultados de las estadísticas, podremos deducir la falta de desarrollo en lo que incumbe a las energías renovables. La siguiente imagen demuestra la producción de energía en nuestro país según su procedencia. Aunque más del 50% de esta producción sea de energías renovables el consumo es mayor en cuanto energías contaminantes.

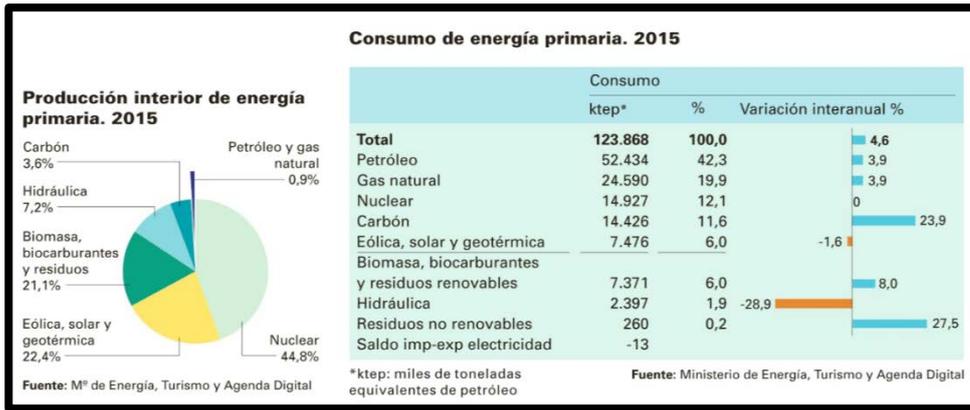


Imagen 1 Producción interior de energía primaria y su consumo 2015. (Fuente: España en cifras 2017)

En el territorio en el cual se realiza el estudio de este proyecto, apreciamos además un descenso del consumo de energía renovable en comparación a años anteriores y los porcentajes están muy por debajo de los porcentajes globales del país y de la Unión Europea.

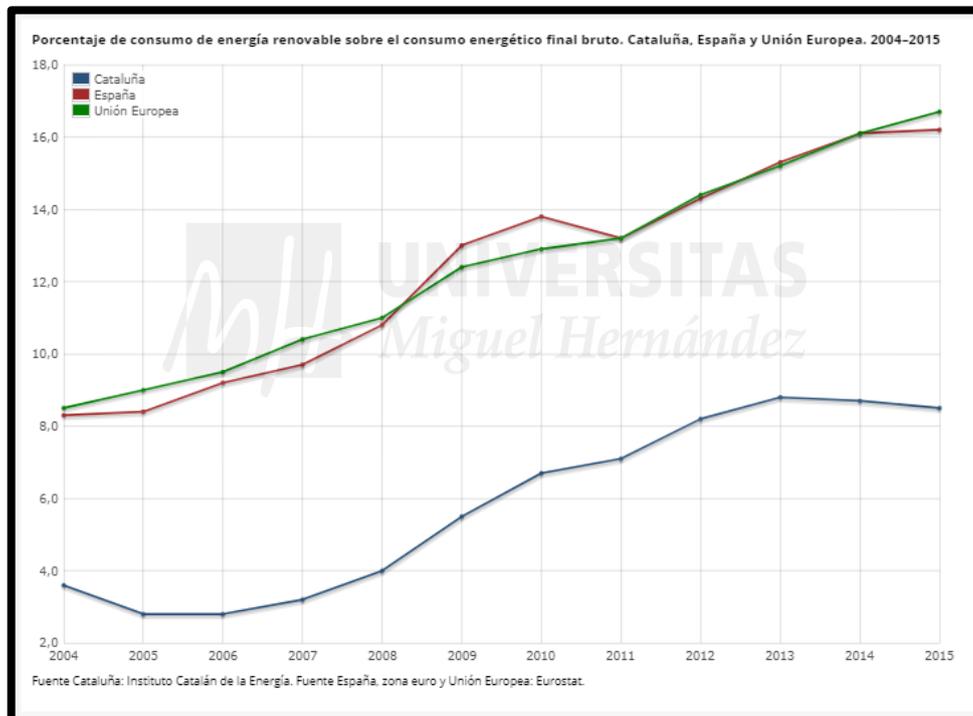


Imagen 2 Porcentaje de consumo de energía renovable sobre el consumo energético final bruto. (Fuente Instituto de Estadística de Cataluña)

Observando el consumo de energía primaria del estado español como el consumo medio de Europa, se deduce que se sigue dependiendo de las energías no renovables en la mayor parte de la distribución.

Como ya se ha comentado el uso de combustibles fósiles, contribuye a los graves problemas que afectan a la capa de ozono, y si, por otro lado, se opta por la energía proveniente de la fusión de átomos, se suma el riesgo de ocasionar graves peligros para la seguridad y salud de las personas, a la cantidad elevada de residuos nucleares que no se pueden reutilizar.

Será un tema que se repetirá constantemente y que debemos tener presente, que estos tipos de energía, necesitan un proceso de tiempo para su regeneración, ya que no se producen de forma espontánea en la naturaleza. Por esta razón debemos reducir su consumo y promover un mayor uso de las energías renovables, que pueden solucionar, o disminuir en su medida, los problemas causados al planeta y los problemas de desabastecimiento de las energías no renovables.

## 2.1. Calificación Energética

Para empezar ¿Qué entendemos por Calificación Energética?

El término de calificación energética define la valoración, o nota final que obtiene un inmueble en cuanto al consumo de energía. Cuanto menos consumo de energía tenga el edificio o inmueble más eficiente energéticamente será y más alta tendrá su calificación.

Un edificio eficiente es aquel que disminuye el uso de energías convencionales, a fin de ahorrar y hacer un uso racional de la misma. Haciendo ese uso también reduciremos las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera.

Dentro de la eficiencia energética existen dos aspectos bien diferenciados, la eficiencia activa y la pasiva. La eficiencia activa es cuando se realizan mejoras en las instalaciones de los edificios con el uso de energías alternativas o combinadas con energías tradicionales, incluso con sistemas de nueva generación, las cuales mejoran el rendimiento y minimizan el consumo. La eficiencia pasiva se refiere a las características arquitectónicas de un edificio, definidas según el CTE si se trata de obra nueva o de rehabilitación.

Las principales fuentes de energía se clasifican en:

- Las fuentes de energía renovables o también denominadas verdes o limpias, son aquellas que, producen una cantidad ilimitada de energía que proviene de las materias primas que encontramos en la naturaleza: el aire, el agua y el Sol. Las cuales se regeneran con mucha rapidez y se puede obtener energía de una forma continuada. Claros ejemplos son, la energía hidráulica, solar, eólica, mareomotriz, geotérmica...

En la actualidad, las energías renovables no están desarrolladas todas ellas de una forma equitativa. Esto es porque no todas ellas se usan con la misma frecuencia o no hay los medios necesarios para hacerlas evolucionar. Por ello, dentro de pocos años, todas ellas serán viables y la obtención energética será mayor.

- Las energías no renovables son aquellas que se consumen más rápido de lo que se regeneran, ya que, se renuevan en la naturaleza con el paso de millones de años. Son limitadas. Ejemplos claros son, la energía nuclear y los combustibles fósiles como el carbón, el petróleo y el gas natural.



Gráfico 1 Energías renovables vs no renovables

Como podemos observar, las energías renovables son limpias, es decir que no producen emisiones de CO<sub>2</sub> y otros gases contaminantes a la atmósfera, no generan residuos de difícil tratamiento, son inagotables y autóctonas, además que equilibran desajustes interterritoriales. Por contrapartida las energías convencionales contaminan ya que éstas se producen con la combustión de fósiles (petróleo, gas, carbón...), emiten gases contaminantes y residuos que suponen un peligro para generaciones venideras, son limitados y provocan dependencia entre territorios.

## 2.2. Energías renovables

Como ya se ha comentado en el apartado anterior, las ventajas de utilizar estas energías son tan positivas para el medio ambiente y nuestra supervivencia, que no podemos dar la espalda a la variedad de procedencia de estas formas de energía y a sus características más destacadas.

### Energías del agua:

La energía hidráulica es aquella que, se produce con el aprovechamiento de la energía cinética y potencial de las corrientes de los ríos, de los pantanos y de los saltos de agua.

La velocidad del agua se aprovecha para mover las palas de las turbinas. Éstas, a su vez, mueven el generador que transforma la energía mecánica de las turbinas en energía eléctrica. Esta energía obtenida, se envía a los transformadores con el fin de que se aumente su voltaje. Luego, desde las torres eléctricas, se distribuye a los consumidores a través del cableado eléctrico.

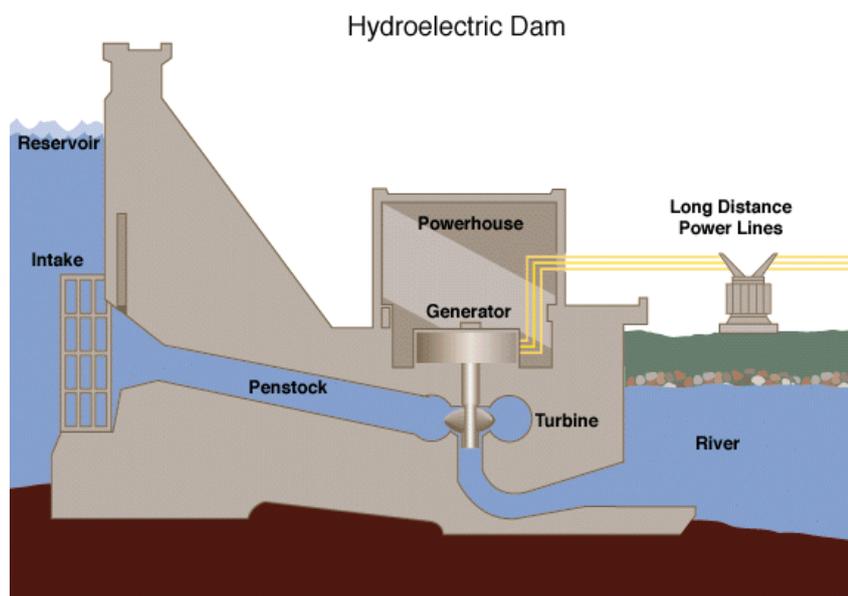


Imagen 3 Partes de las que consta una central hidroeléctrica (fuente Wikipedia User:Tomia - File:Hydroelectric dam.svg)

El inconveniente más destacado que produce es el impacto ambiental, debido a la necesidad de construir una presa o toda una central en el margen del río.

Además de la energía obtenida de las corrientes y saltos de agua, existen otras formas de obtención de energía que tienen el agua como fuente principal:

1. La energía mareomotriz, es la que resulta del aprovechamiento de las mareas a causa de las interacciones del sistema Tierra-Luna-Sol, que producen una serie de variaciones en el nivel del mar, conocidas como mareas. Su localización, en las bahías y costas, debe ser muy estudiada, porque se tienen que ubicar en zonas donde las subidas y bajadas de mareas sean conocidas y frecuentes. De estas mareas, se puede obtener energía eléctrica, aprovechando las subidas y las bajadas en el mar, cerrando una bahía, dejando que la marea alta atraviese la presa y, se coloca una turbina para que se aproveche la subida y la bajada de mareas para hacerla girar y convertir la energía mareomotriz en energía eléctrica.

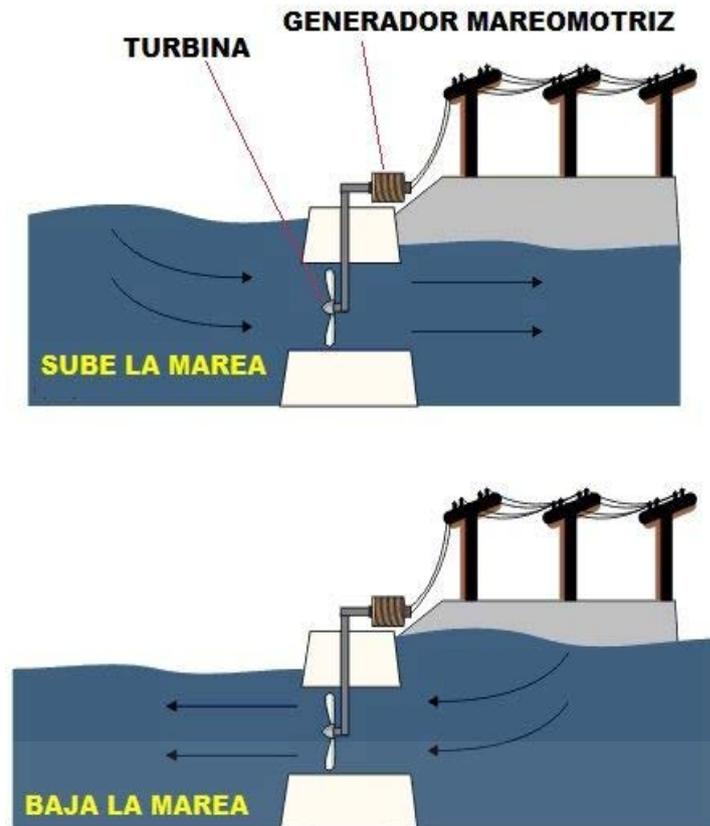


Imagen 4 Generador mareomotriz (Fuente <http://www.areatecnologia.com>)

2. La energía undimotriz es aquella que, aprovecha la fuerza de las olas para generar energía eléctrica. Utiliza un sistema conocido como el "pozo submarino" que, consiste en, la creación de una cámara cerrada herméticamente, excepto por la parte inferior, donde tiene una apertura por donde entra el oleaje. Ésta, crea una brisa que acciona las palas de una turbina y con el movimiento de la turbina que se transmite al generador, se produce energía eléctrica.

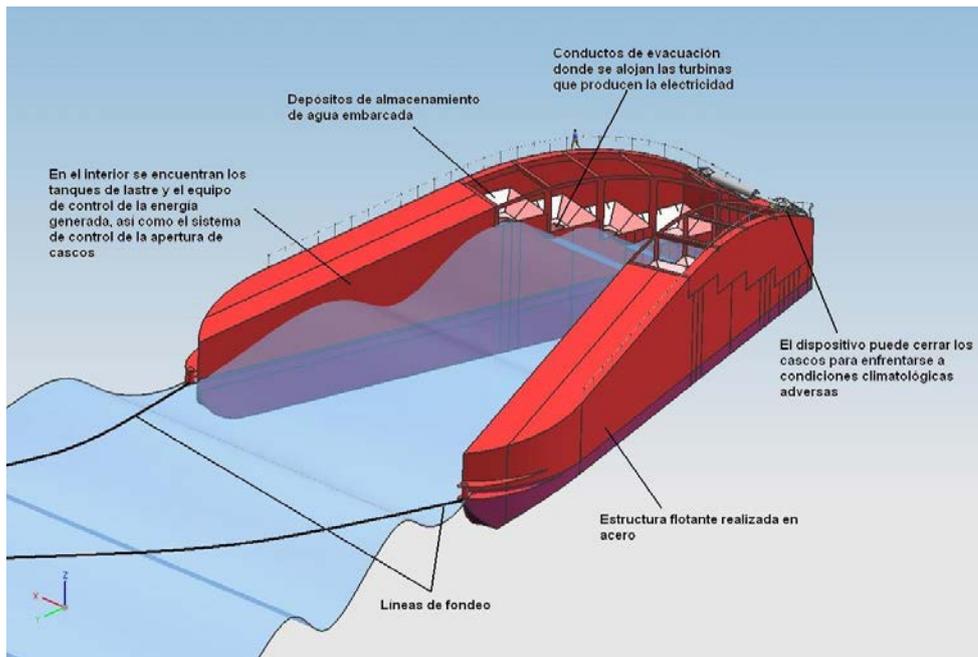


Imagen 5 Funcionamiento de un generador undimotriz (Fuente: <http://energiamalu.blogspot.com>)

### Energías del viento:

La energía eólica es la energía que se obtiene del viento, para lo cual, aprovechamos la fuerza del aire para mover las aspas de los molinos y las aspas de los aeromotores. La energía del viento se relaciona con el movimiento de las masas de aire que, se desplazan de zonas de alta presión atmosférica hacia las áreas de baja presión. Esto, provoca el movimiento de las aspas de los aeromotores, con velocidades variables dependiendo del grado de presión atmosférica.

Los aeromotores pueden tener varias utilidades, dos de ellas consisten en: aprovechar la energía eólica para convertirla en energía eléctrica con alternadores (ver ilustración 4), o aprovecharla para convertirla en energía mecánica y accionar otros sistemas operativos. Los sistemas operativos funcionan a través de mecanismos y engranajes, y su utilidad puede ser, el bombeo de agua a través de bombas de pistón o centrífugas.

Hay que tener en cuenta que, a causa de la poca energía total producida por los aeromotores, el rendimiento de éstos también disminuye. Por ello, existen las macro-construcciones de aerogeneradores, que son los llamados parques eólicos. Éstos consisten en varios aerogeneradores que, conectados a una sola línea eléctrica, abastecen a la red local o del estado.

Uno de los inconvenientes es el impacto ambiental que comporta, así como, la posible discontinuidad de las rachas de viento en el emplazamiento de instalación.



Imagen 6 Partes de las que consta un aerogenerador (fuente: <https://tecnoblogsanmartin.wordpress.com>)

Para llevar a cabo la construcción de un parque eólico, hay que tener en cuenta muchos factores relacionados con su ubicación, entre ellos destacan:

- La posición de los aeromotores, en función de las variaciones de las ráfagas de viento.
- La variación de la velocidad, dependiendo de la altura respecto al suelo y el gráfico de ráfagas de vientos en los últimos 20 años.
- La velocidad media de las ráfagas de viento. Los aerogeneradores se activan entre las velocidades de 12km/h y los 100 – 122'4km/h, fuera de estos parámetros no funcionan, porque la mínima velocidad no puede mover las aspas y la máxima no hace estable este movimiento.

### **Energías de la tierra:**

La energía geotérmica es aquella que, resulta de aprovechar el calor interno de la Tierra para generar electricidad.

Existen varios tipos de centrales geotérmicas:

- Central de vapor, donde se perfora la corteza terrestre en una operación similar a la de extraer petróleo. En esta operación, el vapor obtenido hace girar una turbina para que genere electricidad mediante un alternador.
- Central de ciclo binario, introducen el agua en el interior de la Tierra para transferir el calor interno de la Tierra a esta agua para obtener vapor de agua. El vapor que se obtiene hace girar una turbina y posteriormente el vapor se condensa para poder ser reutilizado.

La energía de la biomasa se obtiene de los residuos procedentes de actividades agrícolas, ganaderas y forestales. Los residuos forestales son aquellos que, se originan tras las acciones de limpieza, poda y corte de los montes. Los residuos agrícolas son aquellos que, provienen

de la poda que se le realiza a los diferentes árboles de cultivo, y los residuos agrícolas herbáceos se obtienen de las cosechas de algunos cultivos.

Para poder utilizar esta energía como energía eléctrica, se debe disponer de calderas de biomasa que transforman la energía, y obtengan calor para las instalaciones térmicas o de ACS.

### **Energías del sol:**

La energía solar es la energía obtenida del Sol, tanto de manera directa como de manera indirecta. De modo directo es, el tipo de radiación que no padece ningún fenómeno de reflexión o refracción. De manera indirecta es todo lo contrario, a la Tierra, la energía llega difusa a través de fenómenos de reflexión y refracción que producen la atmósfera, las nubes y otros fenómenos terrestres y atmosféricos. La radiación directa puede reflejarse y concentrarse para su utilización, mientras que, no es posible concentrar la luz difusa ya que proviene de todas las direcciones.

Las radiaciones solares que la Tierra recibe, se pueden aprovechar de dos maneras: la absorción de las radiaciones que emite éste y la absorción del calor que también producen estas radiaciones. La potencia de la radiación varía según el momento del día, las condiciones atmosféricas que la amortiguan y la latitud.

Las radiaciones que inciden sobre la Tierra se denominan irradiancia, y las que se perciben en la parte exterior de la atmósfera y son perpendiculares a los rayos solares se denomina constante solar. La irradiancia y la constante solar son potencias incidentes por unidad de superficie, y se calculan con  $W/m^2$ . La primera, tiene un valor medio de  $1000W/m^2$ , y la segunda  $1354W/m^2$ .

En España, la energía solar es una de las energías renovables más utilizada porque es una de las que produce mayor cantidad de energía aprovechable.

