

GRADO EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA
INDUSTRIAL

TRABAJO FIN DE GRADO

CERTIFICACIÓN ENERGÉTICA DE LA VIVIENDA "CALLE ARESTI Nº22" Y PROPUESTAS DE MEJORA

Alumno/Alumna: Bilbao Solaegi, Ibon

Director/Directora (1): Blanco Rodríguez, Miguel Angel

Curso:2018-2019

Fecha:5 de julio de 2018

RESUMEN TRILINGÜE

1. Resumen:

El principal objetivo de este TFG es obtener el certificado energético de una vivienda unifamiliar existente. Para ello, la principal fuente de apoyo será el software CE3X, el cual se encarga de obtener la calificación energética final del inmueble basándose en el estudio previo realizado sobre las características constructivas y las demandas energéticas.

Una vez obtenido el resultado, el propio programa plantea diversas alternativas de mejora con la finalidad de lograr una mejor calificación y reducir las emisiones globales de la vivienda contribuyendo a un ahorro económico y energético. Todo esto se realizará mediante un estudio de viabilidad económica ponderando en orden de rentabilidad las diferentes alternativas evaluadas.

2. Laburpena:

GrAL honen helburu nagusia etxebizitza familiabakar baten ziurtagiri energetikoa lortzea izango da. Horretarako, CE3X software informatikoaren laguntza izango da, zeina eraikinaren kalifikazio energetikoa lortzeaz arduratzen den ezaugarri konstruktiboen eta eskari energetikoaren inguruan aurretiaz eginiko ikerlanean oinarrituz.

Behin emaitza lortu dela, programa berak hobekuntza alternatiba ezberdinak proposatzen ditu kalifikazio energetikoa hobetzeko eta etxebizitzaren isuri globalak murrizteko asmoarekin, aurrezpen ekonomiko eta energetiko nabarmen bat suposatuz. Análisi honen muina, bideragarritasun azterlan bat izango da, non errentagarritasunaren arabera alternatiba ezberdinak haztatuko diren.

3. Abstract:

The aim of this thesis is obtaining the energetic certificate of an existing single family home. Therefore, the main source of help would be the software CE3X which manages the way to achieve the final energetic qualification of the studied property. Previously, in order to achieve the goal of the thesis some information collection must be done, specifically information about the structural characteristics of the building and its' demand.

Once the result is obtained, the program would offer different options in order to improve the energetic qualification and reduce the global emissions of the building contributing to an energetic and economic saving. To conclude, a study of the economic viability of the improvements would be done so as to assign a weight attending to the ratability of each of the alternatives.

Índice

RESUMEN TRILINGÜE.....	3
1. Resumen:.....	3
2. Laburpena:.....	3
3. Abstract:.....	4
II. LISTA DE ILUSTRACIONES Y TABLAS.....	7
i. ilustraciones.....	7
ii. Tablas.....	8
1. INTRODUCCIÓN.....	9
2. CONTEXTO.....	11
2.1. Consumo energético y fuentes de energía.....	11
2.2. Consumo energético en el sector residencial.....	13
2.3. Eficiencia energética.....	16
2.4. Normativa.....	18
2.4.1. Código Técnico de la Edificación: DB-HE.....	18
2.4.2. Real Decreto 1027/2007: Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE).....	21
2.4.3 Real Decreto 47/2007: Certificación energética en edificios.....	22
3. OBJETIVOS Y ALCANCE.....	25
4. BENEFICIOS.....	27
5. METODOLOGÍA.....	28
5.1. Descripción del programa.....	28
5.2. Descripción de la vivienda.....	30
5.2.1. Datos administrativos y generales.....	32
5.2.2. Envoltente Térmica.....	35
5.2.3. Instalaciones.....	41
5.2.4. Patrón de sombras.....	42
5.3. Resultados.....	43
6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS.....	45
6.1. Opción 1: Cambio del tipo de instalación.....	45
6.2. Opción 2: Mejora de la envoltente térmica.....	47

6.3. Opción 3: Sustitución de marcos y vidrios en huecos de la fachada	49
6.4. Análisis económico de las medidas de mejora	51
7. DIAGRAMA DE TAREAS (GANTT)	56
8. PRESUPUESTO	58
9. CONCLUSIONES	60
10. BIBLIOGRAFÍA	62
11. ANEXO I: PLANOS DE LA VIVIENDA	64
12 ANEXO II: PRESUPUESTO Y FICHAS TÉCNICAS	68
13. ANEXOS III: CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA	79
CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS	79
DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ENERGÉTICAS DEL EDIFICIO	80
CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO	82
RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	83
PRUEBAS, COMPROBACIONES E INSPECCIONES REALIZADAS POR EL TÉCNICO CERTIFICADOR	87
COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR	87
14: ANEXO IV: INFORME DE LAS MEDIDAS DE MEJORA	88
Informe descriptivo de la medida de mejora 1	88
Informe descriptivo de la medida de mejora 2	91
Informe descriptivo de la medida de mejora 3	94

II. LISTA DE ILUSTRACIONES Y TABLAS

i. ilustraciones

Ilustración 1: Efecto invernadero.....	10
Ilustración 2: Dependencia energética en España (2009-2016)	12
Ilustración 3: Consumo de energía primaria en España (2016)	13
Ilustración 4: Tendencias del consumo energético en España (ktep) del sector residencial.....	14
Ilustración 5: Consumo por usos de los hogares en España	15
Ilustración 6: Consumo de los hogares en España según fuentes energéticas	16
Ilustración 7: Evolución anual de la intensidad energética final (consumo de energía final por unidad de PIB).....	18
Ilustración 8: Escala de la calificación energética	24
Ilustración 9: Etiqueta certificación energética.....	25
Ilustración 10: Estructura para realizar una certificación energética.....	29
Ilustración 11: Vista aérea del edificio (2D)	30
Ilustración 12: Fachada frontal y posterior de la vivienda.....	31
Ilustración 13: Características constructivas del cerramiento	37
Ilustración 14: Pilar integrado en fachada	40
Ilustración 15: Ficha técnica de la caldera.....	41
Ilustración 16: Patrón de sombras de la fachada NE.....	43
Ilustración 17: Resultado de la calificación energética de la vivienda	44
Ilustración 18: Instalación caldera de biomasa.....	46
Ilustración 19: Resultado cambio del tipo de instalación	46
Ilustración 20: composición del sistema de aislamiento tipo SATE	47
Ilustración 21: Características del nuevo cerramiento asociado a la fachada después de la mejora de la envolvente térmica.	48
Ilustración 22: Resultado mejora de la envolvente térmica	48
Ilustración 23: triple acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS.....	50
Ilustración 24: Resultado de sustitución de marcos y vidrios en huecos de la fachada	51
Ilustración 25 : Diagrama de Gantt del proyecto	57
Ilustración 26: Plano de la planta baja del edificio	64
Ilustración 27: Plano de la planta sótano del edificio	65
Ilustración 28: Plano de la planta primera del edificio	66
Ilustración 29: Plano de la planta bajo cubierta.....	67
Ilustración 30: Presupuesto de la caldera de biomasa.....	68
Ilustración 31: Tipo de aislamiento empleado en la mejora de la envolvente térmica.....	69
Ilustración 32: Presupuesto de sistema ETICS de aislamiento térmico por el exterior de fachadas	73
Ilustración 33: Presupuesto sustitución de vidrios en huecos de la fachada	74
Ilustración 34: Evolución de precios.....	75
Ilustración 35: Pilar en esquina.....	75

Ilustración 36: Encuentro de fachada con forjado	76
Ilustración 37: Encuentro de fachada con solera.....	76
Ilustración 38: Caja de persianas.....	77
Ilustración 39: Encuentro de fachada con cubierta plana/inclinada	77
Ilustración 40: Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire.....	78

ii. Tablas

Tabla 1: Datos administrativos.....	32
Tabla 2: Datos generales	33
Tabla 3: Superficie útil y superficie construida.....	34
Tabla 4: Envoltente térmica.....	35
Tabla 5: Huecos de la envoltente térmica	38
Tabla 6: Tipo de puentes térmicos.....	39
Tabla 7: Datos factura de gas natural de la vivienda.....	52
Tabla 8: Parámetros económicos	52
Tabla 9: Gastos adicionales del cambio del tipo de instalación.....	53
Tabla 10: Gastos adicionales de la medida de mejora del sistema SATE.....	53
Tabla 11: Gastos adicionales de la sustitución de marcos y vidrios.....	54
Tabla 12: Valoración económica final de cada medida de mejora	54
Tabla 13: Resultado análisis económico.....	55
Tabla 14: Horas internas del personal implicado en la realización del TFG.....	58
Tabla 15: Amortización de los equipos utilizados en el TFG	58
Tabla 16: Gastos adicionales.....	59
Tabla 17: Resumen del presupuesto.....	59

1. INTRODUCCIÓN

En primer lugar, cabe resaltar que debido a los innumerables avances tecnológicos que ha sufrido nuestro país en las últimas décadas y que al mismo tiempo han dado pie al desarrollo social y económico del mismo; también han supuesto a su vez una preocupación global y una situación crítica debido entre otras cosas al excesivo consumo energético. De esta manera, y con la finalidad de tomar medidas frente a este consumo abusivo de energía en España se han puesto en vigor varios programas de desarrollo energético sostenible.

Una variante de estos programas es la búsqueda de la mejora de la eficiencia energética de los edificios. La cual se centra principalmente en la reducción de la demanda energética, el aumento de la eficiencia energética de las instalaciones e incentivar el uso de las fuentes de energía renovables.

Para ello, es fundamental conocer la relación del estado español con la energía al igual que la tendencia de consumos energéticos para de esta manera poder entender la situación actual y los cambios necesarios para aumentar el ahorro energético.



Ilustración 1: Efecto invernadero

La realización de este TFG se apoya en la normativa de certificación energética de inmuebles aplicada en España que recoge el Código Técnico de la Edificación (CTE), el Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE) y la Certificación energética en edificios.

El objetivo principal de este trabajo es realizar un estudio energético de una vivienda unifamiliar con su posterior calificación de eficiencia expresada mediante la etiqueta energética. Para ello, dispondremos de la versión 2.3 del programa informático CE3X que permite desarrollar certificados energéticos de edificios preexistentes. El programa busca las simulaciones con características más similares a las del edificio objeto e interpola respecto a ellas las demandas energéticas del inmueble para obtener la calificación energética final. Además, el programa, propone una serie de posibles

mejoras a realizar, las cuales examinaremos y analizaremos con la finalidad de mitigar el impacto medioambiental y reducir los costes

2. CONTEXTO

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 propuesta tiene como propósito una mejora de energía a nivel europeo.

Dicha acreditación fue puesta en vigor mediante la ley 8/2013 de 26 de junio que obliga a cualquier propietario de un inmueble a tener en regla un documento que incorpore todos los aspectos energéticos del domicilio, para permitir una mejor evaluación y calificación de todos y cada uno de los elementos que conforman el inmueble; y de esta manera obtener la denominada etiqueta energética .

Para comprender dicha importancia es indispensable conocer y analizar previamente la situación energética de nuestro país, en concreto en el sector residencial, las bases de la eficiencia energética y la normativa que establece las condiciones para la utilización de la energía.

2.1. Consumo energético y fuentes de energía

En términos generales, desde el advenimiento de la revolución industrial el consumo energético mundial ha sufrido un crecimiento de forma continuada. En el caso particular de España, podemos citar con firmeza que ocurre exactamente lo mismo que en el resto de países occidentales; es decir, un continuo desarrollo tecnológico que dando pie a un consumo mayor de la energía.

No obstante, el sector de la energía en España tan solo supone aproximadamente un 2,5% del PIB total del país. La humilde presencia de este sector estratégico en la producción total es precisamente una de las causas principales que han limitado el desarrollo económico de España a lo largo de las últimas décadas. Concretamente, porque el sector energético es fundamental para la producción de cualquier tipo de bienes y servicios;

Como consecuencia de la escasez de recursos energéticos, en concreto la carencia de hidrocarburos líquidos y gaseosos y la mala calidad del carbón, el sistema energético nacional está condenando a una situación de déficit y dependencia del exterior para su abastecimiento.

La dependencia energética española ronda el 72,3% situándose de esta manera muy por encima de la media de la Unión Europea (53,4%), según los datos publicados por el antiguo Ministerio de Energía, Turismo y Agenda Digital en su balance energético en 2015 (ilustración 2). [1]

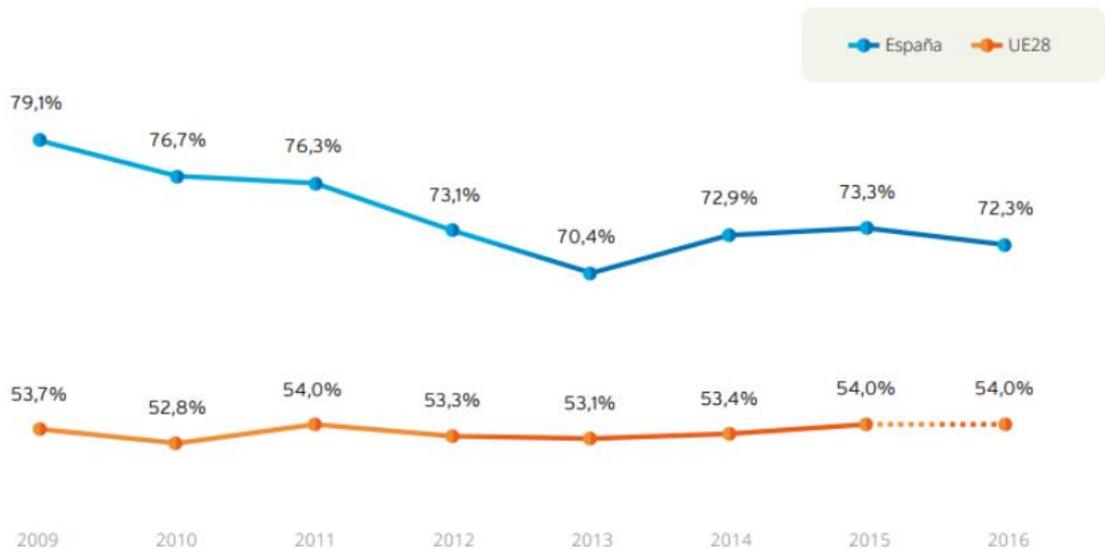


Ilustración 2: Dependencia energética en España (2009-2016)

Desgraciadamente a día de hoy las principales fuentes de energía en España siguen siendo los combustibles fósiles (petróleo 44,5%; gas natural 20,4% y carbón 8,5%). Por otra parte, el bajo porcentaje de las energías renovables que tan solo suponen un 14% de la energía primaria de abastecimiento pone en jaque el cumplimiento del plan fijado por la UE de cara al año próximo 2020 con la finalidad de que las energías renovables supongan un 20% del total de las fuentes de energía.

Energía Primaria 2016



CONSUMO

- Energía primaria total: **123.484 ktep (+0,2%)**
- Contribución renovable: **14,0%** (13,9% en 2015)

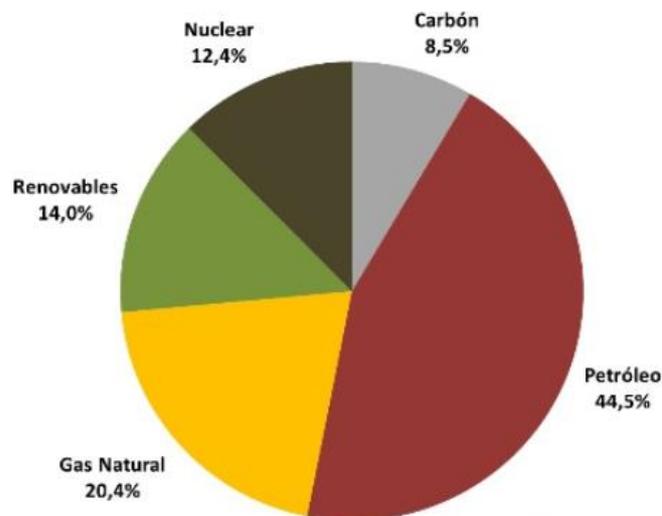


Ilustración 3: Consumo de energía primaria en España (2016)

2.2. Consumo energético en el sector residencial

El sector residencial es un sector clave en el contexto energético nacional y comunitario actual debido a la importancia que reviste su demanda energética, que en términos de consumo total y de consumo eléctrico asciende respectivamente a un 17% y 25% a nivel nacional, y al 25% y 29% a nivel de la UE27. En el ámbito nacional, diversos factores como

el incremento de los hogares, los hábitos de consumo, el equipamiento progresivo de los hogares, propiciado por los incrementos de la capacidad de poder adquisitivo y una mejora del nivel de vida, hacen prever unas tendencias futuras al alza en cuanto a la representatividad del sector residencial en la demanda energética.