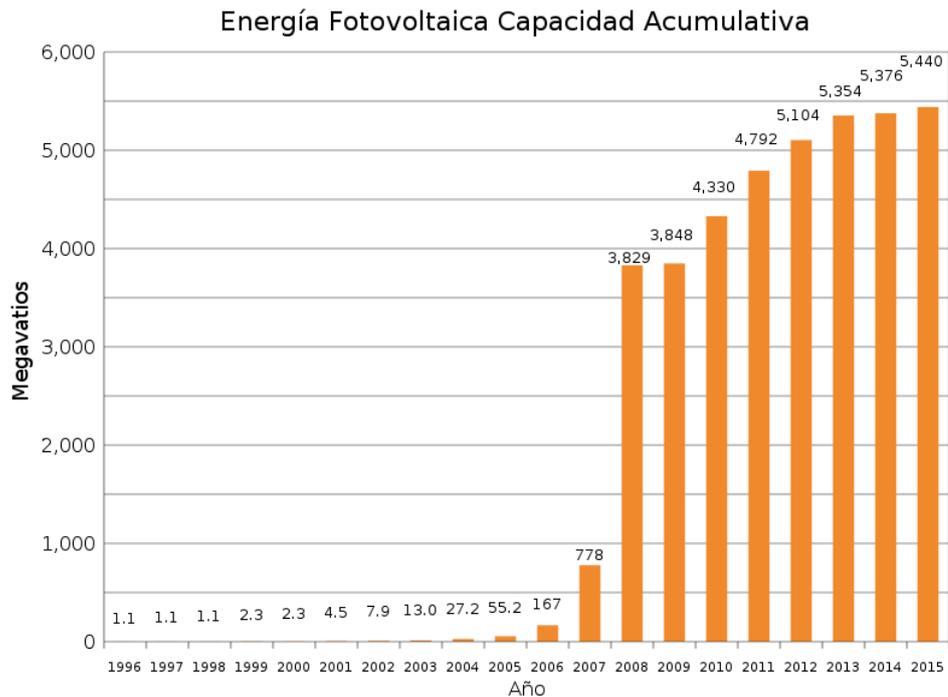


Imagen 7 Capacidad instalada de energía fotovoltaica en España (Fuente Wikipedia: Energía solar en España, autor Ortisa)

Existen diversas formas de captar las radiaciones solares, entre ellas están: la energía solar pasiva, la energía solar térmica, la energía solar fotovoltaica, la energía solar termoeléctrica, la energía solar híbrida y la energía eólico solar.

- La energía solar pasiva consiste en el aprovechamiento de la energía solar de forma directa sin hacer ninguna transformación en otro tipo de energía. Los sistemas pasivos, implican diseños de estructuras que utilizan la energía solar para enfriar o calentar. Por los espacios solares, entra la brisa fría en verano que refrigera y durante el invierno calienta. Los depósitos de agua, gracias a los espacios solares, proporcionan una masa térmica que libera calor (ver la imagen 8).

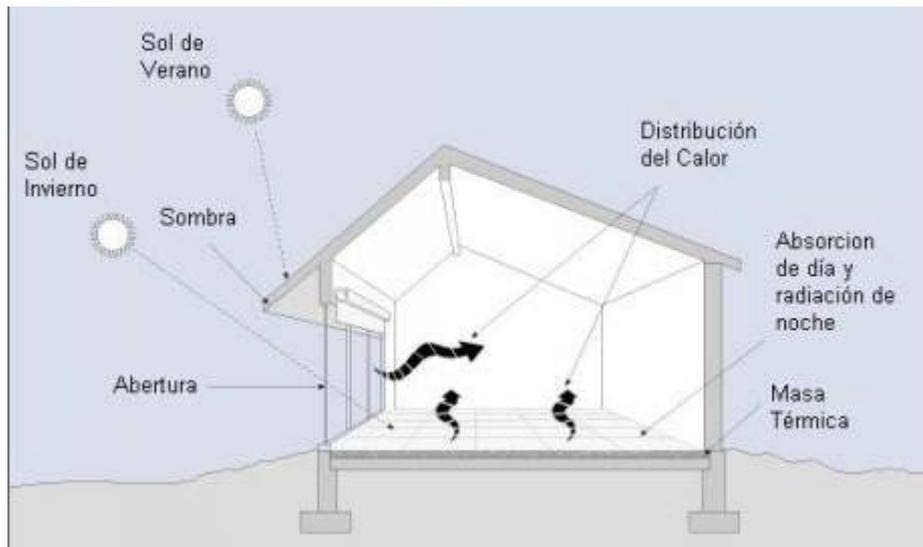


Imagen 8 Funcionamiento de la energía solar pasiva en el hogar. (Casa solar pasiva, <http://vivirhogar.republica.com/ingenieria>)

- La energía solar térmica consiste en, el aprovechamiento de la energía solar de forma directa para producir calor. Este calor, calienta agua que, se destina para uso doméstico, ya sea para la calefacción o para el agua caliente sanitaria (ver la imagen 9.)

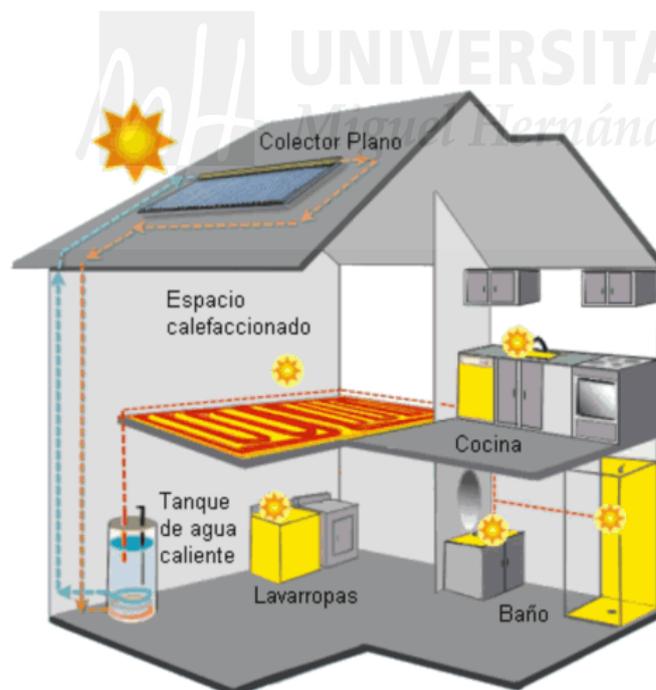


Imagen 9 Colector solar. (Fuente: Energía solar pasiva, [www.dforcesolar.com](http://www.dforcesolar.com))

## 2.3. Marco normativo

### 2.3.1. Evolución del marco normativo

A finales de la década de los 70, cuando en España se vislumbra un desarrollo industrial y tecnológico exponencial, se comienza a despertar un interés por la gestión de energía manteniendo por supuesto el nivel de confort alcanzado hasta el momento. Es en este momento, cuando aparecen cambios en la normativa que definía la eficiencia energética en la edificación.

En primer lugar, las leyes energéticas en nuestro país tienen como precedente la NBE CT-79 (actualmente derogada). Las Normas Básicas de la Edificación (NBE) fueron en su día fundamentales para el desarrollo normativo de las edificaciones e instalaciones en nuestro país y estuvieron vigentes durante la década de los 80 y una gran parte de los 90. Esta normativa se centraba básicamente en el aislamiento de la vivienda y por el contrario no trataban temas de ahorro sino de producción.

La Ley de Ordenación de la Edificación, ley 38/1999, de 5 de noviembre, tiene como objetivo ordenar el complejo proceso de la edificación, tanto respecto a la identificación, obligaciones y responsabilidades de los diferentes agentes de la edificación que intervienen en el mismo, como en lo que se refiere a las garantías para proteger al usuario. Fue el primer paso para la unificación, o al menos su intento, de las distintas normativas sobre la construcción de un edificio.

En 1980 aparece el Real Decreto 1618/1980, de 4 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Instalaciones de Calefacción, Climatización y Agua Caliente Sanitaria, con el fin de racionalizar su consumo energético. Es la primera normativa en la que se regula las instalaciones térmicas para los edificios. Ésta, quedará derogada al año 1998 con la aparición de la primera versión del RITE.

El 13 de septiembre de 1993 se dispone la Directiva 93/76/CEE del Consejo, relativa a la limitación de las emisiones de dióxido de carbono mediante la mejora de la eficacia energética (SAVE). Posteriormente se deroga por la Directiva 2006/32.

Finalmente, en el año 1998 se crea RITE, el Reglamento de Instalaciones Térmicas de Edificios. Donde se regulan todas las instalaciones que se realicen en el edificio. A demás nace el primer software para obtener la calificación energética de una vivienda: Calener.

Aparece la Directiva 2002/91/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios. Posteriormente se deroga por la Directiva 2010/31. El objetivo de la presente Directiva es fomentar la eficiencia energética de los edificios de la Comunidad, teniendo en cuenta las condiciones climáticas exteriores y las particularidades locales, así como los requisitos ambientales interiores y la relación coste-eficacia.

La presente Directiva establece requisitos en relación con:

- a) el marco general de una metodología de cálculo de la eficiencia energética integrada de los edificios;
- b) la aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de los edificios nuevos;
- c) la aplicación de requisitos mínimos de eficiencia energética de grandes edificios existentes que sean objeto de reformas importantes;
- d) la certificación energética de edificios, y
- e) la inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado de edificios y, además, la evaluación del estado de la instalación de calefacción con calderas de más de 15 años.

En el año 2003, se aprueba por el Consejo de Ministros, la Estrategia de Ahorro y Eficiencia Energética en España 2004-2012 (E4).

En el año 2006, se realiza el Real Decreto 314/2006, por el que, se aprueba el Código Técnico de la Edificación, donde se incluyen las exigencias básicas de Ahorro de Energía en la edificación.

En el año 2007, se publica el Real Decreto 47/2007, por el que, se aprueba la realización de certificaciones energéticas a los edificios de obra nueva.

Para finalizar, también en el año 2007, se realiza el Real Decreto 1027/2007, por el que, se aprueba la entrada en vigor del nuevo RITE. En el cual, se aprueba la inspección periódica de calderas y sistemas de aire acondicionado.

La Ley 82/80 de Conservación de la Energía, fue el punto inicial de las políticas de eficiencia energética en España. A partir de ésta, se han desarrollado, hasta la actualidad, un listado de normativas que, regulan de forma similar a la normativa de la Unión Europea.

### **2.3.2. Marco normativo Actual**

Cada vez más, la necesidad de regularizar los estudios de la eficiencia energética ha llevado al incremento de leyes que engloben todos y cada uno de los aspectos que relacionan la edificación y la energía. Las que tienen mayor peso en nuestro territorio, son las que se detallan a continuación.

La normativa española referente a la mejora de la eficiencia energética en edificación se recoge dentro del RD 314/2006 “Código Técnico de la Edificación (CTE)”. Se trata de un marco normativo por el que se regulan las exigencias básicas de calidad que deben cumplir los edificios, incluidas sus instalaciones, para satisfacer una serie de requisitos básicos de seguridad y habitabilidad.

Este documento está constituido por una serie de documentos básicos (DB):

DB SE: Seguridad estructural

DB SI: Seguridad en caso de incendio

DB SUA: Seguridad de utilización y accesibilidad

DB HS: Salubridad

DB HR: Protección contra el ruido

DB HE: Ahorro de energía

Dentro de este último documento básico cuyo objetivo principal es, racionar la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo el consumo energético y utilizando energías renovables.

En este Documento Básico, se recogen las exigencias básicas de eficiencia energética exigibles, tanto a los edificios de obra nueva, como a los edificios ya existentes. Estas exigencias se detallan en los siguientes puntos:

1. En la DB HE1 “Limitación de la demanda energética” se definen las características mínimas que debe cumplir la envolvente de un edificio para limitar adecuadamente la demanda energética en función de las características específicas de la obra.
2. La DB HE2 “Rendimiento de las instalaciones térmicas” establece las condiciones que deben cumplir las instalaciones destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene a través de las instalaciones de calefacción, climatización y agua caliente sanitaria para conseguir un uso racional de la energía. Esta exigencia está desarrollada en el Reglamento de Instalaciones Térmicas de los Edificios (RITE).
3. La DB HE3 “Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación” recoge las condiciones mínimas desde el punto de vista energético que deben cumplir las instalaciones de iluminación de los edificios.
4. En la DB HE4 “Contribución solar mínima de ACS” se establecen las condiciones de demanda de las instalaciones de agua caliente sanitaria (ACS) en los edificios que así lo requieran. Para satisfacer la demanda se deben instalar dispositivos de captación, almacenamiento y utilización de la energía dependiendo de las condiciones particulares del edificio.
5. Por último, la exigencia mínima DBHE5 “Contribución fotovoltaica mínima de energía fotovoltaica” obliga a determinados edificios a incorporar sistemas fotovoltaicos en función de las características específicas del edificio.

Para aplicar este documento básico se puede optar por la opción simplificada o por la opción general.

**Opción simplificada.** En este caso el edificio debe cumplir una serie de condiciones (por ejemplo, que el porcentaje de huecos en fachada sea inferior al 60%).

Adicionalmente se ha de establecer:

- Determinación de la zona climática.
- Clasificación de los espacios del edificio.
- Definición de la envolvente térmica y los cerramientos.
- Comprobación del cumplimiento de las limitaciones en cuanto a permeabilidad.

- Cálculo de los parámetros característicos (transmitancia y factor solar).
- Comprobación de la limitación de la demanda energética. A partir de la determinación de los parámetros calculados previamente se han de realizar las siguientes comprobaciones:
  - o La transmitancia de los cerramientos debe ser inferior al valor límite establecido.
  - o Se debe calcular la media de los distintos parámetros característicos.
  - o Se ha de comprobar que los valores medios calculados son inferiores al valor límite correspondiente.
- Control de condensaciones intersticiales.

**Opción general.** El procedimiento de aplicación consiste en comprobar que la demanda energética del edificio en cuestión es inferior a la demanda energética de un edificio de referencia cuya envolvente térmica presente los mismos parámetros característicos de la tabla de parámetros medios correspondientes a su zona climática.

En el año 2006, nace el software que cumple con los requisitos establecidos por el CTE, LIDER, Limitación de la Demanda Energética. Sirve para analizar, el aislamiento, la inercia térmica y la radiación que incide en los huecos, verificando que se cumplen los parámetros mínimos. El método de cálculo de esta opción se formaliza a través de un programa de cálculo oficial o de referencia. La opción general limita la demanda de forma directa mientras que la opción simplificada lo hace de manera indirecta.

Las medidas para mejorar la demanda energética de las características constructivas de un edificio son las siguientes:

- Mejora del nivel de aislamiento.
- Eliminación de puentes térmicos.
- Mejora de estanqueidad de puertas y huecos.
- Tratamientos especiales de los vidrios para mejorar su comportamiento térmico invierno/verano.
- Instalación de elementos de sombra.

En el año 2007, se crea el nuevo RITE, aprobado en el Real Decreto 1027/2007. Este nuevo reglamento, deroga y sustituye al anterior RITE, aprobado por el Real Decreto 1751/1998.

Este reglamento, es el marco normativo por el que, se regulan las exigencias de eficiencia energética y de seguridad, las exigencias técnicas de instalaciones térmicas y las exigencias técnicas de bienestar e higiene. Este reglamento, tiene carácter de reglamentación básica del Estado, por lo que, para poder ser aplicado, debe desarrollarse por las Comunidades Autónomas, una documentación complementaria.

Además, el RITE, establece la obligatoriedad de realizar revisiones periódicas de las instalaciones térmicas y de todos los elementos que la forman para, verificar el cumplimiento de la exigencia de eficiencia energética.

Una vez realizadas las comprobaciones, y como resultado de la inspección de eficiencia energética, se clasifican las instalaciones en Aceptable, Condicionada o Negativa, en función de, si los defectos son leves, graves o muy graves.

También en el año 2007, se aprueba por el Real Decreto 47/2007 la **Certificación energética de los edificios**, estableciendo una etiqueta que, explica la calificación de los edificios y el proceso para obtenerla. El certificado consiste en la asignación a cada edificio de una Clase Energética de Eficiencia, que variará desde la clase A, para los energéticamente más eficientes, a la clase G, para los menos eficientes.

Esta normativa obliga, desde el 1 de noviembre de 2007, a certificar los edificios de nueva planta y los edificios a los que se le aplican grandes reformas.

En el año 2010, se aprueba la Directiva 2010/31/UE, cuyo objetivo es, fomentar la eficiencia energética de los edificios, teniendo en cuenta, las condiciones climáticas y la rentabilidad según el coste y la eficacia.

En el año 2013, se ha aprobado el Real Decreto 235/2013, por el que, se aprueba el procedimiento básico para la certificación de la eficiencia energética de los edificios. Deroga al RD 47/2007 y, obliga a los propietarios de edificios existentes, a certificarlos en algunas ocasiones. Tiene régimen sancionador, si no se certifica al venderlo o alquilarlo, o si se realizan certificaciones al alza.

Como se ha dicho anteriormente, la calificación consiste en, darle al edificio una clase de eficiencia entre un grupo de 7 letras, desde la letra A hasta la G. Los límites de cada rango se establecen de las siguientes formas:

1. La escala, diferencia los edificios eficientes de los que no lo son.
2. Tiene en cuenta el edificio que ha mejorado su eficiencia, aumentando la certificación en una letra.
3. En todos los climas, se pueden construir edificios que tengan clase A.
4. Para obtener una calificación, el edificio debe mantenerse estable, al menos durante dos revisiones, si no, la calificación disminuye.
5. La escala, debe facilitar y permitir a los usuarios, tomar decisiones que, lleven a obtener compromisos con materia energética y medioambiental.
6. La escala debe poder aplicarse a todos los edificios existentes, no solamente a los reformados y los de nueva planta.

Actualmente, hay un proyecto de Real Decreto por el que se modifica 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 (Normativa de eficiencia energética en España. M<sup>a</sup> Teresa Velasco Rincón). Plantea:

- Necesidad de modificación: Las exclusiones del ámbito de aplicación de la certificación energética de edificios sobrepasaba lo dispuesto en la Directiva 2010/31/UE.

- Se reducen los edificios que quedan excluidos de la realización del certificado de eficiencia energética del edificio.
- Actualmente, están excluidos los edificios y monumentos protegidos oficialmente por ser parte de un entorno declarado o en razón de su particular valor arquitectónico o histórico.
- Con la modificación, sólo quedan excluidos aquellos que además de la condición anterior, cualquier actuación de mejora de la eficiencia energética alterarse de manera inaceptable su carácter o aspecto.

## 2.4. Definiciones: Energía y otros aspectos básicos

Previo a la descripción de la situación energética de la vivienda de estudio se detallan algunos conceptos relacionados con la energía.

La **energía** se define como, el recurso natural que se extrae, transforma, transporta y es utilizado finalmente por el usuario. La podemos clasificar en:

- Energía primaria: es aquella que se encuentra en la naturaleza y no ha sido sometida a ningún proceso de conversión.
- Energía final: es aquella que los consumidores usan en sus equipos profesionales o domésticos (combustibles líquidos, gas, electricidad, ...). Proceden de las fuentes de energía primaria por transformación de éstas, con las consiguientes pérdidas por transformación.

**Intensidad energética:** consumo de energía por unidad de producto interior bruto. Valor medio de la cantidad de energía necesaria para generar una unidad de riqueza.

La transformación de energía primaria en energía final conlleva unas pérdidas por transformación.

La clasificación general de las fuentes de energía se muestra en la siguiente imagen:

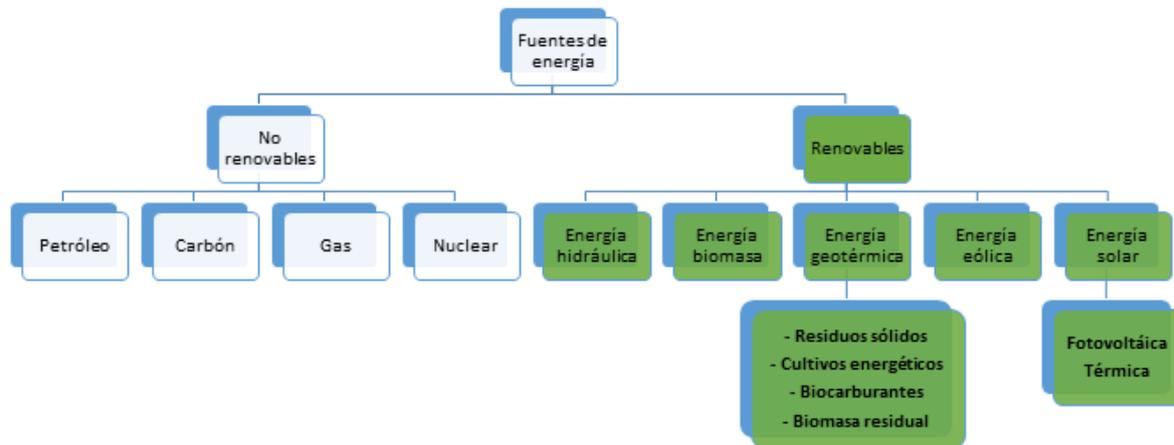


Gráfico 2 Fuentes de energía.

La **demanda energética** es, la energía necesaria, para mantener en el edificio las condiciones de confort óptimas, según las propiedades del edificio y la zona climática donde se encuentre.