Pese a que en los últimos años haya sufrido una pequeña caída, en términos relativos, es uno de los sectores que mayor crecimiento ha registrado tanto en consumo como en intensidad energética registrada (*ilustración 4*). [2]

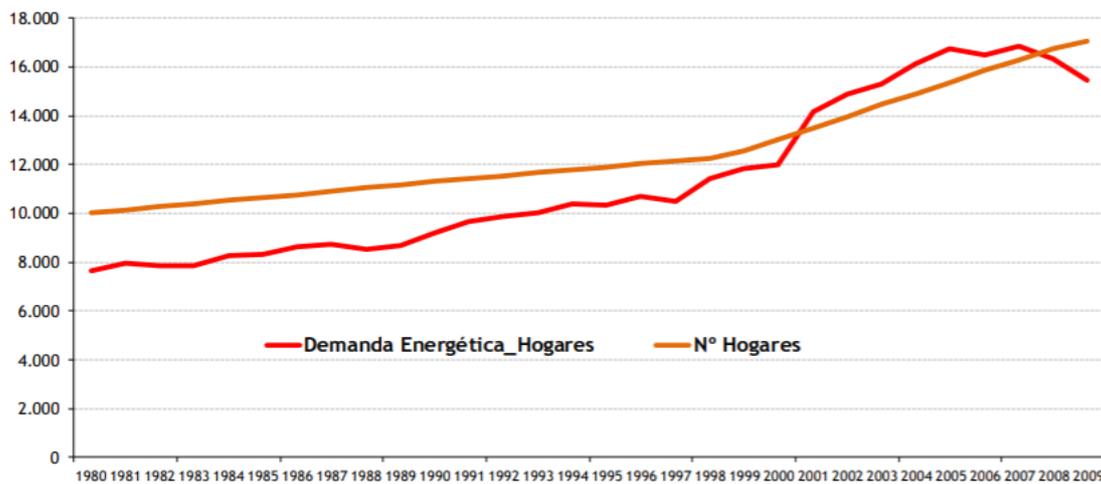


Ilustración 4: Tendencias del consumo energético en España (ktep) del sector residencial

Es por todo lo anterior que este sector, a nivel español, ocupa una posición preferente en las políticas y estrategias energéticas y medioambientales, presentes y futuras. Con ellas se pretende facilitar la transición a un modelo energético más sostenible y diversificado, en el que las fuentes de energías autóctonas y renovables cobren un mayor protagonismo en la cobertura de una demanda energética, más moderada, gracias a las aplicaciones de medidas y actuaciones de ahorro y eficiencia energética.

En la actualidad, el consumo energético total en los hogares españoles es de 14,676 ktep, lo cual implica que dicho consumo es el 17% del consumo anual total como bien hemos

citado previamente. Siendo a su vez el consumo total medio por hogar 0,852 tep. Se trata de un porcentaje notorio, por lo que una mejora de la eficiencia energética en los inmuebles supondría un gran ahorro económico. [3]

A continuación, en la siguiente ilustración se muestran las diferentes tasas de equipamiento entre los diferentes tipos de vivienda (ilustración 5). En dicha tabla podemos apreciar que en los bloques de pisos en términos generales el consumo es más elevado que el de las viviendas unifamiliares. Esto se debe en su integridad a que en los pisos hay un número más elevado de residentes. Sin embargo, el consumo de la calefacción pese a ser el mayor demandante de energía, con cerca de la mitad de la totalidad del consumo, podemos divisar que en las viviendas unifamiliares esta cifra está cercana a duplicar a la del bloque de pisos. La razón principal es la diferencia de volumen de aire que se quiere calentar en ambas viviendas, siendo el caso de las viviendas unifamiliares notablemente superior.

Unidad: ktep	España		Pisos		Unifamiliares	
Calefacción	6.892	47,0%	2.529	32,2%	4.349	63,9%
Agua caliente sanitaria	2.776	18,9%	2.038	26,0%	729	10,7%
Cocina	1.090	7,4%	644	8,2%	447	6,6%
Refrigeración	123	0,8%	79	1,0%	44	0,7%
Iluminación	606	4,1%	413	5,3%	193	2,8%
Electrodomésticos	3.188	21,7%	2.149	27,4%	1.039	15,3%
Frigoríficos	975	6,6%	675	8,6%	300	4,4%
Congeladores	193	1,3%	81	1,0%	112	1,6%
Lavadoras	378	2,6%	263	3,4%	114	1,7%
Lavavajillas	193	1,3%	125	1,6%	68	1,0%
Secadoras	107	0,7%	65	0,8%	42	0,6%
Horno	263	1,8%	181	2,3%	82	1,2%
TV	388	2,6%	259	3,3%	129	1,9%
Ordenadores	237	1,6%	163	2,1%	74	1,1%
Stand-by	341	2,3%	247	3,1%	95	1,4%
Resto Electrodomésticos	112	0,8%	90	1,1%	22	0,3%
TOTAL	14.676	100%	7.851	100%	6.800	100%

Ilustración 5: Consumo por usos de los hogares en España

Sumamente ligado a lo anterior están las fuentes de energía que abastecen las necesidades de las viviendas españolas (*ilustración 6*). Como principal contribuyente destaca la energía eléctrica (supone aproximadamente una tercera parte del total) seguidas del gas natural y de las leñas y ramas. [3]

Unidad: ktep	España		Pisos		Unifamiliares	
Carbón	15	0,1%	7	0,1%	8	0,1%
GLP	1.032	7,0%	500	6,4%	532	7,8%
Gasóleo	2.216	15,1%	895	11,4%	1.320	19,4%
Gas Natural	3.660	24,9%	2.950	37,6%	711	10,5%
Solar Térmica	139	0,9%	8	0,1%	132	1,9%
Geotermia	12	0,1%	0	0,0%	12	0,2%
Carbón Vegetal	27	0,2%	0	0,0%	27	0,4%
Leñas y Ramas	2.392	16,3%	0	0,0%	2.392	35,2%
Pellets	9	0,1%	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Otra Biomasa Sólida	15	0,1%	n.d.	n.d.	n.d.	n.d.
Electricidad	5.159	35,1%	3.492	44,5%	1.666	24,5%
TOTAL	14.676	100%	7.851	100%	6.800	100%

Ilustración 6: Consumo de los hogares en España según fuentes energéticas

2.3. Eficiencia energética

La eficiencia energética es una práctica que tiene como objetivo reducir el consumo de energía. La eficiencia energética es el uso eficiente de la energía, de manera de optimizar los procesos productivos y el empleo de la energía, utilizando lo mismo o menos para producir más bienes y servicios. Esta práctica contribuye de forma decisiva a la lucha contra el cambio climático, la mejora de la seguridad energética y de la competitividad, además de plantearse como un dinamizador del desarrollo económico y el empleo.

Este tema está vinculado a nuestro TFG puesto que a través del estudio de nuestra vivienda trataremos de identificar y analizar los puntos críticos de disipación de energía para a posteriori proponer una serie de soluciones con el fin de lograr un inmueble más eficiente energéticamente.

El consumo energético de una vivienda se puede reducir a través de una construcción bioclimática, la elección de equipos de calefacción, electrodomésticos e iluminación más eficientes y la modificación de los hábitos de consumo de sus habitantes. El problema de la eficiencia energética reside en que a día de hoy sigue siendo una elección para el consumidor; y al tratarse de una alternativa más costosa el cliente tiende a comprar los productos que no llevan etiquetas de eficiencia energética.

En resumidas cuentas, podríamos decir que la eficiencia energética es, de momento, un tema de conciencia medioambiental. Sin embargo, debemos de tener en cuenta que a la larga estos productos se amortizan rápido ya que la eficiencia energética va ligada con el ahorro.

A pesar de la importancia de mejorar la eficiencia energética para los objetivos de sostenibilidad económica y ambiental, la evolución histórica de esta variable no ha sido plenamente satisfactoria en España hasta el año 2005. Sin embargo, como se puede ver en la (ilustración 7), entre 2005 y 2015 se observa un gran avance en la mejora de la intensidad energética final, descendiendo aproximadamente un 20%. [1]

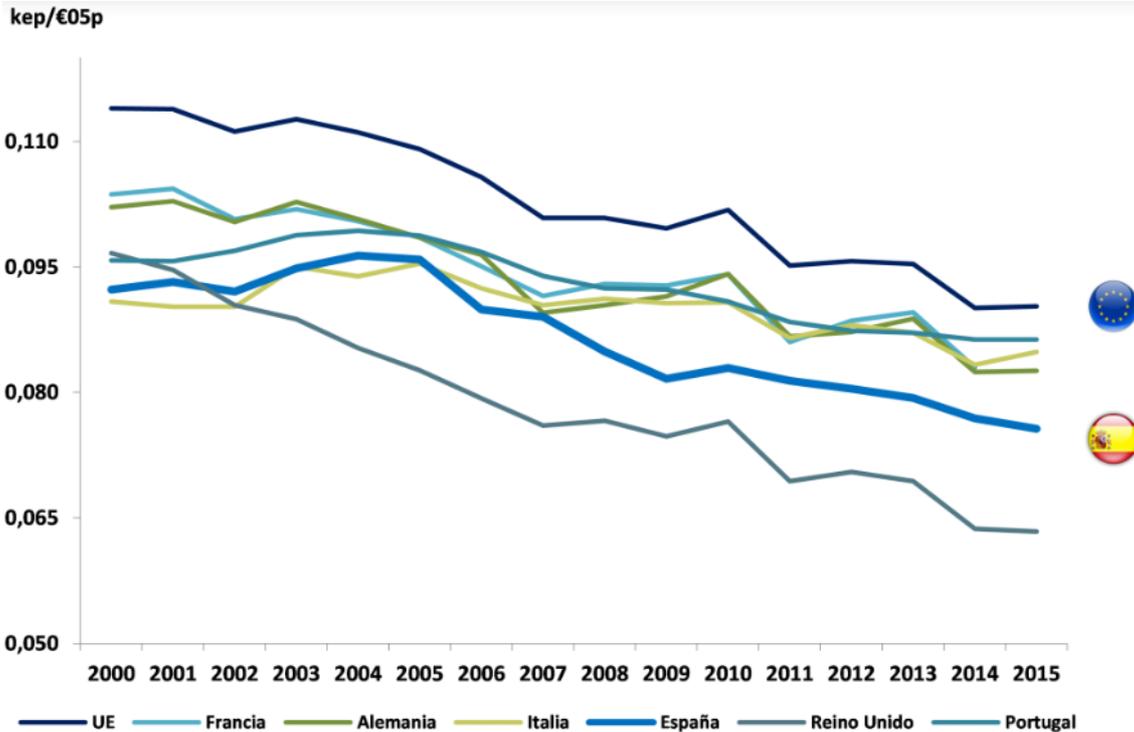


Ilustración 7: Evolución anual de la intensidad energética final (consumo de energía final por unidad de PIB)

2.4. Normativa

Para la realización de este TFG es necesario un previo análisis de la normativa en vigor en cuanto a eficiencia energética. A continuación, detallaremos los tres decretos constituyentes de esta normativa impuesta.

2.4.1. Código Técnico de la Edificación: DB-HE.

Las secciones de este DB se corresponden con las exigencias básicas HE 1 a HE 5, y la sección HE 0 que se relaciona con varias de las anteriores. La correcta aplicación de cada sección supone el cumplimiento de la exigencia básica correspondiente. La correcta

aplicación del conjunto del DB supone que se satisface el requisito básico (Ahorro de energía).

Tanto el objetivo del requisito básico "Ahorro de energía", como las exigencias básicas se establecen en el artículo 15 de la Parte I de este CTE y son los siguientes:

Artículo 15. Exigencias básicas de ahorro de energía (HE)

1. El objetivo del requisito básico Ahorro de energía consiste en conseguir un uso racional de la energía necesaria para la utilización de los edificios, reduciendo a límites sostenibles su consumo y conseguir asimismo que una parte de este consumo proceda de fuentes de energía renovable, como consecuencia de las características de su proyecto, construcción, uso y mantenimiento.
2. Para satisfacer este objetivo, los edificios se proyectarán, construirán, utilizarán y mantendrán de forma que se cumplan las exigencias básicas que se establecen en los apartados siguientes.
3. El Documento Básico DB HE Ahorro de energía especifica parámetros objetivos y procedimientos cuyo cumplimiento asegura la satisfacción de las exigencias básicas y la superación de los niveles mínimos de calidad propios del requisito básico de ahorro de energía.

15.1 Exigencia básica HE 1: Limitación de la demanda energética.

Los edificios dispondrán de una envolvente de características tales que limite adecuadamente la demanda energética necesaria para alcanzar el bienestar térmico en función del clima de la localidad, del uso del edificio y del régimen de verano y de invierno, así como por sus características de aislamiento e inercia, permeabilidad al aire y exposición a la radiación solar, reduciendo el riesgo de aparición de humedades de condensación superficiales e intersticiales que puedan perjudicar sus características y tratando adecuadamente los puentes térmicos para limitar las pérdidas o ganancias de calor y evitar problemas higrotérmicos en los mismos.

15.2 Exigencia básica HE 2: Rendimiento de las instalaciones térmicas.

Los edificios dispondrán de instalaciones térmicas apropiadas destinadas a proporcionar el bienestar térmico de sus ocupantes. Esta exigencia se desarrolla actualmente en el vigente Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, RITE, y su aplicación quedará definida en el proyecto del edificio.

15.3 Exigencia básica HE 3: Eficiencia energética de las instalaciones de iluminación.

Los edificios dispondrán de instalaciones de iluminación adecuadas a las necesidades de sus usuarios y a la vez eficaces energéticamente disponiendo de un sistema de control que permita ajustar el encendido a la ocupación real de la zona, así como de un sistema de regulación que optimice el aprovechamiento de la luz natural, en las zonas que reúnan unas determinadas condiciones.

15.4 Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria

En los edificios, con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca en este CTE, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura, adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio o de la piscina. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de

Documento Básico HE Ahorro de Energía 3 valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

15.5. Exigencia básica HE 5: Contribución fotovoltaica mínima de energía eléctrica

En los edificios que así se establezca en este CTE se incorporarán sistemas de captación y transformación de energía solar en energía eléctrica por procedimientos fotovoltaicos para uso propio o su-ministro a la red. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores más estrictos que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial. [4]

2.4.2. Real Decreto 1027/2007: Reglamento de Instalaciones Térmicas en Edificios (RITE)

El Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, en adelante RITE, tiene por objeto establecer las exigencias de eficiencia energética y seguridad que deben cumplir las instalaciones térmicas en los edificios destinadas a atender la demanda de bienestar e higiene de las personas, durante su diseño y dimensionado, ejecución, mantenimiento y uso, así como determinar los procedimientos que permitan acreditar su cumplimiento.

A efectos de la aplicación del RITE se considerarán como instalaciones térmicas las instalaciones fijas de climatización (calefacción, refrigeración y ventilación) y de producción de agua caliente sanitaria, destinadas a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

El RITE se aplicará a las instalaciones térmicas en los edificios de nueva construcción y a las instalaciones térmicas que se reformen en los edificios existentes, exclusivamente en lo que a la parte reformada se refiere, así como en lo relativo al mantenimiento, uso e inspección de todas las instalaciones térmicas, con las limitaciones que en el mismo se determinan.

Se entenderá por reforma de una instalación térmica todo cambio que se efectúe en ella y que suponga una modificación del proyecto o memoria técnica con el que fue

ejecutada y registrada. En cambio, No será de aplicación el RITE a las instalaciones térmicas de procesos industriales, agrícolas o de otro tipo, en la parte que no esté destinada a atender la demanda de bienestar térmico e higiene de las personas.

Por otro lado, atendiendo a las exigencias técnicas de las instalaciones térmicas cabe destacar lo siguiente: Las instalaciones térmicas deben diseñarse y calcularse, ejecutarse, mantenerse y utilizarse, de forma que se cumplan las exigencias técnicas de bienestar e higiene, eficiencia energética y seguridad que establece este reglamento. [5]

2.4.3 Real Decreto 47/2007: Certificación energética en edificios

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 establece la obligación de poner a disposición de los compradores o usuarios de los edificios un certificado de eficiencia energética. Este certificado deberá incluir información objetiva sobre las características energéticas de los edificios de forma que se pueda valorar y comparar su eficiencia energética, con el fin de favorecer la promoción de edificios de alta eficiencia energética y las inversiones en ahorro de energía.