La **etiqueta de eficiencia energética** es la que, se utiliza para señalar el nivel de calificación de la eficiencia energética, obtenida por el proyecto de un edificio o por el edificio terminado.

La **conductividad térmica** es, una característica de los materiales que, expresa el comportamiento del mismo frente al paso de calor. Se denomina con el símbolo  $\lambda$ , y se expresa en  $W/m \cdot K$ . Estos valores son facilitados por el fabricante.

La **resistencia térmica** es, la dificultad que ofrece el material al paso del calor. Se denomina mediante  $RT$  y se expresa en  $m^2 \cdot K/W$ . Se obtiene, a partir de la división del espesor de cada una de las capas entre su respectiva conductividad térmica.

La **transmitancia térmica** es, el flujo del calor que atraviesa un elemento constructivo. Se denomina mediante la letra  $U$ , y se expresa en  $W/m^2 \cdot K$ . Se obtiene a partir de:

$$U = 1/Rt$$

El **factor solar** es, el resultado de dividir la radiación solar que se introduce en el edificio a través de los cristales, y la que, se introduciría si el acristalamiento fuese un hueco totalmente transparente.

El **factor sombra** es, la división entre la radiación incidente en un hueco que no tiene retranqueos, voladizos, toldos y salientes laterales, etc.

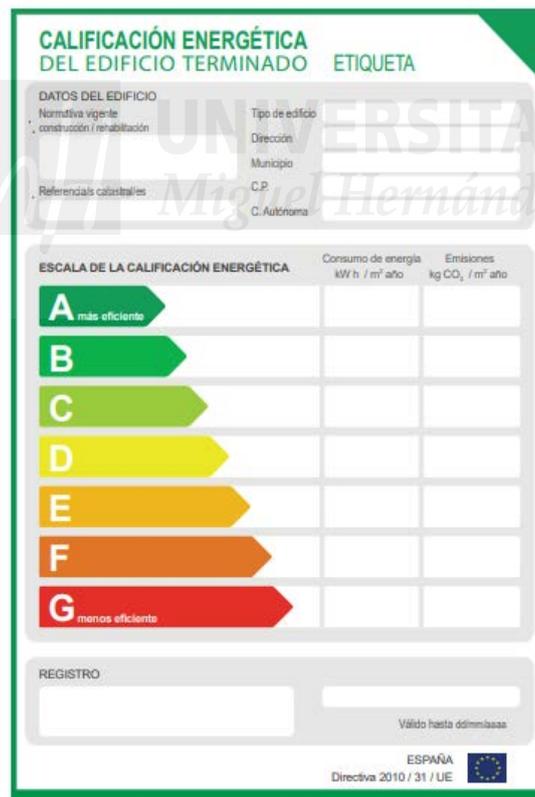
El **factor solar** modificado es, el producto del factor solar y el factor sombra.

## 2.5. ¿Cómo se obtiene el certificado de Eficiencia Energética?

Según la legislación europea, un **certificado de la eficiencia energética de un edificio** es un «certificado reconocido por un Estado miembro, o por una persona jurídica designada por éste, en el que se indica la eficiencia energética de un edificio o unidad de este, calculada con arreglo a una metodología [...]»

En territorio español, el Certificado de Eficiencia Energética es un justificante requerido por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo para todas las viviendas que vayan a ser alquiladas o compradas por otra persona. Esta medida quiere conseguir una mejora de energía en todos los países de la Unión Europea.

Este documento tiene que ser realizado por un técnico autorizado, que disponga de la formación adecuada para ello y pudiendo ser ingenieros, arquitectos o técnicos especializados. El usuario es libre de decidir con qué empresa profesional quiere realizar el certificado puesto que no hay obligación de contratar uno específico. Además, debe incorporar todos los aspectos energéticos del domicilio, sobre todo para permitir una mejor evaluación y calificación de todos los elementos que conforman el inmueble. De él se deriva un aspecto que es conocido como “etiqueta energética”.



**CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO TERMINADO ETIQUETA**

**DATOS DEL EDIFICIO**

Normativa vigente: construcción / rehabilitación	Tipo de edificio
Referenciales catastrales	Dirección
	Municipio
	C.P.
	C. Autónoma

**ESCALA DE LA CALIFICACIÓN ENERGÉTICA**

	Consumo de energía kWh / m <sup>2</sup> año	Emissiones kg CO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año
<b>A</b> más eficiente		
<b>B</b>		
<b>C</b>		
<b>D</b>		
<b>E</b>		
<b>F</b>		
<b>G</b> menos eficiente		

REGISTRO

Válido hasta dd/mm/aaaa

ESPAÑA  
Directiva 2010 / 31 / UE

Imagen 10 Modelo de etiqueta energética para edificios (Fuente: [www.mincotur.gob.es](http://www.mincotur.gob.es))

Como ya se ha comentado anteriormente, la etiqueta energética es básicamente donde se detalla la calificación que ha obtenido el inmueble. Ésta emplea una escala de letras que van

desde la A, hasta la G en orden de puntuación, esta calificación viene acompañada por una escala de colores que permite distinguir rápidamente la más eficiente a nivel energético.

- La letra A está coloreada de verde oscuro y es la que representa la mayor eficiencia energética.
- La letra B está pintada de verde más claro sigue manteniendo la eficiencia.
- La letra C está pintada de un verde más amarillento y no es tan energética como las anteriores.
- La letra D está coloreada de amarillo y representa una eficiencia normal.
- La letra E tiene un tono más anaranjado y deja patente que el inmueble cuenta con muy poca eficiencia energética.
- La letra F es totalmente naranja y es uno de los últimos escalones de la lista.
- La letra G está en rojo y representa una vivienda que no cuenta con ningún tipo de eficiencia energética.

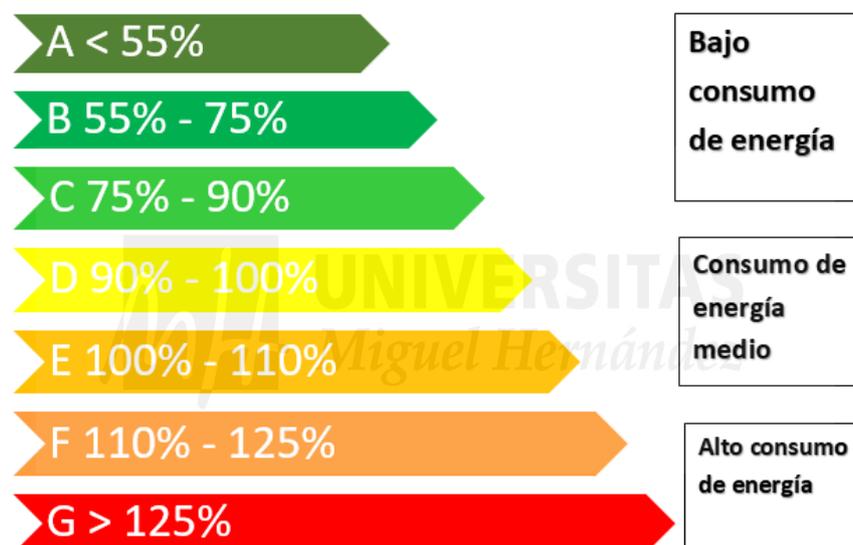


Gráfico 3 Porcentaje de consumo energético según su clasificación

Hay que tener en cuenta que, la validez de este certificado es de 10 años.

Ya se ha mencionado en el marco normativo que según lo previsto en el Real Decreto 235/2013, de 5 de abril, todos los usuarios que quieran alquilar o vender un inmueble deben disponer de este certificado. Esta medida se inició en junio de 2013, con el fin de informar a segundas partes de la eficiencia en energía que dispone dicha vivienda y todas las inmobiliarias, vendedores o arrendadores deben presentarla en el momento de la transacción.

Aunque existen ciertos casos en los que no se requiere de este documento y quedan detallados de la siguiente manera:

- Edificios religiosos y monumentos históricos.

- Viviendas que no vayan a alquilarse durante más de 16 semanas al año.
- Aquellos edificios empleados para aspectos industriales o agrícolas.
- Inmuebles que hayan sido demolidos o destruidos o que vayan a ser una construcción provisional.
- Los pisos que dispongan de menos de 50 metros cuadrados.

Hay que prestar especial atención a que cualquier usuario que no disponga del certificado energético en vigor debe afrontar una multa, según queda establecido en la Ley 8/2013, de 26 de junio, donde el incumplimiento puede conllevar faltas leves, graves o muy graves. El consumidor puede enfrentarse a multas que rondan los 300 o 6.000 euros aproximadamente.



### 3. ANÁLISIS DEL EDIFICIO

#### 3.1. Emplazamiento y localización

El proyecto escogido para la realización del TFG es un edificio de viviendas que se encuentra ubicado en el término municipal del Masnou, provincia de Barcelona, en el entorno limítrofe con el municipio de Teyá y en el sector próximo a el cruce de la autopista del Maresme C-32. Las fachadas de dicho inmueble se comunican al Nord-este con la calle de Girona y al nord-oeste con el pasaje de la Cisa, las otras dos fachadas son interiores sin ser de medianería.



*Imagen 11 Localización de la parcela (Fuente: registro catastral)*

#### 3.2. Climatología

El Masnou, Barcelona está situada al nivel del mar y goza de un clima típicamente mediterráneo, con veranos cálidos e inviernos suaves. De hecho, frente a los inviernos más extremos de ciudades interiores, ésta apenas sufre de heladas matinales en invierno.

Los meses de invierno son mucho más lluviosos que los meses de verano en El Masnou. En El Masnou, la temperatura media anual es de 16.3 °C. La precipitación es de 614 mm al año.

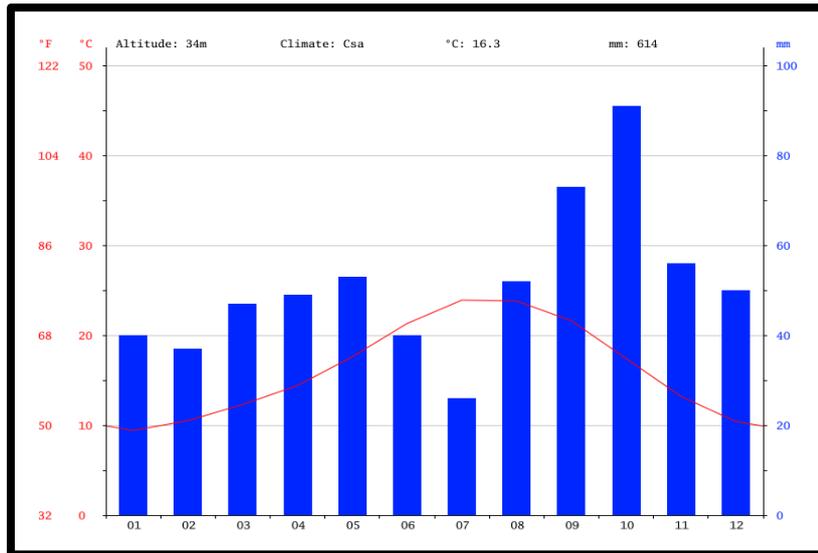


Imagen 12 Climograma anual del Masnou (Fuente: es.climate-data.org)

La precipitación es la más baja en julio, con un promedio de 26mm. La mayor parte de la precipitación aquí cae en octubre, promediando 91mm.

A una temperatura media de 23.9 °C, julio es el mes más caluroso del año y enero es el mes más frío, con temperaturas promediando 9.4 °C.

Entre los meses más secos y más húmedos, la diferencia en las precipitaciones es 65mm. A lo largo del año, las temperaturas varían en 14.5 °C. (es.climate-data.org)

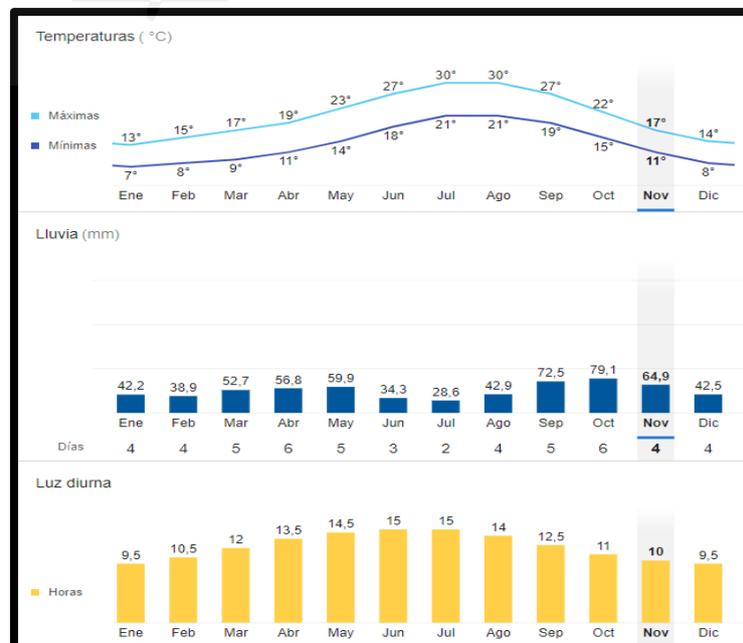


Imagen 13 Promedio de datos meteorológicos (Fuente NOAA ncdc.noaa.gov)

### 3.3. Memoria Descriptiva y Superficies

El edificio de estudio se sitúa en Barcelona, en la localidad de El Masnou. Se trata de un bloque de viviendas que está compuesto por planta baja destinada a almacenes y estacionamiento, más tres pisos y ático destinados a viviendas.

El edificio tiene forma rectangular, con una longitud de las fachadas tanto interior como la de la calle Girona son de 22 m. y las dos fachadas laterales de 9,90 m. Su superficie construida es de 852,52 m<sup>2</sup>, la superficie de la parcela es de 542 m<sup>2</sup>. Dispone de sus cuatro fachadas vistas, de orientaciones: Noreste y Sudoeste para las fachadas principales y Nord-oeste y Sudeste para las fachadas laterales.

El edificio fue construido en el año 1977 y fue rehabilitado a nivel de fachadas en el año 2006. Las actuaciones realizadas en las fachadas fueron: desempolvado a base de agua atomizada a baja presión, aclarado con cepillo manual y agua sin presión, saneamiento de zonas bufadas o agrietadas, repique de zonas afectadas hasta un base firme y posterior reconstrucción con mortero sin retracción. En las grietas algunas grietas se realizaron cortes con radial, se enmasillaron con Sika 122 o mortero sin retracción conjuntamente con la colocación de grapas de Rea de 8mm o de acero inoxidable y reforzadas con resinas Epoxi. En las zonas afectadas por la oxidación y erosionado de materiales envolventes se realizará un tratamiento reconvertidor de óxido SIKA 610 para pasivar el hierro.

El edificio se organiza en base a un núcleo de escalera existente con descanso entre plantas, sin ascensor.

En la planta 2a se distribuyen dos viviendas por cada una de ellas, la vivienda 2n 1a es la única con distinto programa. En la planta primera hay dos viviendas, la de tipo 1 que recae entre la C/ Girona y el pasaje de Cita, cuenta con 2 dormitorios, cocina-galería, un baño completo, un aseo, comedor-estar y terraza reducida, la vivienda tipo 2 que recae en la C/ Girona, cuenta con 3 dormitorios, cocina-galería, un baño completo, un aseo, comedor-estar y terraza.

En la planta tercera hay dos viviendas, tipos 2, las viviendas tipo 2 una que recae en la C/ Girona, y la otra entre la C/ Girona y el pasaje de Cita cuentan con 3 dormitorios, cocina-galería, un baño completo, un aseo, comedor-estar y terraza

La planta que corresponde al ático cuenta con dos viviendas tipo 3. Este tipo de viviendas consta con menos superficie habitable ya que la terraza tiene mayor superficie. Constan de 2 dormitorios, cocina-galería, un baño completo, un aseo, comedor-estar y terraza ampliada, una de ellas recae en la C/Girona y la otra entre la C/Girona y el pasaje de Cita.

En la planta baja están las últimas dos viviendas, las de tipo 4, cuentan con 3 dormitorios, cocina-galería, un baño completo, un aseo, comedor-estar, terraza y además un jardín. Una de ellas recae en la C/Girona y la otra entre la C/Girona y el pasaje de Cita.

En planta sótano se encuentran los trasteros y zona de aparcamiento cubierto, manteniendo la estructura actual, entrada a las viviendas por la escalera común y la entrada de vehículos por el pasaje de Cita mediante un portón con mando automático o llave manual.

En la siguiente tabla se pueden ver las superficies de las viviendas según el tipo de vivienda y planta, así como los trasteros y garaje.

Superficies m2				
	Apartamento	Sup. Cons	Terrazas 100%	Sup Útil
Vivienda tipo 1	2ndo - 1ª	96	8,6	89,2
Vivienda tipo 2	3er - 1ª 3er-2ª 2ndo - 2ª	96	13,2	84,6
Vivienda tipo 3	Áticos	64	45	59,14
Vivienda tipo 4	Bajos	96	13,2	84,6

Tabla 1 Superficie por vivienda

Almacenes-Estacionamientos		
	Sup. Útil	Almacén
Ático 2ª	28	26,79
Ático 1ª	18	16,63
3er – 2ª	28	26,79
3er – 1ª	18	16,63
2ndo – 2ª	18	16,63
2ndo – 1ª	25	23,14
1er – 1ª	12	10,12

Tabla 2 Superficie zonas no habitables

### 3.4. Memoria Constructiva

De las inspecciones visuales que se realizaron del edificio, podremos destacar que la conservación de la estructura es aceptable, no detectando agrietamientos de los pilares de hormigón armado, ni oxidación de pilares de acero.

El forjado tipo existente en el edificio es de tipo unidireccional de doble vigueta armada, con un canto total de 30 cm, sin armadura de reparto.

La estructura está formada por pilares cuadrados de hormigón armado de sección 30x30 con armadura formada por 4 redondos de 16mm, 45x45 con armadura formada por 4 redondos de 16mm y 45x45 con armadura formada por 6 redondos de 16mm. Los muros de carga también son armados con 4, 6 y 8 redondos de 16mm. Las vigas estructurales son de acero tipo IPN320, 380, 400, 450 y una viga 2IPN400.

En general, las armaduras están en aceptable estado de conservación, salvo en aquellos soportes situados en zonas de voladizos donde se realizaron reparaciones en la última rehabilitación del edificio.

El cerramiento de las fachadas está formado por un acabado de yeso interior, un revoco de cemento portland sobre la pared de ladrillo cerámico de 40mm, con cámara de aire de 2cm y un trasdosado formado por una estructura cerámica de 15cm con revoco de cemento para el exterior.

Las cubiertas tanto transitable como no transitable están compuestas por un acabado de rasilla fina tomada con cemento portland, una tela asfáltica para impermeabilizar, enladrillado recibido con mortero asfáltico, capa de perlita expandida con una pequeña pendiente sobre el forjado cerámico. La cubierta transitable, así como los balcones tienen un acabado con baldosas de gres.



*Imagen 14 Detalle de cubierta según proyecto*

La carpintería de las ventanas es de aluminio lacado en ventanas correderas, exceptuando las ventanas de aseos que son abatibles de una hoja. El acristalamiento con vidrio doble CLIMALIT, conjunto formado por vidrio interior incoloro + cámara de aire deshidratada con perfil separador de aluminio y sellado perimetral (junta plástica) + vidrio exterior incoloro, 4/6/4 mm de espesor.

Todas las viviendas disponen de un sistema de ACS y calefacción mediante calentador estanco Junker modelo ZE/ZWE 24-3, de potencia nominal 24 kW.



Imagen 15 Caldera de gas natural y detalle de inspección técnica

## 4. ESTUDIO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA DEL INMUEBLE

### 4.1. Cumplimiento del CTE

Una vez definidos los elementos estructurales y constructivos de la vivienda, se procede a comprobar si cumple con el Documento Básico de Ahorro de Energía que encontramos en el CTE. Para ello, se aplican diferentes aspectos de la vivienda que, encontramos en tablas y fórmulas del CTE, y que, nos facilitan los datos que se utilizarán, para saber el estado de la vivienda que tenemos como objeto de estudio.

En primer lugar, como se indica en apartado Generalidades de la sección HE 1 “Limitación de la demanda energética”, se opta por el procedimiento de comprobación de los requisitos mínimos para poder aplicar el DBHE a la vivienda.

Estos aspectos característicos quedan resumidos a continuación en:

1. El porcentaje de huecos en cada fachada es inferior al 60% de la superficie.
2. El porcentaje de huecos de la cubierta es inferior al 5% que indica la norma.
3. La vivienda de estudio se encuentra en la localidad de El Masnou (Barcelona) que corresponde a una zona climática C2.
4. Todos los espacios de la vivienda se consideran espacios con carga interna baja (espacios donde se disipa poco calor).
5. La higrometría de todos los espacios de la vivienda es considerada como higrometría clase 3: no se prevé alta producción de humedad.

### 4.2. Introducción de datos en el programa

Una vez obtenido todos los datos se procede a introducirlos en las pestañas correspondientes dentro del programa CE3X V2.3. (CENER)

#### 4.2.1. Introducción de Datos administrativos

En la pestaña de datos administrativos se introduce la localización e identificación del edificio, datos del cliente y datos del técnico certificador.

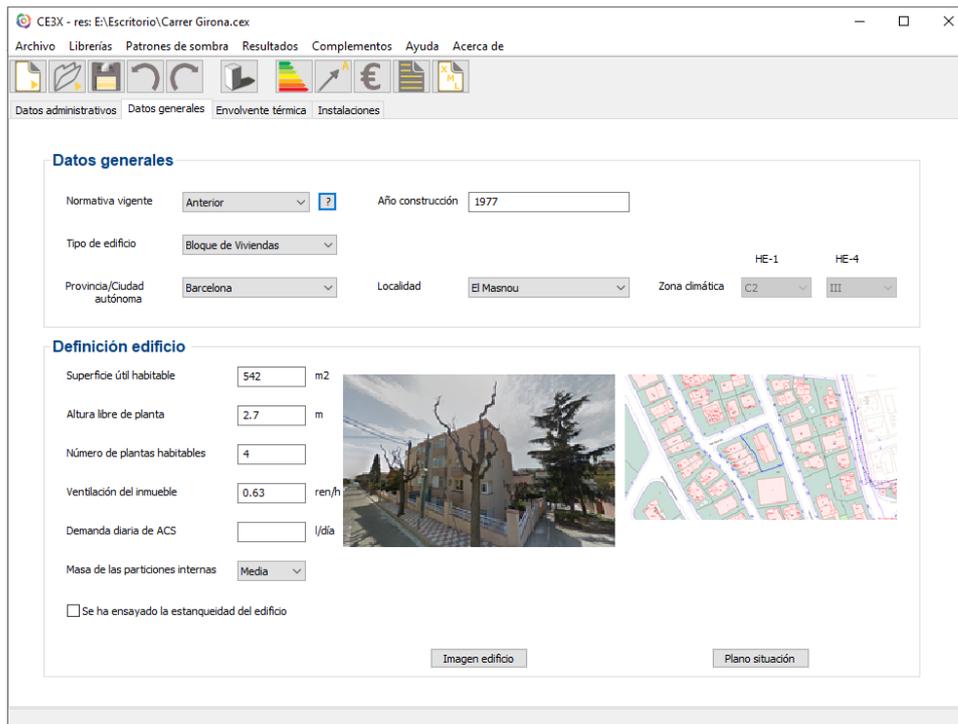


Imagen 16 Datos generales CE3X

#### 4.2.2. Introducción de Datos generales y definición del edificio

En la siguiente pestaña se introducen los datos generales por vivienda, para obtener la calificación individual de cada una de ellas.

Datos generales	
<b>Localización</b>	El Masnou, Barcelona
<b>Antigüedad</b>	41 años
<b>Uso</b>	Bloque de viviendas (8 viviendas distribuidas en un portal de dos viviendas por planta)
<b>Superficie útil habitable</b>	542 m2
<b>Altura Libre de planta</b>	2,5 m
<b>Nº de plantas (incluye planta baja)</b>	4
<b>Masa de las participaciones interiores</b>	Media (forjados con piezas de entrevigado y tabiquería de albañilería)

Tabla 3 Datos generales edificio

El proyecto del edificio fue visado en el año 1977, por lo que la normativa vigente se establece como anterior.

**Localización e identificación del edificio**

Nombre del edificio:

Dirección:

Provincia/Ciudad autónoma:  Localidad:  Código Postal:

Referencia Catastral:  +

**Datos del cliente**

Nombre o razón social:

Dirección:

Provincia/Ciudad autónoma:  Localidad:  Código Postal:

Teléfono:  E-mail:

**Datos del técnico certificador**

Nombre y Apellidos:  NIF:

Razón social:  CIF:

Dirección:

Provincia/Ciudad autónoma:  Localidad:  Código Postal:

Teléfono:  E-mail:

Titulación habilitante según normativa vigente:

Imagen 17 Introducción datos administrativos

#### 4.2.3. Introducción de la Envoltura térmica

La envoltura térmica del edificio la componen todos los cerramientos que limitan espacios habitables y el ambiente exterior, ya sea aire, terreno u otro edificio, y por las particiones interiores que separan espacios habitables de los no habitables que también limiten con el exterior.

Los cerramientos y particiones interiores de los espacios habitables se clasifican según su situación en las siguientes categorías:

- Cubiertas: cerramientos superiores en contacto con el aire con inclinación menor de  $60^\circ$ .
- Suelos: cerramientos inferiores horizontales o ligeramente inclinados en contacto con el aire, el terreno o con un espacio no habitable.
- Fachadas: cerramientos exteriores en contacto con el aire cuya inclinación respecto de la horizontal sea mayor de  $60^\circ$ . Se clasifican en 4 según su orientación sea noreste, noroeste, sureste y suroeste.

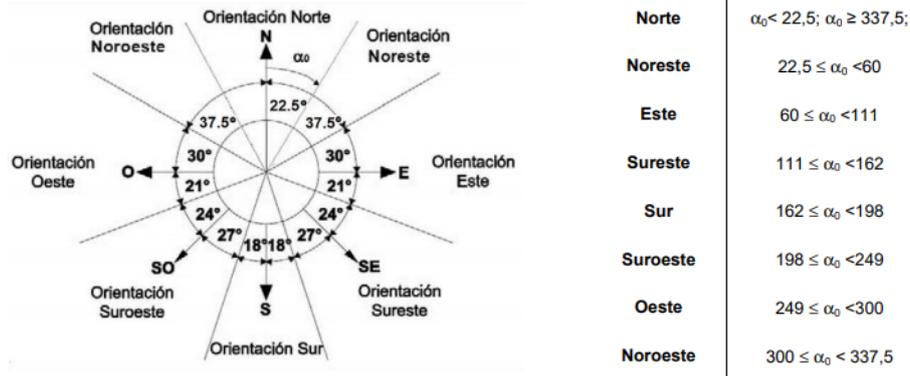


Figura A.1. Orientaciones de las Fachadas

Imagen 18 Orientaciones de las Fachadas CTE- HE-1

- Medianerías: cerramientos que lindan con otros edificios y que son una división común. Si el edificio se construye con posterioridad el cerramiento se considerará, a efectos térmicos, una fachada.
- Cerramientos en contacto con el terreno: aquellos distintos a los anteriores que están en contacto con el terreno.
- Particiones interiores: comprenden aquellos elementos constructivos horizontales o verticales que separan el interior del edificio en diferentes recintos.
- Puentes térmicos: son las zonas de la envolvente térmica en las que hay una disminución de su eficacia. Esto puede ser por distintos motivos como la reducción del espesor, distinta composición, confluencia de distintos cerramientos, etc.

Los elementos de la envolvente térmica en contacto con espacios habitables se clasifican según su distinto comportamiento térmico y el valor de sus parámetros característicos en las siguientes categorías:

- a) Cerramientos en contacto con el aire exterior:
  - Opacos: muros de fachada, cubiertas, suelos en contacto con el aire y los puentes térmicos integrados.
  - Semitransparentes: huecos (ventanas y puertas) de fachada y lucernarios de cubiertas.
- b) Cerramientos en contacto con el terreno:
  - suelos en contacto con el terreno.
  - muros en contacto con el terreno.
  - cubiertas enterradas.
- c) Particiones interiores en contacto con espacios no habitables:
  - particiones interiores en contacto con cualquier espacio no habitable (excepto cámaras sanitarias).
  - suelos en contacto con cámaras sanitarias.

La demanda energética de las viviendas se limita en función del clima de la localidad en la que se ubican, según la zonificación climática. Para evitar descompensaciones entre la calidad térmica de diferentes espacios, cada uno de los cerramientos y particiones de la envolvente

térmica tendrán una transmitancia no superior a los valores indicados en la tabla siguiente en función de la zona climática en la que se ubique el edificio o vivienda.

En nuestro caso la zona climática del edificio para su estudio según **tabla B.1.- Zonas Climáticas** del apéndice B que corresponde: (CTE-HE1, 2017)

- Barcelona: Zona climática C2

**Tabla 2.3 Transmitancia térmica máxima y permeabilidad al aire de los elementos de la envolvente térmica**

Parámetro	Zona climática de invierno					
	$\alpha$	A	B	C	D	E
Transmitancia térmica de muros y elementos en contacto con el terreno <sup>(1)</sup> [W/m <sup>2</sup> ·K]	1,35	1,25	1,00	0,75	0,60	0,55
Transmitancia térmica de cubiertas y suelos en contacto con el aire [W/m <sup>2</sup> ·K]	1,20	0,80	0,65	0,50	0,40	0,35
Transmitancia térmica de huecos <sup>(2)</sup> [W/m <sup>2</sup> ·K]	5,70	5,70	4,20	3,10	2,70	2,50
Permeabilidad al aire de huecos <sup>(3)</sup> [m <sup>3</sup> /h·m <sup>2</sup> ]	≤ 50	≤ 50	≤ 50	≤ 27	≤ 27	≤ 27

<sup>(1)</sup> Para elementos en contacto con el terreno, el valor indicado se exige únicamente al primer metro de muro enterrado, o el primer metro del perímetro de suelo apoyado sobre el terreno hasta una profundidad de 0,50m.

<sup>(2)</sup> Se considera el comportamiento conjunto de vidrio y marco. Incluye lucernarios y claraboyas.

<sup>(3)</sup> La permeabilidad de las carpinterías indicada es la medida con una sobrepresión de 100Pa.

#### D.2.10 ZONA CLIMÁTICA C2

Transmitancia límite de muros de fachada y cerramientos en contacto con el terreno  $U_{Mlim}: 0,73 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Transmitancia límite de suelos  $U_{Slim}: 0,50 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Transmitancia límite de cubiertas  $U_{Clim}: 0,41 \text{ W/m}^2 \text{ K}$

Factor solar modificado límite de lucernarios  $F_{Lim}: 0,32$

% de huecos	Transmitancia límite de huecos $U_{Hlim} \text{ W/m}^2 \text{ K}$				Factor solar modificado límite de huecos $F_{Hlim}$					
	N/NE/NO	E/O	S	SE/SO	Baja carga interna			Media, alta o muy alta carga interna		
					E/O	S	SE/SO	E/O	S	SE/SO
de 0 a 10	4,4	4,4	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 11 a 20	3,4	3,9	4,4	4,4	-	-	-	-	-	-
de 21 a 30	2,9	3,3	4,3	4,3	-	-	-	0,60	-	-
de 31 a 40	2,6	3,0	3,9	3,9	-	-	-	0,47	-	0,51
de 41 a 50	2,4	2,8	3,6	3,6	0,59	-	-	0,40	0,58	0,43
de 51 a 60	2,2	2,7	3,5	3,5	0,51	-	0,55	0,35	0,52	0,38

*Imagen 19 Zonas Climáticas del apéndice B (CTE-HE1, 2017)*

La transmitancia térmica  $U$  (W/m<sup>2</sup>K) viene dada por la expresión:

$$U = 1/ RT$$

Donde:

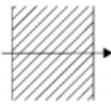
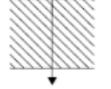
$U$  = la transmitancia térmica (W/m<sup>2</sup>K)

$RT$  = la resistencia térmica total del componente constructivo (m<sup>2</sup>K/W), calculada según la expresión:

$$RT = R_{si} + R_1 + R_2 + \dots + R_n + R_{se}$$

Siendo,  $R_{si}$  y  $R_{se}$  las resistencias térmicas superficiales correspondientes al aire interior y exterior respectivamente tomadas de acuerdo a la posición del cerramiento, dirección del flujo de calor y situación en el edificio ( $m^2K/W$ ).

**Tabla 1 Resistencias térmicas superficiales de cerramientos en contacto con el aire exterior en  $m^2 \cdot K / W$**

Posición del cerramiento y sentido del flujo de calor		$R_{se}$	$R_{si}$
Cerramientos verticales o con pendiente sobre la horizontal $>60^\circ$ y flujo Horizontal		0,04	0,13
Cerramientos horizontales o con pendiente sobre la horizontal $\leq 60^\circ$ y flujo ascendente (Techo)		0,04	0,10
Cerramientos horizontales y flujo descendente (Suelo)		0,04	0,17

*Imagen 20 Resistencia térmicas superficiales (CTE-HE1, 2017)*

$R_1, R_2, \dots, R_n$  las resistencias térmicas de cada capa ( $m^2K/W$ ), definida cada una de ellas mediante la expresión:

$$R = e / \lambda$$

Donde:

$e$ = el espesor de la capa (m)

$\lambda$ = la conductividad térmica de diseño de material que compone la capa ( $W/mK$ )

Por lo que de cada uno de los elementos constructivos de la envolvente térmica de las viviendas obtendremos los datos que veremos en las tablas a continuación.

Los cerramientos en contacto con el aire del edificio tienen la misma tipología constructiva y corresponde a los cerramientos de las fachadas principales.

Respecto a las cubiertas, existen dos tipologías constructivas, la cubierta no transitable que cierra la envolvente superior de las viviendas de la planta ático y la cubierta transitable que corresponde a la zona de terrazas del ático, ambas tienen las mismas características en cuanto a materiales de construcción menos el acabado de baldosas de gres que tienen las cubiertas transitables.

La envolvente térmica de la vivienda está constituida por las fachadas –con sus huecos–, el suelo, la cubierta y los puentes térmicos.

Un resumen de las dimensiones de los cerramientos y de sus propiedades térmicas se muestra en el cuadro siguiente. Cómo se desarrollará más adelante, la transmitancia térmica  $U$  de las fachadas y de las cubiertas se definirán mediante sus respectivas capas definidas con ayuda de la librería de cerramientos del programa, según los datos conocidos de proyecto.

Características de los cerramientos				
Elemento	Nombre	Dimensiones (m)	Superficie	U
Cubierta	Cubierta inclinada no transitable	6 x 22	132	0,68
Cubierta	Cubierta inclinada transitable	3,5 x 22	77	0,68
Fachada	Noreste	(3,5 x 9,1) + (6 x 11,3)	99,65	1,15
Fachada	Noroeste	22 x 11,3	248,6	1,15
Fachada	Sudeste	22 x 11,3	248,6	1,15
Fachada	Sudoeste	(3,5 x 9,1) + (6 x 11,3)	99,65	1,15
Suelo	En contacto con el forjado del garaje	4,20 x 22	92,4	0,61
Suelo	En contacto con el exterior	5,20 x 22	114,4	1,77

*(e) Estimadas según el programa*

*Tabla 4 Características de los cerramientos del edificio.*

#### 4.2.3.1. Cerramientos en contacto con el aire

##### - Pantalla de introducción de los datos de la cubierta no transitable en contacto con aire

Al conocer la composición constructiva de la cubierta, se definirá su transmitancia térmica como valor conocido.

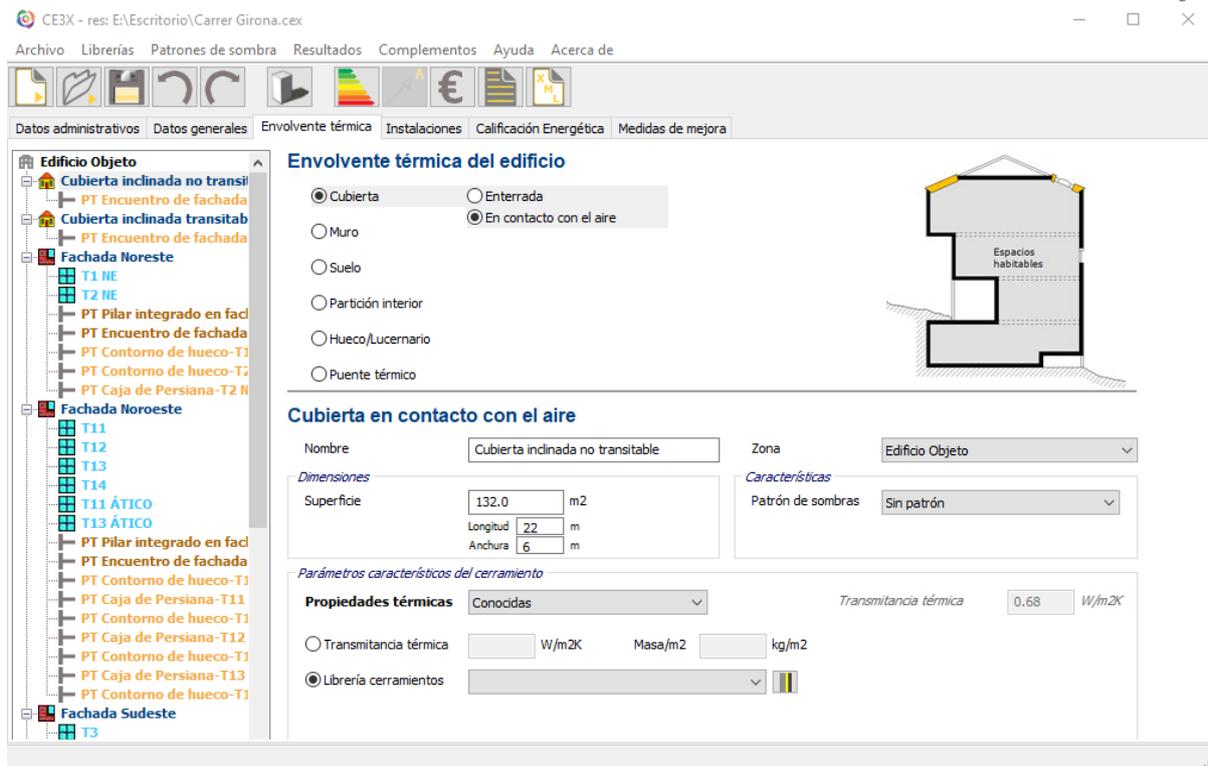


Imagen 21 Introducción de los datos de la cubierta no transitable

Las características de los materiales que componen la cubierta no transitable y que serán introducidos en la librería de cerramientos.

Material	Grupo	Resistencia (m2/WK)	Espesor	$\lambda$ Conductividad térmica (W/Mk)
Resistencia del aire exterior		0,04		
Tabique LH sencillo	Fábrica de ladrillo	0,09	0,04	0,445
Recubrimiento mortero asfáltico	Bituminosos	0,133	0,02	0,15
Rasilla cerámica	Cerámicos	0,02	0,02	1
Revestimiento textil	Textiles	0,167	0,01	0,06
Perlita expandida	Aislante	0,323	0,02	0,062
Entrevigado cerámico	Forjado	0,275	0,25	0,908
Resistencia del aire interior		0,1		
<b>TOTAL</b>		<b>1,47</b>	<b>U=0,68</b>	

Tabla 5 Transmitancia térmica cubierta no transitable

Cargamos los datos en la librería de cerramientos:

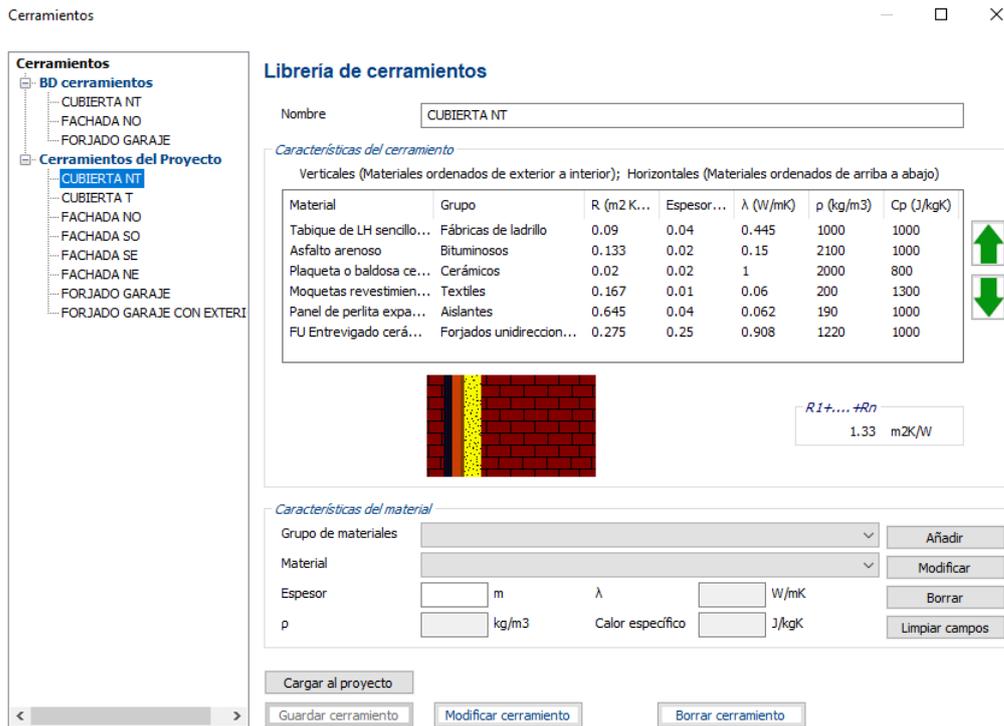


Imagen 22 Introducción de Cubierta NT en librería de cerramientos

- Pantalla de introducción de los datos de la cubierta transitable en contacto con aire

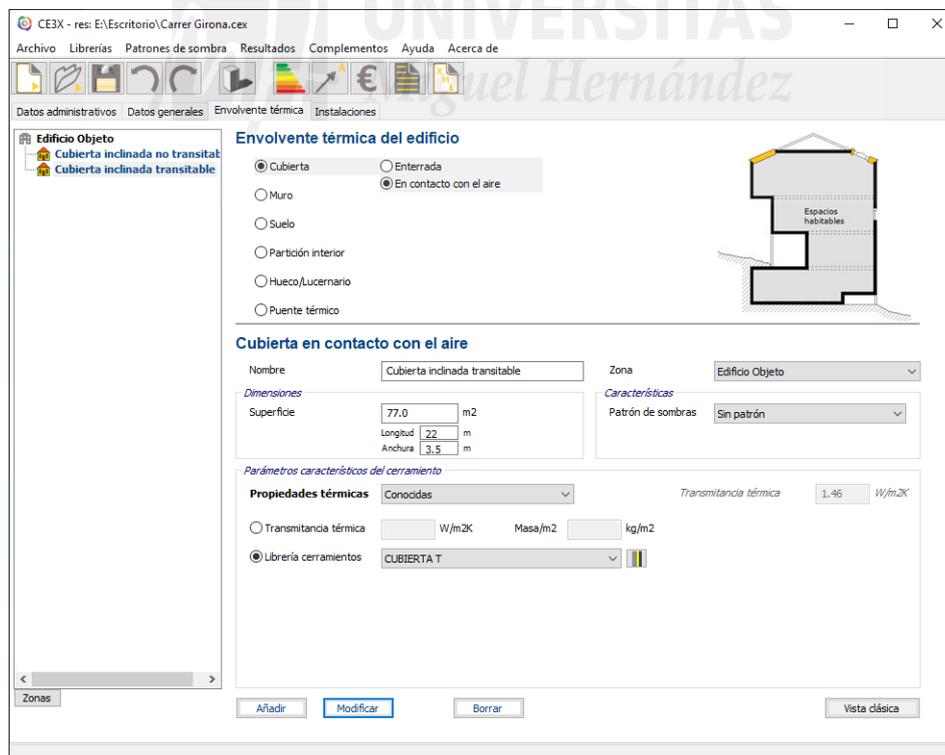


Imagen 23 Introducción de los datos de la cubierta transitable

Las características de los materiales que componen la cubierta no transitable serán introducidas en la librería de cerramientos.