Según la aprobación del Real Decreto 235/2013 de 5 de abril de 2013, por el que se aprueba el procedimiento básico para la Certificación Energética de la Eficiencia Energética de los edificios, a partir del 1 de junio de 2013, todo propietario que pretenda vender o alquilar su vivienda o local deberá disponer de un certificado de Eficiencia Energética.

Constituye el objeto del Procedimiento básico para la certificación de eficiencia energética de edificios, determinar la metodología de cálculo de la calificación de eficiencia energética, con el que se inicia el proceso de certificación, considerando aquellos factores que más incidencia tienen en el consumo de energía de los edificios

de nueva construcción o que se modifiquen, reformen o rehabiliten en una extensión determinada, así como establecer las condiciones técnicas y administrativas para las certificaciones de eficiencia energética de los proyectos y de los edificios terminados y aprobar un distintivo común en todo el territorio nacional denominado etiqueta de eficiencia energética.

La finalidad de la aprobación de dicho Procedimiento básico es la promoción de la eficiencia energética, mediante la información objetiva que obligatoriamente se ha de proporcionar a los compradores y usuarios en relación con las características energéticas de los edificios, materializada en forma de un certificado de eficiencia energética que permita valorar y comparar sus prestaciones.

Este procedimiento es de aplicación a todos los edificios existentes, que a su entrada en vigor no dispongan de un certificado de eficiencia energética*, cuando sean objeto de contrato de compraventa o de arrendamiento.¹

La certificación de eficiencia energética de un edificio existente es el proceso por el que se verifica la conformidad de la calificación de eficiencia energética obtenida con el edificio existente y que conduce a la expedición de un certificado de eficiencia energética del edificio existente. Se trata de un certificado, que, mediante una etiqueta de eficiencia energética, se asigna a cada edificio (o parte de edificio en caso de edificación existente) una Clase Energética de eficiencia, que variará desde la clase A, para los energéticamente más eficientes, a la clase G, para los menos eficientes.

¹No disponen de certificado de eficiencia energética los edificios que solicitaron licencia de obras antes del 31 de octubre de 2007. De forma muy aproximada esto equivaldría a los edificios acabados de construir en el 2009.



Ilustración 8: Escala de la calificación energética

El propietario del edificio completo, vivienda o local destinado a uso independiente o de titularidad jurídica diferente será responsable de encargar la realización de la certificación de eficiencia energética del edificio, o de la parte del mismo. También será responsable de conservar la correspondiente documentación. Es decir, la certificación energética puede ser global de todo el edificio o de una o varias viviendas o locales de un mismo edificio.

El certificado de eficiencia energética tendrá una validez máxima de diez años. El propietario del edificio es responsable de la renovación o actualización del certificado de eficiencia energética conforme a las condiciones que establezca el órgano competente de la Comunidad Autónoma. [6]

Por último, también deberíamos hacer mención al Real Decreto 564/2017, de 2 de junio, 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. [7]

Calificación de Eficiencia Energética de Edificios	
Proyecto / Edificio terminado :	PROYECTO
<p>Más</p>  <p>Menos</p>	
Edificio :	-
Localidad / Zona climática :	- / -
Uso del Edificio :	VIVIENDA
Consumo Energía Anual:	kWh/año (kWh/m ²)
Emissiones de CO ₂ Anual:	kgCO ₂ /año (kgCO ₂ /m ²)
<p>El Consumo de Energía y sus Emisiones de Dióxido de Carbono son los obtenidos por el METODO SIMPLIFICADO para unas condiciones normales de funcionamiento y ocupación</p> <p>El Consumo real de Energía del Edificio y sus Emisiones de Dióxido de Carbono dependerán de las condiciones de operación y funcionamiento del edificio y de las condiciones climáticas, entre otros factores.</p>	

Ilustración 9:Etiqueta certificación energética

3. OBJETIVOS Y ALCANCE

El principal objeto de este TFG es el estudio energético de una vivienda unifamiliar ubicada en un pueblo en el extrarradio de Bilbao, concretamente en Sondica. Se procederá a realizar un análisis preciso de la demanda energética de la vivienda y mejorarla hasta alcanzar una calificación energética más aceptable. Para ello, se seguirán los siguientes pasos:

En primer lugar, se recopila la información necesaria para cuantificar la demanda energética de la vivienda. Para ello se solicitarán los planos constructivos al ayuntamiento y se realizarán ciertas mediciones particulares de la casa para después introducirlos en el programa informático CE3X.

Posteriormente, se pasaría a realizar un estudio de viabilidad entre las diferentes alternativas seleccionadas para la mejora de la eficiencia. Gran parte de ellas, es posible que ni siquiera puedan implementarse por requerimientos propios de la comunidad; y otras en cambio, se podrán implementar, pero su elevado coste económico hace que sean inviables.

Finalmente, una vez descartada cierta alternativa se procedería a realizar el proceso de selección dentro de las alternativas restantes las cuales han sido consideradas viables. Para analizar su viabilidad se compara el consumo de energía de la vivienda con y sin la mejora a implementar y, por lo tanto, el dinero que se puede llegar a ahorrar la familia al cabo del año con esa mejora. Si el periodo de recuperación es inferior al dela vida útil teórica de dicha mejora, se considera que ese cambio será positivo. Sin embargo, habrá ciertos cambios que, pese a que no aporten un gran avance a la eficiencia energética en comparación con otros posibles cambios, serán necesarios de efectuar.

4. BENEFICIOS

Lo que se pretende obtener con el estudio realizado es mejorar la calificación energética actual de la vivienda, para adecuarla a los estándares requeridos por las actuales leyes de edificación y de esta manera reducir al máximo las emisiones de CO₂ a la atmósfera.

Respecto a la rentabilidad económica, obtener un certificado energético aporta beneficios a los propietarios a conseguir una reducción en las facturas energéticas al igual que revaloriza la vivienda en el mercado inmobiliario. Sin lugar a dudas, el certificado energético facilita al comprador o arrendatario de una vivienda información sustancial sobre el comportamiento de esta (conocer la demanda de calefacción, refrigeración, agua caliente sanitaria, electricidad).

En cuanto a materia ambiental, cabe resaltar que la reducción del consumo de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural) debido a las mejoras en eficiencia y al empleo de combustibles más limpios contribuyen al cuidado medioambiental.

Asimismo, tanto los beneficios económicos como los medioambientales previamente mencionados derivan en un beneficio que afecta a la calidad de vida de la sociedad. Estos beneficios se verán reflejados en la economía del estado ya que supondrá una disminución de la morbimortalidad asociada a las enfermedades producidas por la contaminación ambiental.

De manera complementaria, este tipo de medidas en las viviendas conllevará a la creación de nuevos mercados y puestos de trabajo. Por otra parte, cabe resaltar también la reducción que las mejoras energéticas aplicadas supondrán una considerable reducción en la factura mensual energética, facilitando así, la inclusión social y disminuyendo el número de personas que se encuentran en situación de pobreza energética. [8]

5. METODOLOGÍA

5.1. Descripción del programa

El procedimiento de certificación consiste en la obtención de la etiqueta de eficiencia energética de un edificio residencial en nuestro caso, incluyendo el documento de certificación generado automáticamente por el programa informático. Dicho documento indica la calificación asignada al edificio objeto de estudio dentro de una escala de 7 letras, que va desde la letra A (la más eficiente) hasta la letra G (la menos eficiente). Además, el programa incorpora una serie de mejoras por defecto y la nueva calificación energética una vez aplicadas las mejoras. Por otro lado, también cabría la posibilidad de realizar un análisis económico del impacto de dichas medidas basado en los ahorros energéticos estimados por la herramienta o las facturas de consumo de energía.