Material	Grupo	Resistencia (m2/WK)	Espesor	$\lambda$ Conductividad térmica (W/Mk)
Resistencia del aire exterior		0,04		
Baldosa de gres	Cerámicos	0,008	0,02	2,6
Tabique LH sencillo	Fábrica de ladrillo	0,09	0,04	0,445
Recubrimiento mortero asfáltico	Bituminosos	0,133	0,02	0,15
Rasilla cerámica	Cerámicos	0,02	0,02	1
Revestimiento textil	Textiles	0,167	0,01	0,06
Perlita expandida	Aislante	0,323	0,02	0,062
Entrevigado cerámico	Forjado	0,275	0,25	0,908
Resistencia del aire interior		0,1		
<b>TOTAL</b>		<b>1,478</b>	<b>U= 0,68</b>	

Tabla 6 Transmitancia térmica cubierta transitable

Cargamos los datos en la librería de cerramientos:



Imagen 24 Introducción de Cubierta en librería de cerramientos

- Pantalla de introducción de los datos del forjado en contacto con el exterior

Sabemos según proyecto que el forjado en contacto con el exterior (zonas de aparcamiento descubierto) corresponde a un forjado unidireccional cerámico de 30 cm de espesor, con lo cual la transmitancia térmica en el suelo en contacto con el exterior es  $1,77\text{W/m}^2\text{K}$ .

Cargamos los datos en la librería de cerramientos:

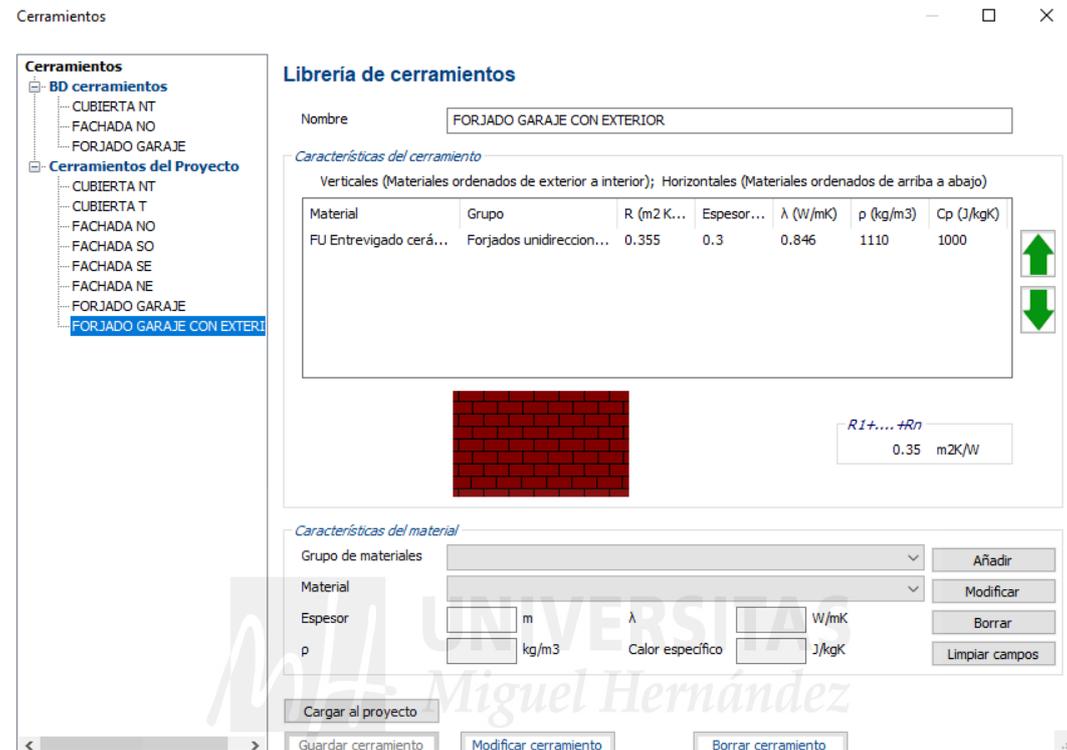


Imagen 25 Introducción de forjado exterior en librería de cerramientos

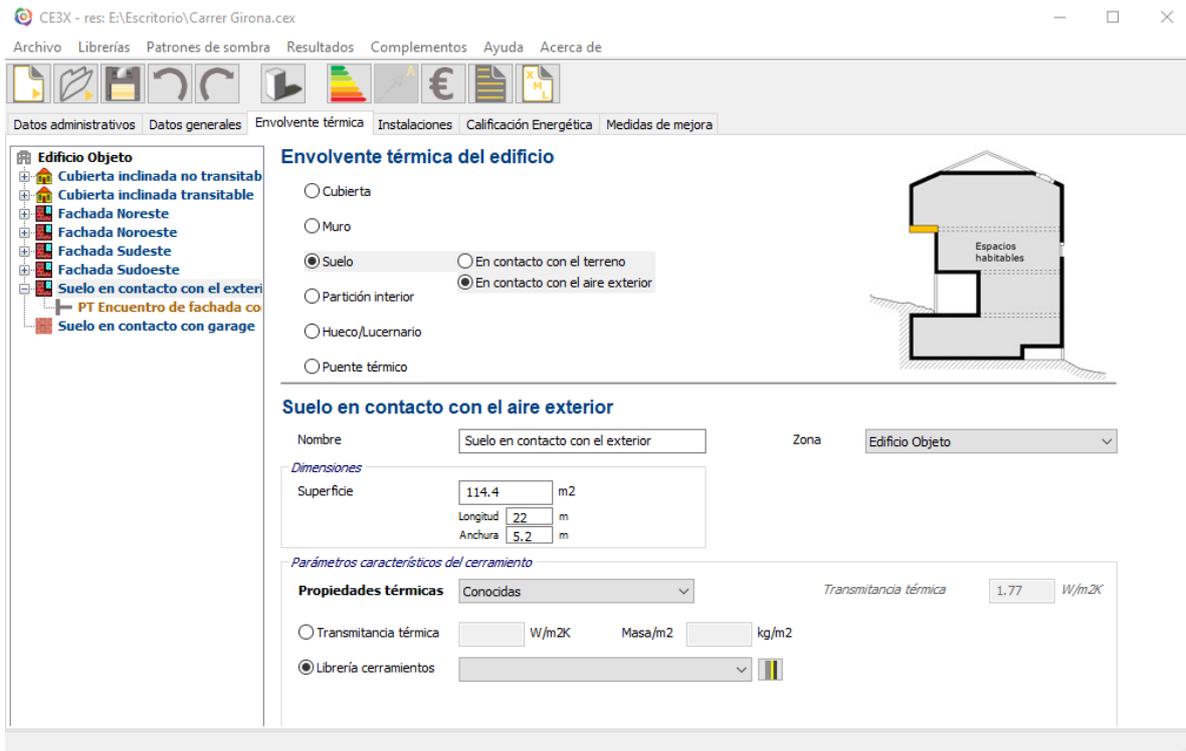


Imagen 26 Introducción de los datos del forjado

- **Introducción datos de fachadas:**

Material	Resistencia (m2/WK)	Espesor	λ Conductividad térmica (W/Mk)
Resistencia del aire exterior	0,04		
Mortero de cemento	0,031	0,04	1,3
Tabicón LH doble	0,347	0,15	0,432
Cámara de aire sin ventilar	0,16	0,02	-
Tabicón LH doble	0,093	0,04	0,432
Mortero de cemento	0,031	0,04	1,3
Placa de yeso	0,04	0,01	0,25
Resistencia del aire interior	0,13		
<b>TOTAL</b>	<b>0,872</b>	<b>U = 1,15</b>	

Tabla 7 Transmisión térmica en fachadas

Cargamos los datos en la librería de cerramientos:

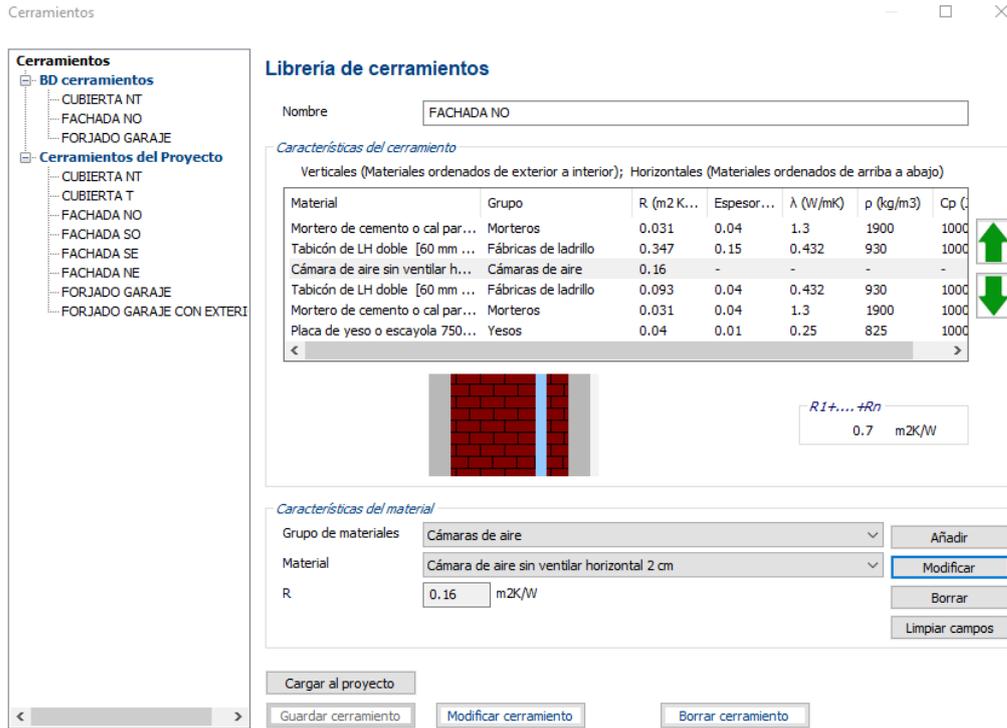


Imagen 27 Introducción de fachadas en librería de cerramientos

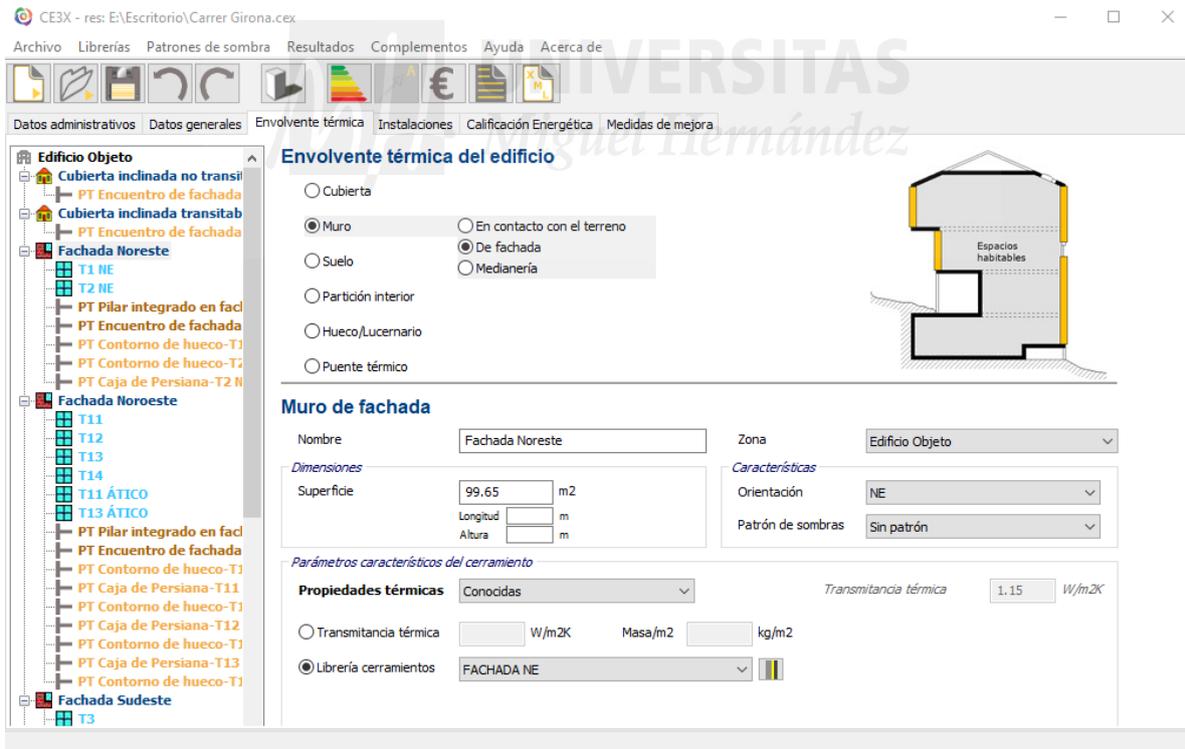


Imagen 28 Introducción de los datos de las fachadas

Las características de todas las fachadas son idénticas, con lo cual repetimos el proceso para las tres fachadas restantes.

#### 4.2.3.2. Introducción de datos de Huecos/Lucernarios

En la figura siguiente se muestran las características de los huecos que componen la envolvente del edificio por viviendas.

Características generales de los cerramientos							
Tipo	Cerramiento	Vivienda	Dimensiones (m)	Nº de huecos	Superficie (m <sup>2</sup> )	% de Marco	U
T 1	Fachada Noreste y Sudoeste	Tipo 1 y 2	0,80 x 1	3+3	4,8	30	Conocido
T 2	Fachada Sudeste	Tipo 1, 2 y 3	0,80 x 1,5	4+4	9,6	30	Conocido
T 3	Fachada Sudeste	Tipo 1, 2 y 3	0,80 x 1,30	8	8,32	30	Conocido
T 4	Fachada Sudeste	Tipo 1 y 2	1,60 x 1,30	6	12,48	30	Conocido
T 5	Fachada Sudeste	Tipo 1, 2 y 3	0,80 x 0,70	8	4,48	30	Conocido
T 6	Fachada Sudeste	Vivienda de 1ª y 2ª planta	2,80 x 1,65	4	18,48	20	Conocido
T 7	Fachada Sudeste	Tipo 3	1,15 x 1,70	2	3,91	35	Conocido
T 8	Fachada Sudeste	Tipo 3	1,35 x 1,05	2	2,84	35	Conocido
T 9	Fachada Sudeste	Bajos	1 x 0,80	2	1,6	30	Conocido
T 10	Fachada Sudeste	Bajos	0,70 x 1,90	2	2,66	35	Conocido
T 11	Fachada Noroeste	Tipo 1, 2 y 3	1,60 x 2	8	25,6	20	Conocido
T 12	Fachada Noroeste	Tipo 1 y 2	1,60 x 1,30	6	12,48	20	Conocido
T 13	Fachada Noroeste	Tipo 1, 2 y 3	3,10 x 2	7	43,4	20	Conocido
T 14	Fachada Noroeste	Tipo 1	3,80 x 1,80	1	6,84	30	Conocido

Tabla 8 Huecos de fachadas

Los huecos se pueden introducir uno a uno, o bien creando una superficie equivalente igual al sumatorio de superficies.

Las dimensiones de cada hueco deben incluir tanto la parte semitransparente como la carpintería.

El porcentaje de marco de la ventana deberá considerar toda la carpintería del hueco, incluyendo sus perfiles fijos.

En cuanto a las propiedades térmicas también son las mismas para todos los huecos.

Propiedades térmicas de los huecos				
U vidrio	g vidrio	U marco	Adsortividad marco	Permeabilidad
Vidrio doble		Metálico	Blanco	Estanco
3,3	0,76	4	0,3	50

Tabla 9 Propiedades térmicas ventanas

Si la ventana tiene dispositivos de protección solar, como en nuestro caso, definiremos:

- Retranqueos para las ventanas T1, T2, T3 y T5:

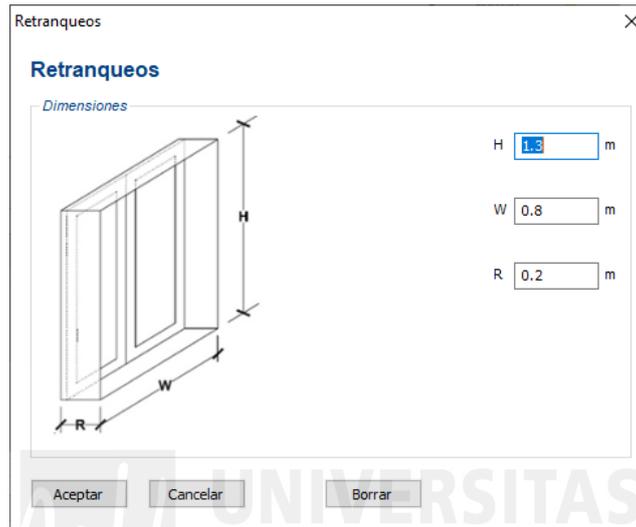


Imagen 29 Retranqueos

- Voladizos para la ventana T4:

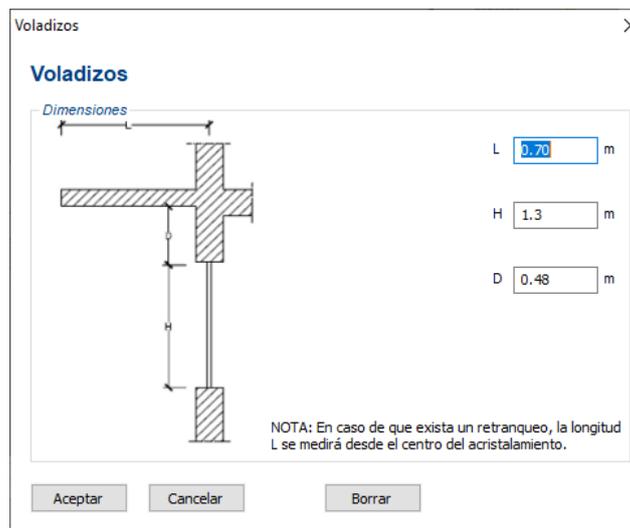


Imagen 30 Voladizos

Por ultimo definiremos el patrón de sombras para las balconadas de la fachada sureste, que afectan a las ventanas T11, T12 y T13. Tendremos en cuenta que la vivienda Tipo 1 tiene menos superficie de balcón.

Factor de sombra en el balcón de vivienda Tipo 1 se ha calculado según:

- Longitud de la fachada de balcón 5m
- Retranqueo 1,73m
- Altura 2,5m

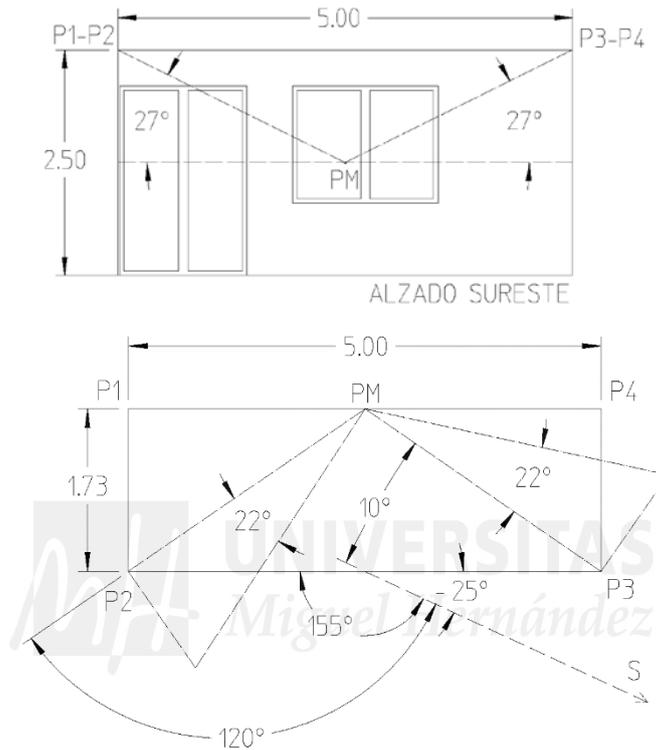


Imagen 31 Factor de sombra en fachada sureste V1

Posición angular	Puntos	Ángulo horizontal Acimut ( $\alpha$ )	Ángulo de elevación ( $\beta$ )
Fachada lateral izquierda	P1	155°	27°
	P2	120°	22°
Fachada lateral izquierda	P3	9,7°	22°
	P4	-25°	27°
Techo	P1	155°	90°
	P2	120°	22°
	P3	9,7°	22°
	P4	-25°	90°

Tabla 10 Factor de sombra VIVIENDA 1

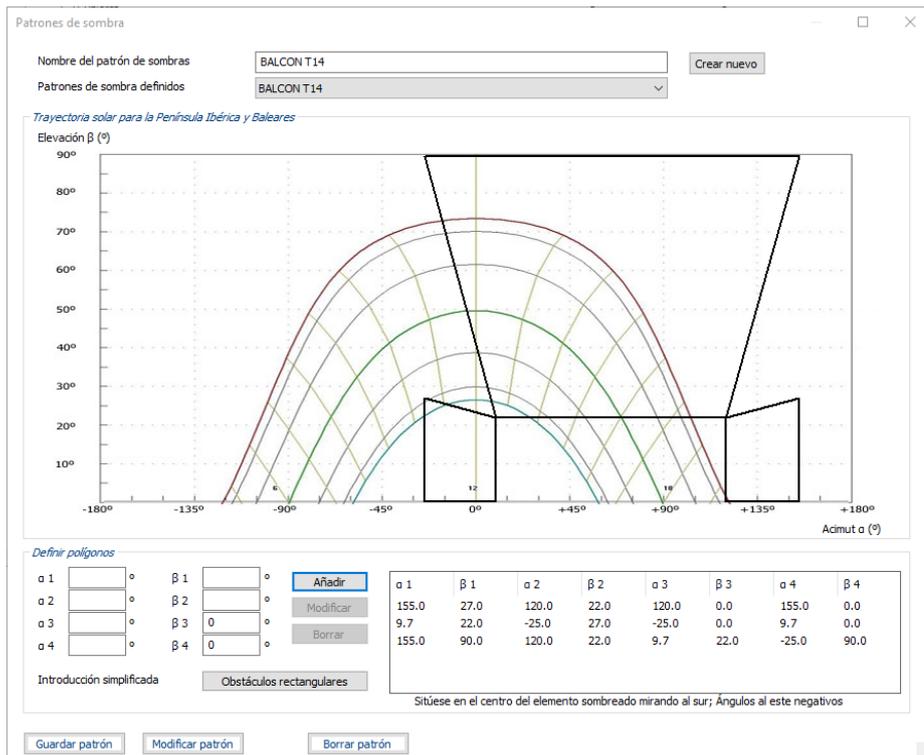


Imagen 32 Introducción del factor de sombra V1

Factor de sombra en el balcón de vivienda Tipo 2 y 4 se ha calculado según:

- Longitud de la fachada de balcón 9m
- Retranqueo 1,73m
- Altura 2,5m

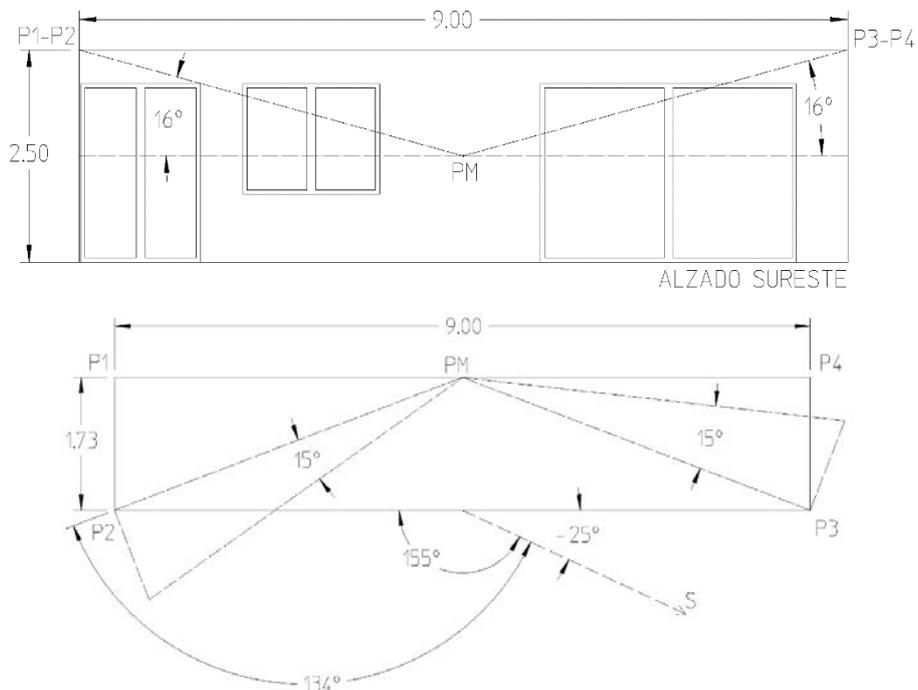


Imagen 33 Factor de sombra en fachada sureste V2 y V4

Posición angular	Puntos	Ángulo horizontal Acimut ( $\alpha$ )	Ángulo de elevación ( $\beta$ )
Fachada lateral izquierda	P1	155°	15,5°
	P2	120°	14,5°
Fachada lateral izquierda	P3	9,7°	15,5°
	P4	-25°	14,5°
Techo	P1	155°	90°
	P2	120°	14,5°
	P3	9,7°	14,5°
	P4	-25°	90°

Tabla 11 Factor de sombra VIVIENDA 2 y 4

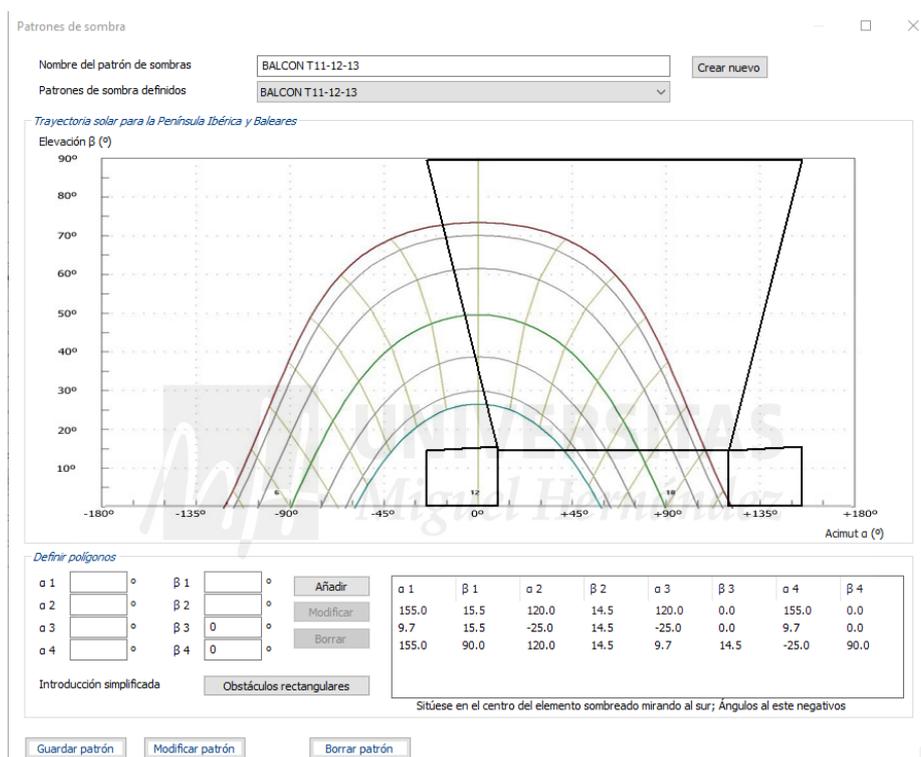


Imagen 34 Introducción del factor de sombra V2 y V4

#### 4.2.3.3. Particiones interiores en contacto con espacios no habitables

Esta partición corresponde al forjado en contacto con garajes, sabemos según proyecto que el forjado en contacto con las zonas de garaje/almacenamiento es unidireccional cerámico de 30 cm de espesor, con lo cual la transmitancia térmica es de 0,61 W/m<sup>2</sup>K.

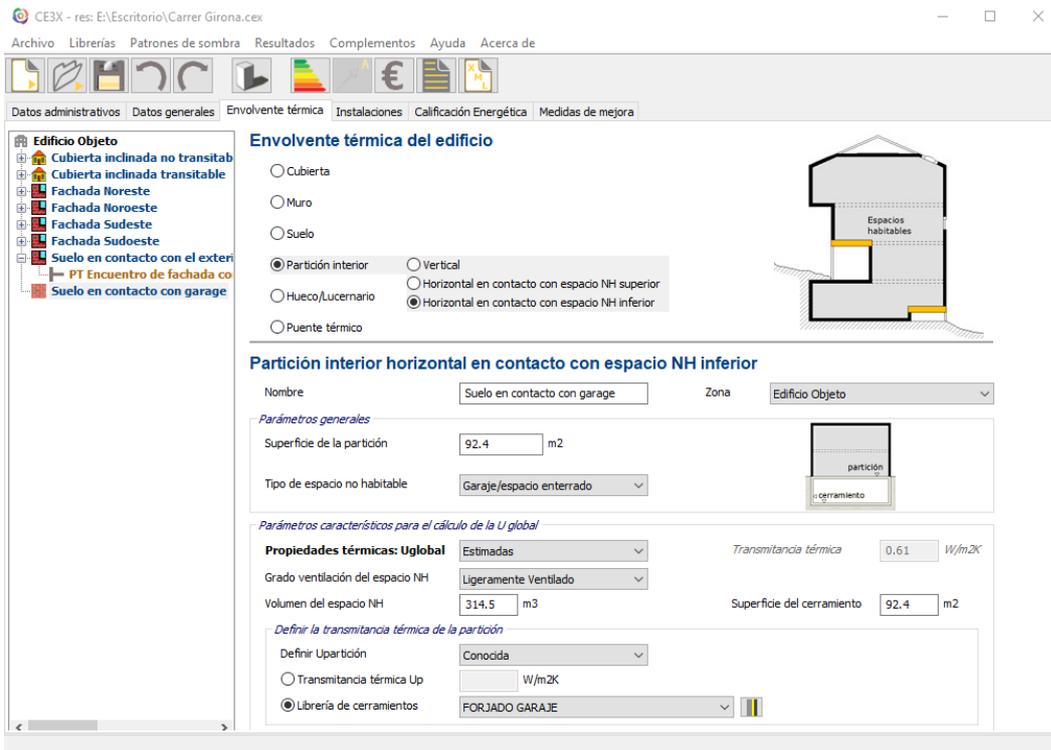


Imagen 35 Forjado en contacto con garajes

#### 4.2.3.4. Introducción del puente térmico

Una vez introducidos todos los datos de la envolvente térmica de las viviendas definimos los puentes térmicos existentes en el edificio, se definen “por defecto”.

Observando los planos del edificio y la información obtenida de la inspección ocular, detectamos los siguientes puentes térmicos:

- Pilares integrados en fachada
- Contorno de huecos
- Caja de persianas
- Encuentro de fachada con forjado
- Encuentro de fachada con cubierta
- Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire

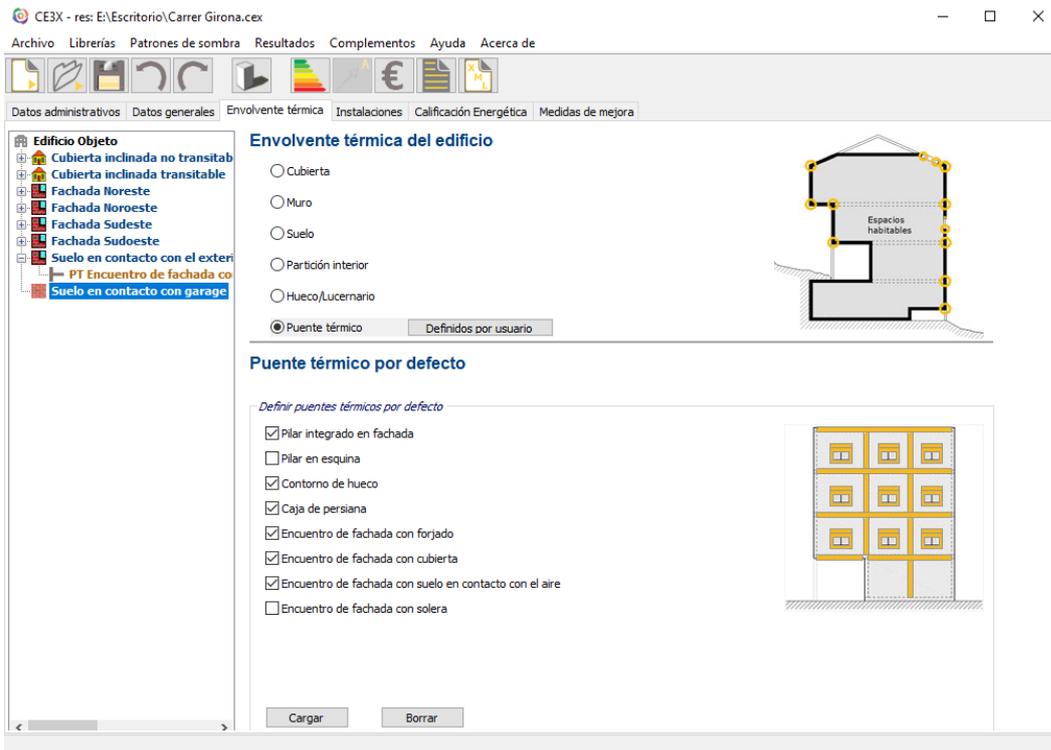


Imagen 36 Envlovente térmica del edificio

Conviene hacer un repaso de los diferentes puentes que crea la herramienta y sus longitudes, ya que el edificio original puede tener alguno más o alguno menos de los estimados y pueden diferir las longitudes consideradas.

El Documento de obtención de datos y valores por defecto recoge las hipótesis de partida que establece la herramienta CE3X.

Cerramientos	Puente térmico asociado	Longitud (m)	Valor (w/mK)
Cubierta inclinada no transitable	Encuentro de fachada con cubierta	56	0,49
Cubierta inclinada transitable	Encuentro de fachada con cubierta	51	0,49
Fachada Noreste	Pilar integrado en fachada	21,2	0,94
	Encuentro de fachada con forjado	28,4	1,1
	Contorno de huecos T1	10,8	0,55
	Contorno de huecos T2	18,4	0,55
	Caja de persiana T2	3,2	1,49
Fachada Noroeste	Pilar integrado en fachada	13,5	0,4
	Encuentro de fachada con voladizo	66	1,1
	Contorno de huecos T11	57,6	0,55
	Caja de persiana T11	9,6	1,49
	Contorno de huecos T12	34,8	0,55
	Caja de persiana T12	9,6	1,49
	Contorno de huecos T13	71,4	0,55
	Caja de persiana T13	15,5	1,49
Fachada Sudeste	Encuentro de fachada con forjado	66	1,1
	Contorno de huecos T3	33,6	0,55
	Caja de persiana T3	6,4	1,49
	Contorno de huecos T4	34,8	0,55
	Caja de persiana T4	9,6	1,49
	Contorno de huecos T5	24	0,55
	Contorno de huecos T6	35,6	0,55
	Contorno de huecos T7	11,4	0,55
	Contorno de huecos T8	9,6	0,55
	Caja de persiana T8	2,7	1,49
	Contorno de huecos T9	7,2	0,55
	Contorno de huecos T10	10,4	0,55
Fachada Sudoeste	Pilar integrado en fachada	13,5	0,4
	Encuentro de fachada con forjado	28,4	1,1
	Contorno de huecos T1	10,8	0,55
	Contorno de huecos T2	18,4	0,55
	Caja de persiana T2	3,2	1,496
Suelo en contacto con el exterior	Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire	32,4	0,37

Tabla 12 Puente térmico

#### 4.2.3.5. Introducción de instalaciones del edificio

Introducen los datos de las instalaciones existentes en el edificio. El edificio consta de 8 viviendas, con instalaciones de calefacción y ACS de equipo mixto de Gas Natural. El rendimiento se ha extraído del modelo proporcionado en una de las inspecciones del edificio.

Las características corresponden a calderas particulares Junker, de cámara de combustión estanca, modelo ZE/ZWE 24-3, de potencia nominal 24 kW.

**Instalaciones del edificio**

Equipo de ACS
  Contribuciones energéticas

Equipo de sólo calefacción

Equipo de sólo refrigeración

Equipo de calefacción y refrigeración

Equipo mixto de calefacción y ACS

Equipo mixto de calefacción, refrigeración y ACS

---

**Equipo mixto de calefacción y ACS**

Nombre:  Zona:

**Características**

Tipo de generador:

Tipo de combustible:

**Demanda cubierta**

	ACS	Calefacción
Superficie (m2)	542.0	474.25
Porcentaje (%)	100	87.5

**Rendimiento medio estacional**

Rendimiento estacional:  Rendimiento medio estacional (ACS y Calefacción):  %

Potencia nominal:  kW

Carga media real Bomb:  ?

Rendimiento de combustión:  %

Aislamiento de la caldera:

Con Acumulación

Zonas:

Añadir Modificar Borrar Vista clásica

Imagen 37 Instalaciones del edificio

Para proceder a la calificación energética, queda por calcular la demanda diaria de ACS. Tratándose de un edificio de 8 viviendas, con 3 viviendas de 2 habitaciones, 1 vivienda de 4 habitaciones y 4 viviendas de 3 habitaciones podremos calcular con la Sección HE-4 del CTE, Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria.

Donde calcularemos la demanda según las siguientes tablas:

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

- 5 En los edificios de viviendas multifamiliares se utilizará el factor de centralización correspondiente al número de viviendas del edificio que multiplicará la demanda diaria de agua caliente sanitaria a 60 °C calculada.

Tabla 4.3. Valor del factor de centralización

Nº viviendas	N≤3	4≤N≤10	11≤N≤20	21≤N≤50	51≤N≤75	76≤N≤100	N≥101
Factor de centralización	1	0,95	0,90	0,85	0,80	0,75	0,70

Imagen 38 Tabla de valores de ocupación y centralización CTE- HE4

Tendremos un total de 30 personas según los valores mínimos de ocupación para el edificio en cuestión. Con la siguiente tabla de demanda de referencia, calculamos la demanda diaria.

Tabla 4.1. Demanda de referencia a 60 °C<sup>(1)</sup>

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

Imagen 39 Demanda de referencia CTE-HE4

Aplicando una demanda de 28l/día-unidad, obtenemos una demanda:

$$D = 30 \text{ personas} * 28\text{l}/(\text{día} * \text{unidad}) * 0,95 = 798 \text{ l/día}$$

### 4.3. Obtención de la calificación energética

En este punto es donde se procede a calificar el inmueble según los datos introducidos anteriormente.