A continuación, se muestra la estructura del procedimiento a seguir a la hora de realizar una certificación energética con el programa CE3X:

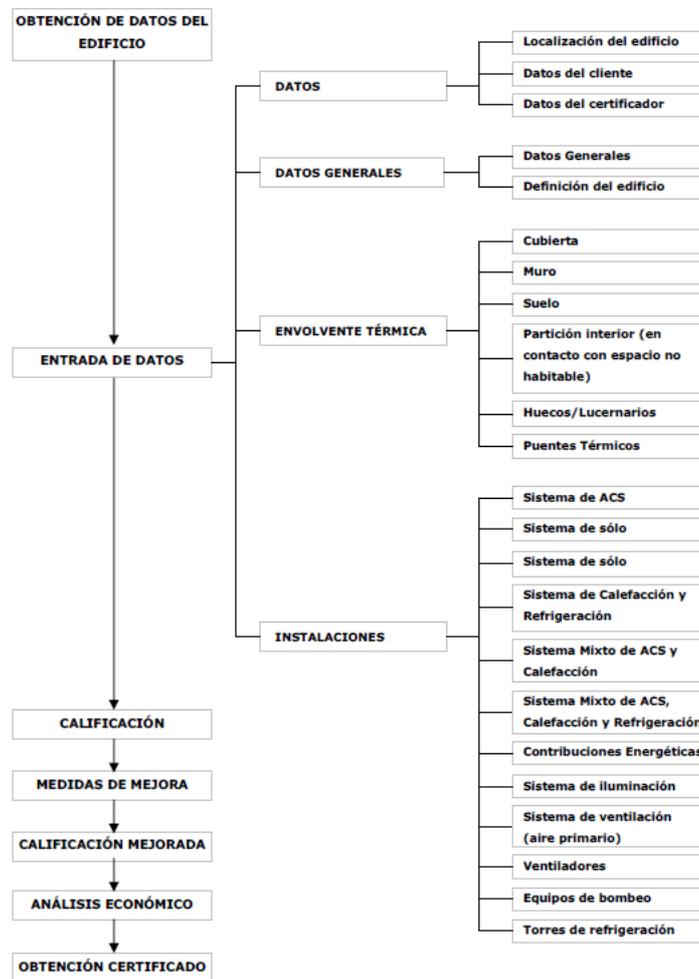


Ilustración 10: Estructura para realizar una certificación energética

5.2. Descripción de la vivienda

La vivienda objeto de estudio se encuentra en la Calle Aresti número 22 en el municipio de Sondica. El edificio consta de tres caras en contacto directo con el exterior. La fachada frontal tiene una orientación suroeste. La fachada posterior, por el contrario, tiene una orientación noroeste; mientras que la fachada lateral está orientada al noroeste. La fachada interior la consideramos adiabática ya que se encuentra en contacto directo con la vivienda colindante, considerándose nula la pérdida de calor a través de esta pared.

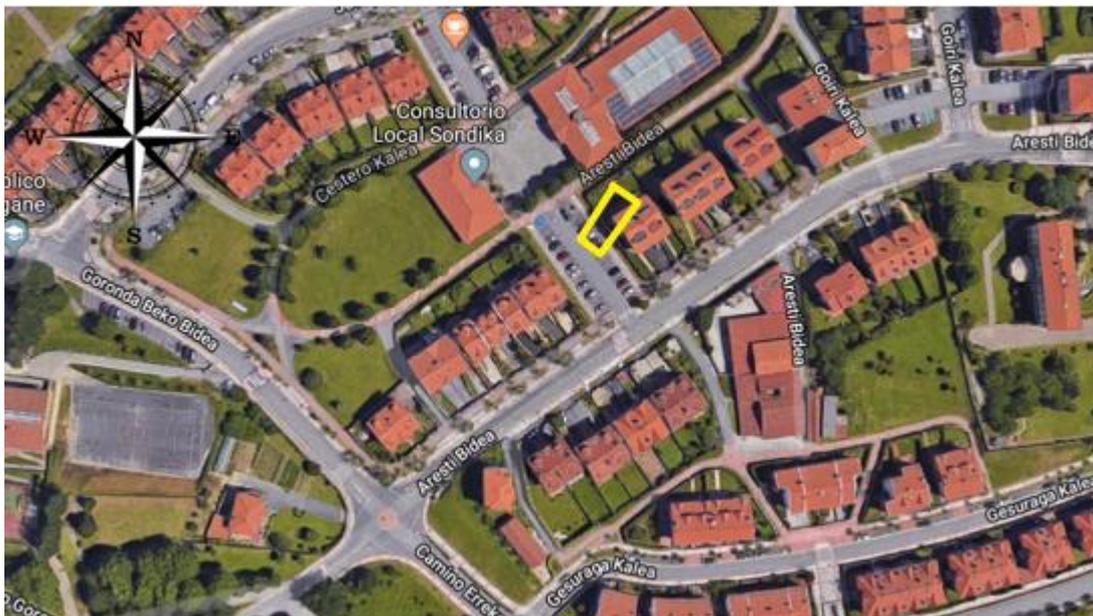


Ilustración 11: Vista aérea del edificio (2D)

Cabe citar que la fachada de la vivienda ha tenido simplemente una reforma estética desde su construcción. Por lo que los muros de la fachada y los ventanales han quedado bastante desfasados en cuanto a eficiencia energética se refiere. Además, la caldera sigue siendo la misma que la instalada durante la construcción.



Ilustración 12: Fachada frontal y posterior de la vivienda

El edificio consta de cuatro plantas con la siguiente distribución:

Planta Baja: es la inferior del edificio, y cuyo piso está por encima de la rasante del terreno, es asimismo en donde queda situado el acceso principal de cada vivienda y que se distribuye: en cocina, recibidor, aseo y salón comedor. Véase anexos I planos de la vivienda(Planta Baja)

Planta Sótano: es la que se encuentra por debajo de la planta baja, sirve de guardería de vehículos dado que es destinada a garaje; su acceso se produce a nivel de calle particular. Véase anexos I: planos de la vivienda (Planta sótano).

Planta Primera: se trata de la planta construida por encima de la baja y que se distribuye a su vez en: dormitorio principal, distribuidor, y dos baños, uno de los cuales se dispone anexo al dormitorio denominado principal. Véase anexos I: planos de la vivienda (Planta primera).

Bajo Cubierta: dispone de una sala y dos espacios laterales no habitables con función de desván. Véase anexos I: planos de la vivienda (Planta bajo cubierta).

5.2.1. Datos administrativos y generales

En la siguiente tabla se recogen los datos administrativos necesarios para el estudio del edificio, en este caso en concreto, una vivienda residencial.

Datos administrativos		
Localización e identificación del edificio		
Nombre del edificio	Mi vivienda	
Dirección	Calle Aresti, 22	
Provincia	Vizcaya	
Localidad	Sondica	
Código Postal	48150	
Referencia Catastral	Sótano	N0279471B
	Planta Baja	N0279472J
	Planta Primera	N0279473R
	Bajo Cubierta	N0279474C

Tabla 1: Datos administrativos

En esta primera tabla se especifican ciertos datos administrativos de especial importancia, tales como: el nombre del edificio, la dirección, provincia y localidad en la que se encuentra, código postal y referencia catastral. En cuanto a esta última, cabe

destacar que como el edificio objeto de estudio consta de cuatro plantas, cada una de ellas tendrá un número diferente en el catastro.

Por otro lado, la siguiente tabla recoge información genérica del inmueble:

Datos generales	
Normativa en vigor	NBE-CPI-91 "Condiciones de protección contra incendios en los edificios"
	NBE-CT-79 "Condiciones térmicas en los edificios"
	NBE-CA-81 "Condiciones acústicas en los edificios"
Año de construcción	1997
Tipo de edificio	vivienda unifamiliar
Zona Climática	C1
Número de plantas habitables	4
Demanda ACS (L/día)	112

Tabla 2: Datos generales

El edificio se construyó en el año 1997 y la obra fue llevada a cabo por CONSTRUCCIONES GARABIETA S.L. De este modo la vivienda cumple los requerimientos de la normativa vigente en la fecha de construcción. Para concretar la zona climática se ha utilizado la tabla B.1. del Documento Básico HE del ahorro de energía del CTE.

De forma análoga, la demanda de ACS de la vivienda se calcula siguiendo el procedimiento citado en el documento DB del CTE, sección HE 4. Para ello, se utilizan una serie de tablas (4.1 y 4.2) obteniendo finalmente un valor del consumo total diario.

A continuación, se procede por un lado al cálculo tanto de la superficie útil como de la construida del edificio; y por otro lado a la altura libre de planta. Los datos de la superficie útil y construida se obtienen directamente de la memoria:

	superficie útil (m²)	superficie construida (m²)
Sótano	60.80	69
P. Baja	60.97	70,81
P. Primera	62.67	72,99
B. Cubierta	21.42	27,5
Total	205.86	240,3

Tabla 3:Superficie útil y superficie construida

5.2.2. Envoltente Térmica

El cálculo de la envolvente térmica del edificio es de vital importancia a la hora de definir el certificado energético. Para ello, un aspecto muy a tener en cuenta es la orientación de la vivienda.