El resultado nos muestra la calificación de todo el edificio, además nos indica las necesidades de calefacción y refrigeración del mismo certificado a lo largo del año, para unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación.

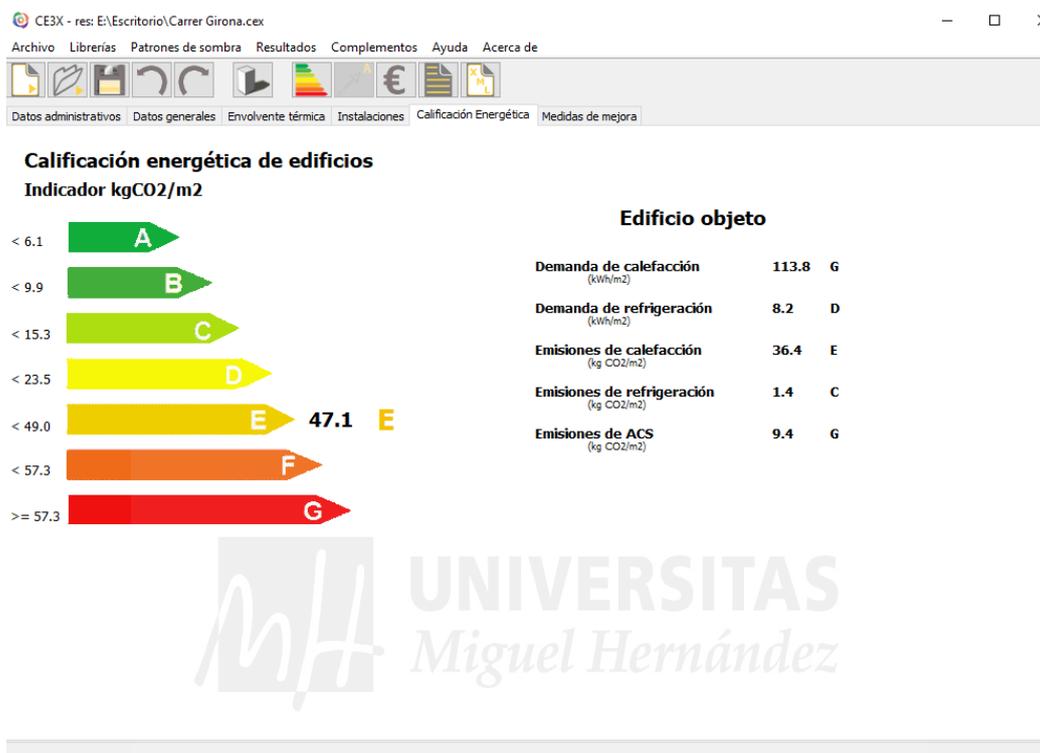


Imagen 40 Calificación energética del edificio

También nos indica las emisiones de calefacción, refrigeración y ACS, según la demanda y la eficiencia de las instalaciones a lo largo del año.

### 4.4. Definición de las medidas de mejora

Las medidas de mejora tienen como objetivo mejorar al menos, en uno o dos niveles, la calificación energética del inmueble, proponiendo actuaciones sobre la envolvente térmica, las instalaciones térmicas y/o la instalación de iluminación.

Las medidas planteadas para la mejora se realizan principalmente en la incorporación de sistema de energía solar térmica para cubrir el 40% de ACS y calefacción.

Cuadro incluir Contribuciones Energéticas

### Medida de mejora de las contribuciones energéticas

Nombre  Zona

Fuentes de energía renovable

Porcentaje de demanda de ACS cubierto  %

Porcentaje de demanda de calefacción cubierto  %

Porcentaje de demanda de refrigeración cubierto  %

Generación electricidad mediante renovables / Cogeneración

Energía eléctrica generada para autoconsumo  kWh/año Energía consumida  kWh/año

Calor recuperado para ACS  kWh/año Tipo de combustible

Calor recuperado para calefacción  kWh/año

Frío recuperado  kWh/año

Imagen 41 Medidas de mejora

También se propone colocar en fachada un aislamiento térmico NEOPOR de Poliestireno Expandido 10 cm, con esta medida se reduce la conductividad térmica de las fachadas a 0.29 W/m<sup>2</sup>K.

Medida de mejora en el aislamiento térmico

### Medida de mejora en el aislamiento térmico

Nombre

Seleccionar elementos de la envolvente donde se mejora el aislamiento térmico

Fachada  por el exterior

Cubierta  por el interior

Suelo

Partición interior

Definición de las nuevas características de los cerramientos

Nuevo valor de transmitancia térmica U  W/m<sup>2</sup>K

Características del aislamiento añadido λ  W/mK Espesor  m

Definición del nuevo valor de φ de los puentes térmicos

Pilar integrado en fachada φ  W/mK

Pilar en esquina φ  W/mK

Contorno de hueco φ  W/mK

Caja de persiana φ  W/mK

Encuentro de fachada con forjado φ  W/mK

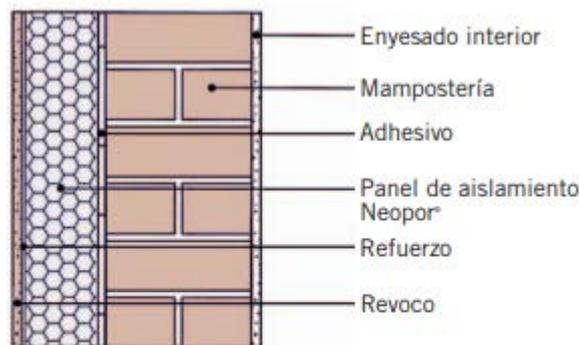
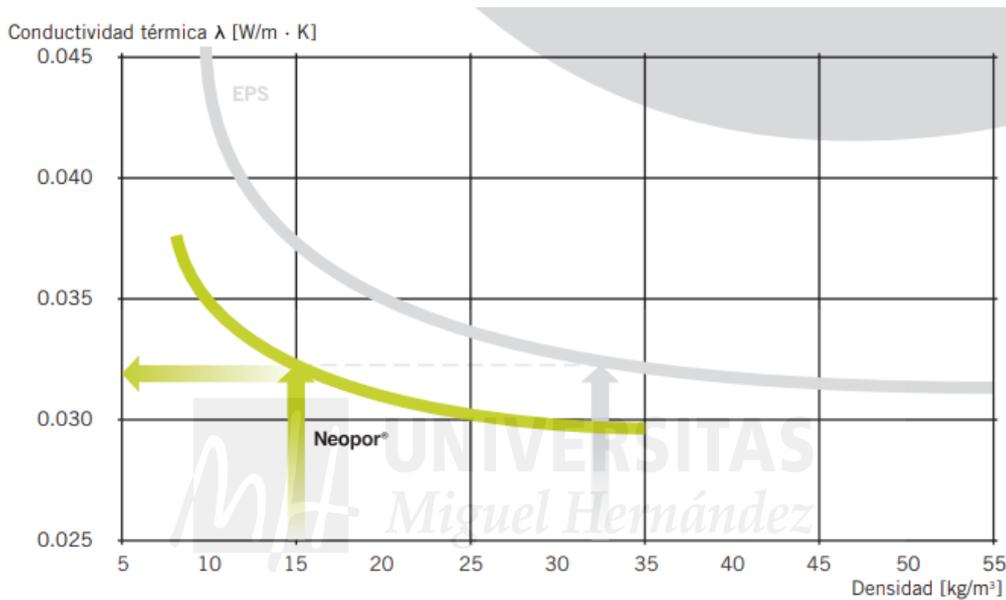
Encuentro de fachada con cubierta φ  W/mK

Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire φ  W/mK

Imagen 42 Medidas de mejora del aislamiento de fachadas

El Neopor consiste básicamente en que las partículas negras, en forma de perlas, se transforman en una espuma rígida color granito, que tiene capacidad de aislamiento térmico considerablemente mayor que la de los materiales de aislamiento EPS usuales, especialmente en la gama de densidades aparentemente bajas. Esto es, se obtiene el mismo aislamiento con una cantidad claramente menor de materia prima o menor grosor de material aislante.

Las ventajas referentes a la técnica de aplicación que resultan de la menor densidad aparente y de la excelente capacidad de aislamiento de las espumas rígidas abren nuevos campos de aplicación y permiten encontrar soluciones de aislamiento económicas. Esto es de suma importancia sobre todo en vista de las exigencias cada vez mayores en cuanto al aislamiento térmico en la construcción.



**Gráfico 12.**  
Sistema de aislamiento  
térmico compuesto con  
paneles de aislamiento  
Neopor

*Imagen 43 NEOPOR comparación con EPS normal*

Por último, se propone mejorar la estanqueidad de las ventanas, mejorando su permeabilidad a 9m<sup>3</sup>/hm<sup>2</sup> a 100Pa. Básicamente lo que se propone es un sellado de todos los vidrios de ventanas.

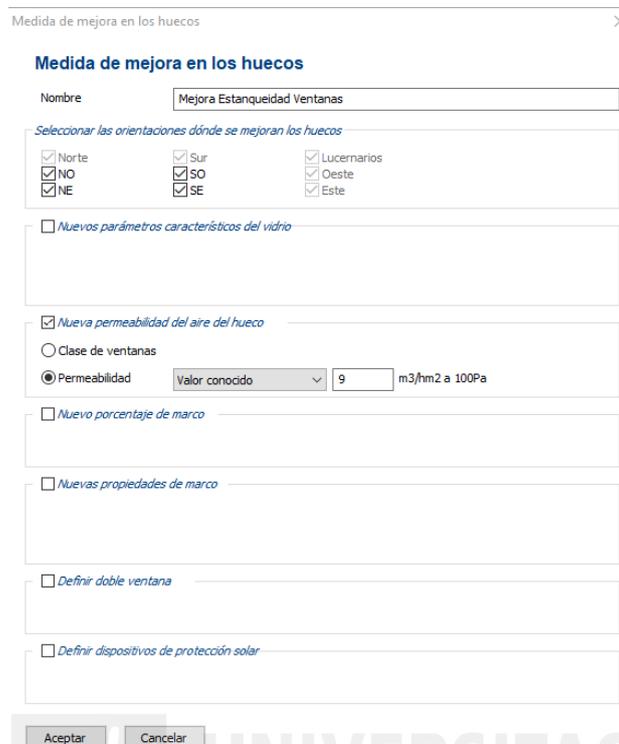


Imagen 44 Mejoras de la estanqueidad

#### 4.5. Análisis económico de las medidas de mejora

A falta de facturas energéticas, el análisis se realizará a partir de la estimación teórica de demandas y consumos del propio programa informático.

Insertamos los datos económicos asociados a los combustibles, en el caso del gas natural hemos considerado 0,039€/kWh y para la electricidad 0,18€/kWh. En la pestaña coste de las medidas insertamos los costes considerados para cada medida:

Medida	Vida Útil (años)	Coste de la medida (€)	Incremento de coste anual (€)
Aislamiento de fachadas	50	14.400	0
Mejora de la estanqueidad de ventanas	50	3.000	0
Incorporación de acumulador solar térmico	15	6.000	0

Tabla 13 Análisis económico

Para realizar un cálculo estimado del coste de las medidas de mejora, se extrajeron los precios de aislamiento y sellado del banco de precios BEDEC. Para la estimación del precio de la instalación de acumuladores de energía solar térmica se consultó el presupuesto con una empresa on-line.

Base de datos: BEDEC 2018-01(v1) Precios: Barcelona, Rehabilitación, PBL (6% 01, 13% 00, 6% BI, sin IVA); Configuración

K7 > K7C > K7C2 > K7C2\_01 > K7C24C01

**K7C2\_01 - AISLAMIENTO CON PLANCHAS DE POLIESTIRENO EXPANDIDO (EPS)**

K7C24C01 20,69 € / m2

Aislamiento con planchas de poliestireno expandido EPS, de 50 kPa de tensión a la compresión, de 120 mm de espesor, de 2.8 m2.K/W de resistencia térmica, con caras de superficie lisa y canto recto, colocadas no adheridas

**JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

T	Código	Descripción	Precio	Cantidad	Importe
	A0122000	Oficial 1a albañil	23,85000 €/ h x	0,0800 h =	1,90800 €
	A0140000	Peón	19,91000 €/ h x	0,0400 h =	0,79640 €
	B7C24C00	Plancha de poliestireno expandido (EPS), de 120 mm de espesor, de 50 kPa de tensión a la compresión, de 2.8 m2.K/W de resistencia térmica, con una cara lisa y borde recto	13,01000 €/ m2 x	1,0500 m2 =	13,66050 €
	A%AUX001	Gastos auxiliares sobre la mano de obra	2,70440 € / % x	0,0150 % =	0,04057 €
<b>Total</b>					<b>Coste directo 16,40547 € / m2</b> 6 % de gastos indirectos 0,98433 € <b>Coste de ejecución material 17,38980 € / m2</b> 13 % de gastos generales 2,26067 € 6 % de beneficio industrial 1,04339 € <b>Coste base de licitación, sin IVA 20,6939 € / m2</b>

Imagen 45 Precio unitario de aislamiento de fachadas

Base de datos: BEDEC 2018-01(v1) Precios: Barcelona, Rehabilitación, PBL (6% 01, 13% 00, 6% BI, sin IVA); Configuración

E > EC > ECZ > ECZ1 > ECZ1\_01 > ECZ1390A

**ECZ1\_01 - SELLADO DE VIDRIO**

ECZ1390A 7,20 € / m

Sellado de la junta vidrio-aluminio con masilla de poliuretano, monocompente, aplicado con pistola manual con imprimación previa específica

**JUSTIFICACIÓN DE PRECIOS**

T	Código	Descripción	Precio	Cantidad	Importe
	A012E000	Oficial 1a vidriero	23,10000 €/ h x	0,2300 h =	5,3140 €
	B7J50090	Masilla para sellados, de aplicación con pistola, de base poliuretano monocompente	11,61000 € / dm3 x	0,0105 dm3 =	0,12190 €
	B7J21010	Inprimación previa para sellados de masilla de silicona neutra	23,91000 € / dm3 x	0,0074 dm3 =	0,17574 €
	A%AUX001	Gastos auxiliares sobre la mano de obra	5,33140 € / % x	0,0150 % =	0,07997 €
<b>Total</b>					<b>Coste directo 5,70901 € / m</b> 8 % de gastos indirectos 0,34254 € <b>Coste de ejecución material 6,05155 € / m</b> 13 % de gastos generales 0,78670 € 6 % de beneficio industrial 0,36309 € <b>Coste base de licitación, sin IVA 7,2013 € / m</b>

Imagen 46 Precio unitario de sellado de ventanas

En la pestaña de resultados aparece el VAN (Valor Actual Neto) y el plazo de amortización que son calculados por el programa.

Resultado del análisis económico		
Medida	Años-Amortización simple Análisis teórico	VAN (€) Teórico
En conjunto	14,9	42.456,5

Tabla 14 Resultado el análisis económico

#### 4.6. Generación del certificado de eficiencia energética

Por último, generamos el informe de certificación del edificio en cuestión, en el cual aparecerá un resumen de los datos introducidos en el programa y los resultados obtenidos.

La documentación que mostrará el informe será (Anexos):

La relación de datos generales y administrativos relativos al edificio que se está certificando y que lo identifica y diferencia del resto.

Se mostrará la etiqueta de calificación energética del edificio existente con los valores de demandas y de emisiones con su configuración actual.

En el Anexo I describe las características energéticas del edificio, como superficie, situación, imagen, también hace una descripción de los cerramientos opacos con su transmitancia, huecos con sus características y las instalaciones

En el Anexo II aparece la calificación energética del edificio así como la calificación parcial de la demanda energética en calefacción y refrigeración y calificación parcial del consumo de energía primaria.

En el Anexo III está la descripción de la mejora propuesta así como los resultados en cuanto a la eficiencia energética.

En el Anexo IV se describen las pruebas y comprobaciones realizadas en 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.

## 5. CONCLUSIONES

Al analizar y descubrir cómo funciona el edificio de estudio, podemos concluir que los resultados son más que aceptables para un edificio que se proyectó en el año 1974 y se materializó en el año 1977, dos años antes de la primera normativa de construcción donde se aplicaban criterios de eficiencia energética. Sin embargo, no podemos perder de vista que se trata de un edificio de hace ya 41 años, con lo cual es evidente la necesidad de una rehabilitación y adaptación a las exigencias actuales.

Según los datos obtenidos con el software CEX v2.3, la calificación del inmueble es:

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES					
Calificación global (kCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)	Demandas (kWh/m <sup>2</sup> año)		Emisiones /kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año)		
	Calefacción	Refrigeración	Calefacción	Refrigeración	ACS
47,1 E	113,8 G	8,2 D	36,37 E	1,35 C	9,36 G

Tabla 15 Resultado calificación energética del edificio en emisiones

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA			
Consumo global (kgWh/m <sup>2</sup> año)	Consumo (kg kWh /m <sup>2</sup> año)		
	Calefacción	Refrigeración	ACS
224 F	171,77 E	7,99 D	44,21 G

Tabla 16 Resultado calificación energética del edificio en consumo de energía

En esta imagen se puede ver el resultado de la calificación, demandas y emisiones, así como el consumo global de energía primaria.

Con las medidas de mejora la calificación del edificio nota una mejoría en cuanto a las emisiones y demandas globales, obteniendo una calificación en cuanto a emisiones globales, de una calificación media E a una calificación D y una mejoría de calificación respecto a consumo global de una F a una D. Los resultados obtenidos son remarcables, pero aun distan de la realidad que se demanda para eficiencia energética en los edificios nuevos como en los rehabilitados.

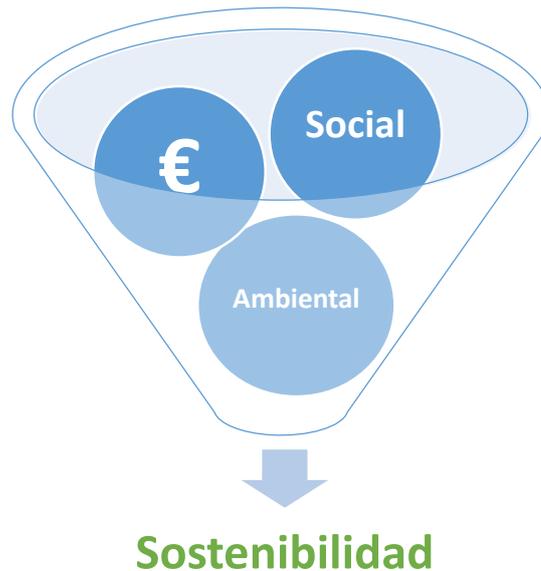
Ocho de cada diez edificios españoles tienen una certificación energética de E o menos, según el último informe del Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía (IDAE), con este titular no podremos augurar un futuro sostenible para nuestro país, dado que el sector de la edificación es el consumidor de energía número uno, seguido por la industria y el transporte, por lo que lleva a ser el causante de producir la mayor cantidad de CO<sub>2</sub>, uno de los llamados "gases invernadero", repercutiendo en el medio ambiente.

Si en nuestro día a día, vivimos, estudiamos y trabajamos la mayor parte de nuestro tiempo en edificios, porqué es tan difícil adquirir una conciencia energética de los que nos rodea. Esta es una reflexión que como técnicos debemos plantearnos antes de construir o rehabilitar cualquier tipo de inmueble.

Para que un edificio sea eficiente en términos energéticos debemos tener en cuenta los siguientes aspectos:

1. Reducción de la demanda energética: teniendo en cuenta medidas pasivas de ahorro energético, realizando un tratamiento correcto de la envolvente del edificio ya que es por la 'piel' del edificio por donde se dan las mayores pérdidas energéticas.
2. La eficiencia energética de las instalaciones: Las instalaciones térmicas de un edificio son a su vez su gran fuente de consumo, con lo cual implementando sistemas de instalaciones más eficaces desde luego que aumentaremos la eficiencia energética.
3. Implantar energías renovables y sostenibles con el medio ambiente: La importancia de reducir los consumos de fuentes de energía fósiles como el gasóleo o gas (tradicionalmente utilizadas en el sector residencial) está en su poder contaminante. Por lo tanto, se deben reducir al máximo su uso con la incorporación de sistemas de producción auxiliar mediante energías renovables.
4. Construir de manera sostenible tanto a nivel económico como social y ambiental. Porque no todo es energía en los edificios, además de las consideraciones energéticas tenemos en cuenta otros aspectos de tipo medioambiental, social y económico que no están ligados a los conceptos de eficiencia energética pero que tienen un carácter ecológico y de sostenibilidad que permiten aportar un valor añadido a la edificación residencial, aunando calidad y eficacia a largo plazo a un coste asumible. Consideraciones que se tienen en cuenta:

- Iluminación natural
- Calidad del aire interior
- Salud y bienestar
- Zonificación térmica
- Aislamiento acústico
- Viviendas adaptadas a las necesidades del cliente
- Gestión y reciclaje del agua
- Utilización de materiales reciclables y/o de bajo impacto ambiental
- Gestión de residuos
- Guía del usuario de la vivienda



*Gráfico 4 Construcción sostenible*

De último punto, podemos extraer un concepto nuevo de certificación de eficiencia, que pondremos como ejemplo.