Como bien se ha especificado con anterioridad, el edificio objeto de estudio consta de tres fachadas influyentes en la disipación de energía, cuyas características pueden verse en la siguiente tabla:

Nombre	Tipo	Orientación	Superficie (m ²)	Transmitancia (W/m ² k)
Fachada NO	Fachada	NO	45,06	0,37
Fachada NE	Fachada	NE	77,649	0,37
Fachada SE	Fachada	SE	45,12	0,37
Suelo	Suelo en contacto con la tierra	–	62,8	0,36
Suelo	suelo en contacto con el aire	–	2,34	0,37
Fachada virtual NE	Fachada en contacto con la tierra	NE	13,2	0,55
Cubierta plana	Tejado sobre superficie habitable	–	22,23	0,18
Cubierta inclinada	Tejado sobre superficie no habitable	–	23,94	0,19
Partición interior	Partición sótano con garaje	–	13,8	0,37

Tabla 4: Envoltente térmica

En la tabla, podemos identificar por un lado las superficies totales de las tres fachadas separadas por sus respectivas orientaciones (NO, NE y SE). Para el cálculo de estas superficies totales se ha empleado la información detallada de los planos constructivos. De esta manera, a la superficie total albergada por cada fachada se le ha restado la superficie de los ventanales correspondientes a cada orientación.

Como la vivienda tiene cuatro plantas, la denominada planta sótano tendrá la superficie en contacto con la tierra por lo que habrá una transferencia de calor. Con la planta bajo cubierta ocurre exactamente lo mismo, pero está en vez de estar en contacto con la tierra se encuentra en contacto directo con el aire por lo que tendrá una transferencia de calor mayor a la que sufre la planta sótano. Por el contrario, el resto de plantas al encontrarse delimitadas tanto por arriba como por debajo con plantas habitadas las pérdidas de calor se consideran nulas.

En la tabla también se puede visualizar los términos de fachada virtual, los cuales se refieren a la superficie lateral correspondiente a la planta sótano enterrada.

Los valores de las resistencias térmicas se han obtenido directamente mediante el programa CE3X. Para ello, el programa ofrece tres opciones:

- Por defecto: Cuando los parámetros del edificio son desconocidos, utilizamos la opción por defecto. En este caso, se calculará la mínima calidad térmica teniendo en cuenta sus dimensiones, año de construcción y detalles parecidos que se encuentran en la base de datos del programa.

- Estimadas: Cuando conocemos alguna característica o cuando el cerramiento tiene un compartimiento similar que alguno conocido elegimos esta opción. El programa nos permite la introducción de la resistencia térmica directamente.

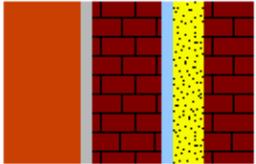
- Conocidas: Escogemos esta opción cuando se conoce la estructura del cerramiento y los materiales por los que está formado. El CEX3 nos ofrece la posibilidad de introducir el cerramiento indicando en orden de exterior a interior todas y cada una de las capas de materiales que lo constituyen y calcula la resistencia térmica total.

Para lograr la mejor aproximación posible es conveniente utilizar la última opción descrita, introduciendo de esta manera los materiales que conforman el muro de la fachada. Las características constructivas se han obtenido de la memoria de CONSTRUCCIONES GARABIETA S.L. por lo que se ha podido definir de manera precisa la resistencia térmica de la envolvente de la fachada obteniendo un valor final de 2,52 m²k/W.

Características del cerramiento

Verticales (Materiales ordenados de exterior a interior); Horizontales (Materiales ordenados de arriba a abajo)

Material	Grupo	R (m ² K...)	Espesor...	λ (W/mK)	ρ (kg/m ³)	Cp (J/kgK)
Granito [2500 < d < ...	Pétreos y suelos	0.043	0.12	2.8	2600	1000
Mortero de cemento ...	Morteros	0.011	0.02	1.8	2100	1000
Tabicón de LH triple [...	Fábricas de ladrillo	0.258	0.11	0.427	920	1000
Cámara de aire sin ve...	Cámaras de aire	0.16	-	-	-	-
PUR Proyección con H...	Aislantes	1.786	0.05	0.028	45	1000
Tabicón de LH triple [...	Fábricas de ladrillo	0.187	0.08	0.427	920	1000
Placa de yeso o esca...	Yesos	0.08	0.02	0.25	825	1000



$R_1 + \dots + R_n$
 2.52 m²k/W

Ilustración 13: Características constructivas del cerramiento

Una vez definidas las dimensiones y características de la fachada, pasaremos a analizar los huecos que conforman la fachada. Dicha información se recoge en la siguiente tabla:

NOMBRE	Orientación	Tipo	Vidrio	Superficie unitaria (m ²)	Cantidad	Total (m ²)	Cristal (%)	Marco (%)
Ventanas	NO	1	Doble	2,125	3	6,375	51,84	48,16
		2	Doble	3,12	2	6,24	47,08	52,92
	NE	1	Doble	2,125	1	2,125	51,84	48,16
		4	Doble	1,19	1	1,19	56,72	43,28
		3	Doble	0,78	4	3,12	44,15	55,85
	SE	1	Doble	2,125	3	6,375	51,84	48,16
		5	Mon	0,135	3	0,405	85,33	14,67
		3	Doble	0,78	1	0,78	44,15	55,85
	Puertas	NO	Trase		1,64	1	1,64	-
SE		Entra		2,665	1	2,665	-	-
		Garaj		6,93	1	6,93	-	-

Tabla 5: Huecos de la envolvente térmica

Como puede verse, en la tabla se ofrece información detallada sobre las ventanas y puertas que conforman cada una de las diferentes fachadas con sus respectivas orientaciones. La vivienda se compone de 5 tipos diferentes de ventanas en cuanto a dimensiones se refiere. Todas ellas exceptuando el ventanal tipo 5 son de doble vidrio

con una superficie total indicada en la tabla. Por último, también se ha recogido la relación en proporción entre el cristal y el marco que componen cada ventanal. Análogamente se ha realizado el mismo estudio con cada una de las puertas del edificio. Pero con las puertas a diferencia de los huecos lucernarios a la hora de definir las en el programa se considera que tienen un 100 % de marco.

La tabla 6 que figura a continuación recoge los diferentes puentes térmicos que contienen los cerramientos de las fachadas. Un puente térmico es una zona puntual o lineal, de la envolvente de un edificio, en la que se transmite más fácilmente el calor que en las zonas aledañas, debido a una variación de la resistencia térmica. Se trata de un lugar en el que se rompe la superficie aislante.

Tipos de puentes térmicos								
Cerramiento	Pilar integrado en fachada φ (W/mk)	Pilar en esquina φ (W/mk)	Encuentro de fachada con forjado φ (W/mk)	Encuentro de fachada con solera φ (W/mk)	Caja de persianas φ (W/mk)	Encuentro de fachada con cubierta plana φ (W/mk)	Encuentro de fachada con cubierta inclinada φ (W/mk)	Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire φ (W/mk)
NO	0,83	0,58	1,27	0,43	0,85	0,84	0,84	
NE	0,83	0,58	1,27	0,43	0,85	0,84	0,84	
SE	0,83	0,58	1,27	0,43	0,85	0,84	0,84	0,82

Tabla 6: Tipo de puentes térmicos

Al tratarse de una vivienda unifamiliar de cuatro plantas en el cerramiento se han identificado todos los puentes térmicos que aparecen en la tabla 6. Para realizar una buena aproximación los valores φ (W/mk) ofrecidos por defecto han sido modificados siguiendo el criterio del usuario. Para una mejor comprensión a continuación se muestra el caso particular del pilar integrado en la fachada. Para el resto de puentes térmicos se ha seguido el mismo criterio, véase en anexos II. Presupuesto y fichas técnicas.

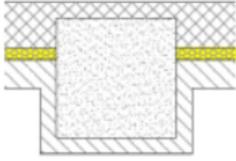
Nombre
 Tipo
 Características del cerramiento asociado
 Seleccionar características ya definidas
Propiedades
 ϕ W/mK


Ilustración 14: Pilar integrado en fachada

Como puede apreciarse en la ilustración 14 nos encontramos ante una fachada de doble hoja con cámara de aire no ventilada en el interior. Todas estas características son propias de los edificios construidos en la misma década del edificio objeto de estudio. Por lo tanto, no ha sido difícil realizar una buena aproximación. Dentro de la opción de fachada de doble hoja con cámara de aire no ventilada que hemos seleccionado el programa ofrece varias opciones. En este caso en particular la mejor aproximación se ha estimado la de pilar chapado en el exterior y revestido en el interior. Como se muestra en la pequeña imagen en la parte inferior derecha de la ilustración superior, el pilar se encuentra semi integrado en la fachada. Por el interior está recubierto por una capa de yeso como puede observarse y sobre la línea de separación de ambos materiales se introduce el aislante de PUR.