Éste proviene de la certificación americana: LEED, el cual consta de cuatro niveles de certificación para edificios sostenibles en función del cumplimiento de 69 créditos:

- Sostenible, 26-32 créditos.
- Nivel plata, 33-38 créditos.
- Nivel oro, 39-51 créditos.
- Nivel platino, 52-69 créditos.

Básicamente, podríamos extraer unas medidas a tener en cuenta para conseguir que un edificio adquiera la propiedad de sostenible:

- Desde el punto de vista urbanístico, el ecourbanismo hace referencia a la disposición de los edificios para aprovechar la captación solar, la orientación oeste sur, sistema de arbolado que favorece las condiciones envolventes, inclusión de especies autóctonas que permiten ahorrar en consumo, incluir tecnologías leds, separación de residuos y aprovechamiento de compost, integración con el entorno.
- Respecto a la piel del inmueble, intentar incluir diseños compactos, favorecer la ventilación natural, edificación modular y diáfana, cubiertas reflectantes, impermeabilización con fibras naturales, acristalamiento de máxima eficiencia, correcto diseño de los huecos, tener en cuenta pigmentos de revestimiento según la zona climática, incluir zonas ajardinadas, aprovechar superficie de cubiertas para captación de energía para generar electricidad, calefacción, ACS y porque no sobras.

- Si hablamos de climatización: centralización de la calefacción y refrigeración, calderas de alto rendimiento, bombas de circulación y ventiladores de buen rendimiento, sistemas de recirculación natural del aire y recuperación del calor, uso de free-cooling, incorporación de equipos de energía geotérmica.
- En cuanto a la iluminación: incorporar tecnología led, sectorizar e incorporar detectores de presencia y domótica.
- Si hacemos referencia a la hidroeficiencia, podremos incorporar riego automático, sensores de humedad, mecanismos de ahorro como reutilización de aguas residuales, aprovechamiento de aguas pluviales y depuración de aguas.
- En cuanto a la utilización de materiales constructivos, nos decantaremos por los que tienen sello de calidad medioambiental, por materiales autóctonos (reducción de emisiones por transporte), utilización de elementos modulare y prefabricados, por último, pinturas y sellantes ecológicos.

Como podemos ver, y tal como se ha mencionado anteriormente en este estudio, un edificio sostenible no tiene porqué ser exclusivamente el que consume poca energía, si no debe respetar el medioambiente y a la sociedad que hace uso del mismo. Tenemos en nuestras manos todas las herramientas para hacer realidad lo que parece una utopía. Lo que es cierto es que nos encontramos a la cola de Europa en temas de eficiencia energética, dado que el camino ya ha comenzado, debemos emprender el viaje a pasos agigantados para estar a la altura de las exigencias que nos impone, no la normativa, si no nuestro planeta.



## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1- Escala de calificación energética. Obtenido de [http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos\\_11261\\_EscalaCalifEnerg\\_EdifExistentes\\_2011\\_accesible\\_c762988d.pdf](http://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_11261_EscalaCalifEnerg_EdifExistentes_2011_accesible_c762988d.pdf)
- 2- Transmitancias Obtenido de. [http://www.coavn.org/coavn/cte/cursonavarra/04\\_dbhe1\\_aplicacion\\_practica\\_plurifamiliar.pdf](http://www.coavn.org/coavn/cte/cursonavarra/04_dbhe1_aplicacion_practica_plurifamiliar.pdf)
- 3- Edificio completo de viviendas ejemplo de certificación energética. Obtenido de <https://www.certificadosenergeticos.com/edificio-completo-viviendas-ejemplo-certificacion-energetica>
- 4- Gestión de la eficiencia energética. Obtenido de <http://beenergy.es/sites/default/files/boletin/boletin52/6.pdf>
- 5- Manual de usuario CE3X. Obtenido de [http://www6.mityc.es/aplicaciones/CE3X/Manual\\_usuario%20CE3X\\_05.pdf](http://www6.mityc.es/aplicaciones/CE3X/Manual_usuario%20CE3X_05.pdf)
- 6- Normativa eficiencia energética. Obtenido de <https://www.efenergia.com/legislacion-eficiencia-energetica/espana/>
- 7- Guía para el desarrollo de normativa local en la lucha contra el cambio climático Obtenido de <http://www.famp.es/export/sites/famp/.galleries/documentos-lab-eficiencia-energetica-guias/GUIA-2.pdf>
- 8- Normativa de eficiencia energética en España .M<sup>a</sup> Teresa Velasco Rincón. Obtenido de <https://www.enerclub.es/file/iQ7UsRREKr6aO5HqdVh60g>
- 9- España en cifras 2017 Obtenido de [https://www.ine.es/prodyser/espa\\_cifras/2017/index.html#39](https://www.ine.es/prodyser/espa_cifras/2017/index.html#39)
- 10- Puentes Térmicos. Obtenido de <https://www.certificadosenergeticos.com/ejemplo-introduccion-puentes-termicos-ce3x>
- 11- Patrón de sombras. Obtenido de <https://ovacen.com/calculo-patron-de-sombra-balcon/>
- 12- Certificado de eficiencia energética. Obtenido de <https://www.fotocasa.es/blog/hogar/energia/en-que-consiste-el-certificado-de-eficiencia-energetica/>
- 13- Neopor. Obtenido de [http://www.praxsa.es/docs/PRA\\_NEOPOR\\_folleto.pdf](http://www.praxsa.es/docs/PRA_NEOPOR_folleto.pdf)
- 14- Aislamiento. Obtenido de <https://metabase.itec.cat/vid/es/bedec/>
- 15- Descarga programa CE3X. Obtenido de <https://www.efinova.es/CE3X>
- 16- Producción interior de energía primaria y su consumo 2015. Obtenido de España en cifras 2017
- 17- Porcentaje de consumo de energía renovable sobre el consumo energético final bruto. Obtenido de Instituto de Estadística de Cataluña
- 18- Partes de las que consta una central hidroeléctrica. Obtenido de Wikipedia User:Tomia - File:Hydroelectric dam.svg

- 19- Generador mareomotriz. Obtenido de <http://www.areatecnologia.com>
- 20- Funcionamiento de un generador undimotriz. Obtenido de <http://energiamalu.blogspot.com>
- 21- Partes de las que consta un aerogenerador. Obtenido de <https://tecnoblogsanmartin.wordpress.com>
- 22- Capacidad instalada de energía fotovoltaica en España. Obtenido de Wikipedia: Energía solar en España, autor Ortisa
- 23- Funcionamiento de la energía solar pasiva en el hogar. Obtenido de Casa solar pasiva, <http://vivirhogar.republica.com/ingenieria>
- 24- Colector solar. Obtenido de Energía solar pasiva, [www.dforcesolar.com](http://www.dforcesolar.com)
- 25- Modelo de etiqueta energética para edificios. Obtenido de [www.mincotur.gob.es](http://www.mincotur.gob.es)
- 26- Localización de la parcela. Obtenido de registro catastral
- 27- Climograma anual del Masnou. Obtenido de [es.climate-data.org](http://es.climate-data.org)
- 28- Promedio de datos meteorológicos. Obtenido de NOAA [ncdc.noaa.gov](http://ncdc.noaa.gov)
- 29- CTE-HE (2017). Documento Básico HE Ahorro de Energía. Obtenido de <https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-ahorro-energia.html>
- 30- Marco normativo. Obtenido de <https://www.boe.es>
- 31- Edificio sostenible. Obtenido de <http://www.morphestudio.es/edificios-sostenibles-y-energeticamente-eficientes/>
- 32- Eficiencia energética en España. Obtenido de <https://www.20minutos.es/noticia/2714147/0/edificios-espana/eficiencia-energetica/vivienda-electrodomesticos/#xtor=AD-15&xts=467263>
- 33- Edificio sostenible. Obtenido de <https://revistadigital.inesem.es/gestion-integrada/caracteristicas-edificio-sostenible/>

## 7. ANEXOS

### Anexo I. Certificado de Eficiencia Energética de las viviendas



# CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

## IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Comunidad de propietarios del bloque de viviendas c/Girona 35-37		
Dirección	Calle Girona, 35-37		
Municipio	El Masnou	Código Postal	08320
Provincia	Barcelona	Comunidad Autónoma	Cataluña
Zona climática	C2	Año construcción	1977
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	Anterior a la NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	3732004DF4933S		

## Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:

<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción	<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente
<ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Vivienda                             <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Unifamiliar</li> <li><input checked="" type="radio"/> Bloque                                     <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> Bloque completo</li> <li><input type="radio"/> Vivienda individual</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Terciario                             <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Edificio completo</li> <li><input type="radio"/> Local</li> </ul> </li> </ul>

## DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Laura Leticia Silva Gandola	NIF(NIE)	48627832J
Razón social	Laur SILVA	NIF	48627832J
Domicilio	Calle Girona 35, 2ndo - 1a		
Municipio	El Masnou	Código Postal	08320
Provincia	Barcelona	Comunidad Autónoma	Cataluña
e-mail:	laugrand@gmail.com	Teléfono	647243866
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniería Civil		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

## CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año]

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: 02/12/2018

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

<b>Superficie habitable [m<sup>2</sup>]</b>	542.0
---	-------



## 2. ENVOLVENTE TÉRMICA

### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Modo de obtención
Cubierta inclinada no transitable	Cubierta	132.0	0.68	Conocidas
Cubierta inclinada transitable	Cubierta	77.0	0.68	Conocidas
Fachada Noreste	Fachada	92.45	1.15	Conocidas
Fachada Noroeste	Fachada	160.28	1.15	Conocidas
Fachada Sudeste	Fachada	193.83	1.15	Conocidas
Fachada Sudoeste	Fachada	92.45	1.15	Conocidas
Suelo en contacto con el exterior	Suelo	114.4	1.77	Conocidas
Suelo en contacto con garage	Partición Interior	92.4	0.61	Estimadas

### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
T1 NE	Hueco	2.4	3.51	0.55	Conocido	Conocido
T2 SO	Hueco	4.8	3.51	0.36	Conocido	Conocido
T2 NE	Hueco	4.8	3.51	0.55	Conocido	Conocido
T1 SO	Hueco	2.4	3.51	0.26	Conocido	Conocido
T3	Hueco	8.32	3.51	0.36	Conocido	Conocido
T4	Hueco	12.48	3.51	0.45	Conocido	Conocido
T5	Hueco	4.48	3.51	0.26	Conocido	Conocido
T6	Hueco	18.48	3.51	0.55	Conocido	Conocido
T7	Hueco	3.91	3.54	0.51	Conocido	Conocido
T8	Hueco	2.84	3.54	0.51	Conocido	Conocido

Nombre	Tipo	Superficie [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia [W/m <sup>2</sup> ·K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
T9	Hueco	1.6	3.51	0.55	Conocido	Conocido
T10	Hueco	2.66	3.54	0.51	Conocido	Conocido
T11	Hueco	19.2	3.44	0.62	Conocido	Conocido
T12	Hueco	12.48	3.44	0.62	Conocido	Conocido
T13	Hueco	31.0	3.44	0.62	Conocido	Conocido
T14	Hueco	6.84	3.51	0.55	Conocido	Conocido
T11 ÁTICO	Hueco	6.4	3.44	0.62	Conocido	Conocido
T13 ÁTICO	Hueco	12.4	3.44	0.62	Conocido	Conocido

### 3. INSTALACIONES TÉRMICAS

#### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	77.2	Gas Natural	Estimado
<b>TOTALES</b>	Calefacción				

#### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
<b>TOTALES</b>	Refrigeración				

#### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

<b>Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)</b>	798.0
---	-------

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	77.2	Gas Natural	Estimado
<b>TOTALES</b>	ACS				

## ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C2	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

### 1. CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL	INDICADORES PARCIALES				
	<b>47.1 E</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	E	<i>Emisiones ACS [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	
		36.37		9.36	
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Emisiones globales [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	C	<i>Emisiones iluminación [kgCO<sub>2</sub>/m<sup>2</sup> año]</i>	
		1.35		-	

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

	kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año	kgCO <sub>2</sub> /año
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por consumo eléctrico</i>	1.35	733.19
<i>Emisiones CO<sub>2</sub> por otros combustibles</i>	45.74	24789.03

### 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				
	<b>224.0 F</b>	<b>CALEFACCIÓN</b>		<b>ACS</b>	
		<i>Energía primaria calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	E	<i>Energía primaria ACS [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
		171.77		44.21	
		<b>REFRIGERACIÓN</b>		<b>ILUMINACIÓN</b>	
<i>Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>		<i>Energía primaria refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	D	<i>Energía primaria iluminación [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	
		7.99		-	

### 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.

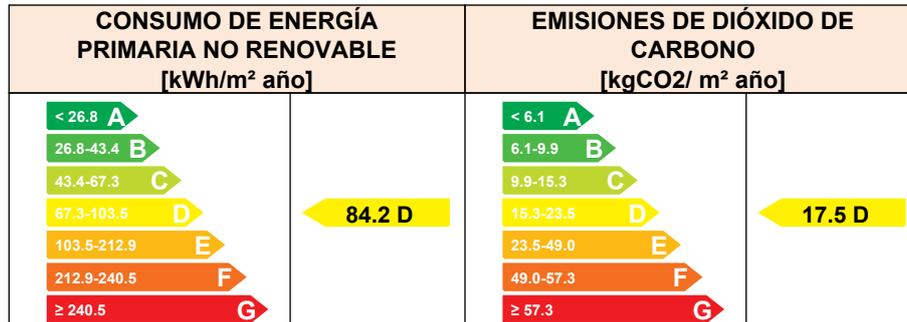
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
<i>Demanda de calefacción [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>	<i>Demanda de refrigeración [kWh/m<sup>2</sup> año]</i>

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

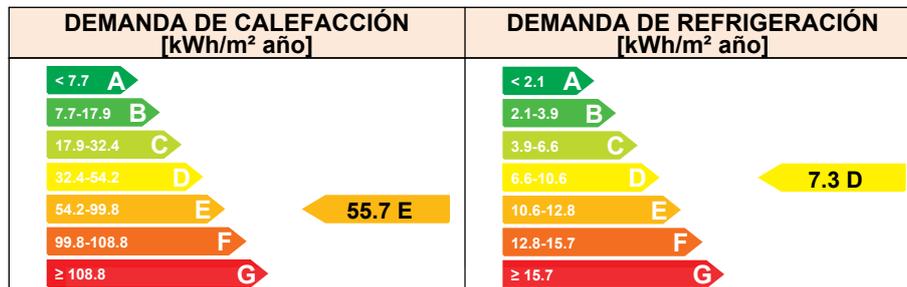
# ANEXO III RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

## Medidas 1

### 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/m <sup>2</sup> año]	42.44	70.6%	3.65	10.6%	22.29	40.0%	-	-%	68.39	63.1%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> año]	50.51 D	70.6%	7.14 D	10.6%	26.52 G	40.0%	-	-%	84.17 D	62.4%
Emisiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	10.70 D	70.6%	1.21 C	10.6%	5.62 F	40.0%	-	-%	17.52 D	62.8%
Demanda [kWh/m <sup>2</sup> año]	55.73 E	51.0%	7.31 D	10.6%						

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 )

Coste estimado de la medida

23400.0 €

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	02/12/2018
--	------------

COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR
--------------------------------------



## Anexo II. Informe descriptivo de las medidas de mejora



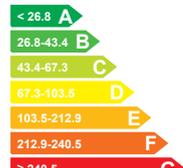
	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	3732004DF4933S	Versión informe asociado	02/12/2018
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	02/12/2018

## Informe descriptivo de la medida de mejora

<b>DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA</b>
Medidas 1

<b>DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA</b>
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos )
<b>Coste estimado de la medida</b> 23400.0 €
Otros datos de interés

### CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m <sup>2</sup> año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO <sub>2</sub> / m <sup>2</sup> año]
	
<b>84.17 D</b>	<b>17.52 D</b>

### CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m <sup>2</sup> año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m <sup>2</sup> año]
	
<b>55.73 E</b>	<b>7.31 D</b>

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>			Ref. Catastral	3732004DF4933S	Versión informe asociado	02/12/2018
	Id. Mejora			Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	02/12/2018

## 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/m <sup>2</sup> año]	42.44	70.6%	3.65	10.6%	22.29	40.0%	-	-%	68.39	63.1%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m <sup>2</sup> año]	50.51	D 70.6%	7.14	D 10.6%	26.52	G 40.0%	-	-%	84.17	D 62.4%
Emissiones de CO <sub>2</sub> [kgCO <sub>2</sub> /m <sup>2</sup> año]	10.70	D 70.6%	1.21	C 10.6%	5.62	F 40.0%	-	-%	17.52	D 62.8%
Demanda [kWh/m <sup>2</sup> año]	55.73	E 51.0%	7.31	D 10.6%						

## ENVOLVENTE TÉRMICA

### Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia actual [W/m <sup>2</sup> K]	Superficie post mejora [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia post mejora [W/m <sup>2</sup> K]
Cubierta inclinada no transitable	Cubierta	132.00	0.68	132.00	0.68
Cubierta inclinada transitable	Cubierta	77.00	0.68	77.00	0.68
Fachada Noreste	Fachada	92.45	1.15	92.45	0.29
Fachada Noroeste	Fachada	160.28	1.15	160.28	0.29
Fachada Sudeste	Fachada	193.83	1.15	193.83	0.29
Fachada Sudoeste	Fachada	92.45	1.15	92.45	0.29
Suelo en contacto con el exterior	Suelo	114.40	1.77	114.40	1.77
Suelo en contacto con garage	Partición Interior	92.40	0.61	92.40	0.61

### Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie actual [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia actual del hueco [W/m <sup>2</sup> K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m <sup>2</sup> K]	Superficie post mejora [m <sup>2</sup> ]	Transmitancia post mejora [W/m <sup>2</sup> K]	Transmitancia post mejora del vidrio [W/m <sup>2</sup> K]
T1 NE	Hueco	2.40	3.51	3.30	2.40	3.51	3.30
T2 SO	Hueco	4.80	3.51	3.30	4.80	3.51	3.30
T2 NE	Hueco	4.80	3.51	3.30	4.80	3.51	3.30
T1 SO	Hueco	2.40	3.51	3.30	2.40	3.51	3.30
T3	Hueco	8.32	3.51	3.30	8.32	3.51	3.30
T4	Hueco	12.48	3.51	3.30	12.48	3.51	3.30
T5	Hueco	4.48	3.51	3.30	4.48	3.51	3.30
T6	Hueco	18.48	3.51	3.30	18.48	3.51	3.30

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	3732004DF4933S	Versión informe asociado	02/12/2018
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	02/12/2018

T7	Hueco	3.91	3.54	3.30	3.91	3.54	3.30
T8	Hueco	2.84	3.54	3.30	2.84	3.54	3.30
T9	Hueco	1.60	3.51	3.30	1.60	3.51	3.30
T10	Hueco	2.66	3.54	3.30	2.66	3.54	3.30
T11	Hueco	19.20	3.44	3.30	19.20	3.44	3.30
T12	Hueco	12.48	3.44	3.30	12.48	3.44	3.30
T13	Hueco	31.00	3.44	3.30	31.00	3.44	3.30
T14	Hueco	6.84	3.51	3.30	6.84	3.51	3.30
T11 ÁTICO	Hueco	6.40	3.44	3.30	6.40	3.44	3.30
T13 ÁTICO	Hueco	12.40	3.44	3.30	12.40	3.44	3.30

## INSTALACIONES TÉRMICAS

### Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> año]		[kW]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> año]	[kWh/m <sup>2</sup> año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	77.2%	-	Caldera Estándar	24.0	77.2%	-	-
<b>TOTALES</b>									

### Generadores de refrigeración

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> año]		[kW]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> año]	[kWh/m <sup>2</sup> año]
<b>TOTALES</b>		-		-		-		-	-

### Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> año]		[kW]	[%]	[kWh/m <sup>2</sup> año]	[kWh/m <sup>2</sup> año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	24.0	77.2%	-	Caldera Estándar	24.0	77.2%	-	-
<b>TOTALES</b>		-		-		-		-	-

## ENERGÍAS RENOVABLES

### Térmica

	<b>IDENTIFICACIÓN</b>		Ref. Catastral	3732004DF4933S	Versión informe asociado	02/12/2018
	Id. Mejora		Programa y versión	CEXv2.3	Fecha	02/12/2018

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
-	-	-	-	-
<b>TOTALES</b>	-	-	-	-

#### Post mejora

Nombre	Consumo de Energía Final, cubierto en función del servicio asociado [%]			Demanda de ACS cubierta [%]
	Calefacción	Refrigeración	ACS	
Incorporación de sistema de energía solar térmica para ACS	40	-	40.0	-
<b>TOTALES</b>	40.0	-	40.0	-