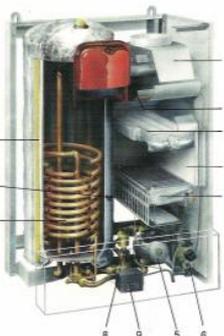
5.2.3. Instalaciones

A continuación, se adjunta la ficha técnica del equipo mixto de calefacción y ACS que contiene la vivienda objeto de estudio.

Chaffoteaux et Maury

CALDERA MURAL A GAS DOS SERVICIOS CON ACUMULADOR
Para conducto de humos

FICHA TECNICA N°E3.06-01 NIAGARA CF



- 1 Intercambiador de cobre**
Cuyo montaje tipo cajón permite un mantenimiento rápido y frontal
- 2 Cámara de combustión**
Revestida de un aislante en fibra cerámica
- 3 Acumulador agua caliente sanitaria**
De acero inoxidable aislado
- 4 Quemador multigás**
De acero inoxidable para llamas
- 5 Bomba**
De tres velocidades
- 6 Válvula gas**
Permite regular el caudal de gas en función de la demanda calefacción o A.C.S.
- 7 Intercambiador sanitario**
Doble serpentín de cobre sumergido en el acumulador de A.C.S.
- 8 Termistancias de regulación**
Controla la temperatura de calefacción y A.C.S.
- 9 Válvula 3 vías**
Motorizada que asegura el funcionamiento en calefacción o A.C.S.
- 10 Anti rebufo corta tiro**
Toma de aire por la parte superior
- 11 Seguridad TTB**
Controla el rebufo de los gases de la combustión



El signo de la calidad ISO 9001

Homologación CE N°: 51A03

Características Técnicas	
MODELO	NIAGARA CF
PILOTO	sin piloto (control de llama por ionización)
POTENCIA CALEFACCION	10,4 kW a 28 kW
POTENCIA AGUA CALIENTE SANITARIA	28 kW
RENDIMIENTO SOBRE PCI MINIMO	90 %
CAPACIDAD ACUMULADOR	60 L
CAUDAL A.C.S. EN CONTINUO (a $\Delta T = 30K$)	13,3 l/min.
CAUDAL ESPECIFICO A.C.S. (a $\Delta T = 30 K$)	16 l/min.
PRESION MAX CIRCUITO SANITARIO	7 bar
PRESION MAX CIRCUITO CALEFACCION	3 bar
TEMPERATURA MAX IDA CALEFACCION	90°C
TEMPERATURA A.C.S. REGULABLE	de 5°C a 65°C
CATEGORIA DE GAS	II 2E + 3 +
ALIMENTACION ELECTRICA	220 V/50 Hz mono

La sociedad Chaffoteaux et Maury se reserva el derecho de modificar las características de los aparatos presentados en este documento que serán contractuales. Ref. 92 718 190 - 03/96

Ilustración 15:Ficha técnica de la caldera

Se trata de una caldera Chaffoteaux et Maury en concreto el modelo Niagara CF cuyo combustible es gas natural y ofrece un doble servicio (calefacción y ACS). La potencia

nominal de calefacción estará comprendida entre 10,4kW y 28 kW; mientras que la potencia nominal de ACS será de 28 kW. Por otro lado, el rendimiento de combustión es del 90% y la caldera incluye un acumulador de agua. En la ilustración XVII también puede verse un desglose de los componentes de la caldera.

5.2.4. Patrón de sombras

En el caso del inmueble estudiado en este TFG, se debe definir un patrón de sombras que afectara única y exclusivamente a la fachada NE. Los patrones de sombra de los obstáculos remotos permiten determinar la influencia de la sombra proyectada sobre el edificio o superficie de estudio en función de la posición, tamaño y orientación de aquellos obstáculos que las proyectan. En nuestro caso en particular, el patrón de sombras viene definido única y exclusivamente por la silueta del edificio contiguo, que se encuentra a una distancia de 7 metros en paralelo con fachada NE. El programa CE3X nos permite realizar una aproximación mediante la opción simplificada para obstáculos remotos paralelos.

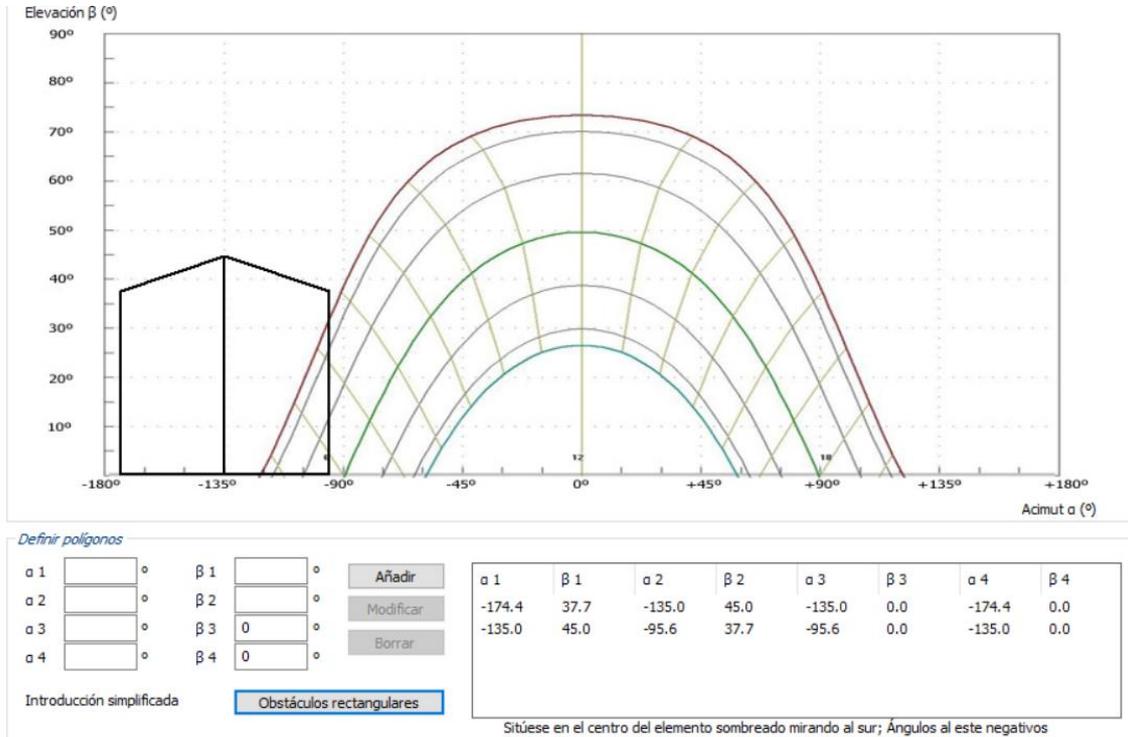


Ilustración 16: Patrón de sombras de la fachada NE

5.3. Resultados

Una vez acabado de introducir todos los datos de manera correcta, se procede a calificar la vivienda y obtener de esta manera la etiqueta energética que le corresponde. Además, también constará entre otros datos, información sobre el consumo de energía anual dada en kgCO_2/m^2 .

Para el caso en particular de nuestra vivienda, los resultados obtenidos pueden apreciarse en la ilustración 17. La escala de la calificación energética consta de siete letras correlativas, siendo la letra A (la más eficiente) y la letra G (el menos eficiente). En nuestro caso en particular, se ha obtenido una letra E como resultado, lo cual indica que se encuentra lejos de lo estipulado por la normativa. Ya que, a día de hoy, la normativa exige para los edificios destinados al sector de las empresas que cumplan una

calificación entre A y B; mientras que para las nuevas viviendas se exigen valores mínimos entre las letras C y D, unos requisitos fácilmente alcanzables con las mejores existentes hoy en día en el sector de la construcción.

Sin embargo, como bien acabamos de indicar nuestro edificio tiene un amplio margen de mejora, por lo que el estudio se centrará en buscar y valorar las diferentes propuestas de mejora que ofrece el programa e ir viendo las variaciones al ser implantadas.

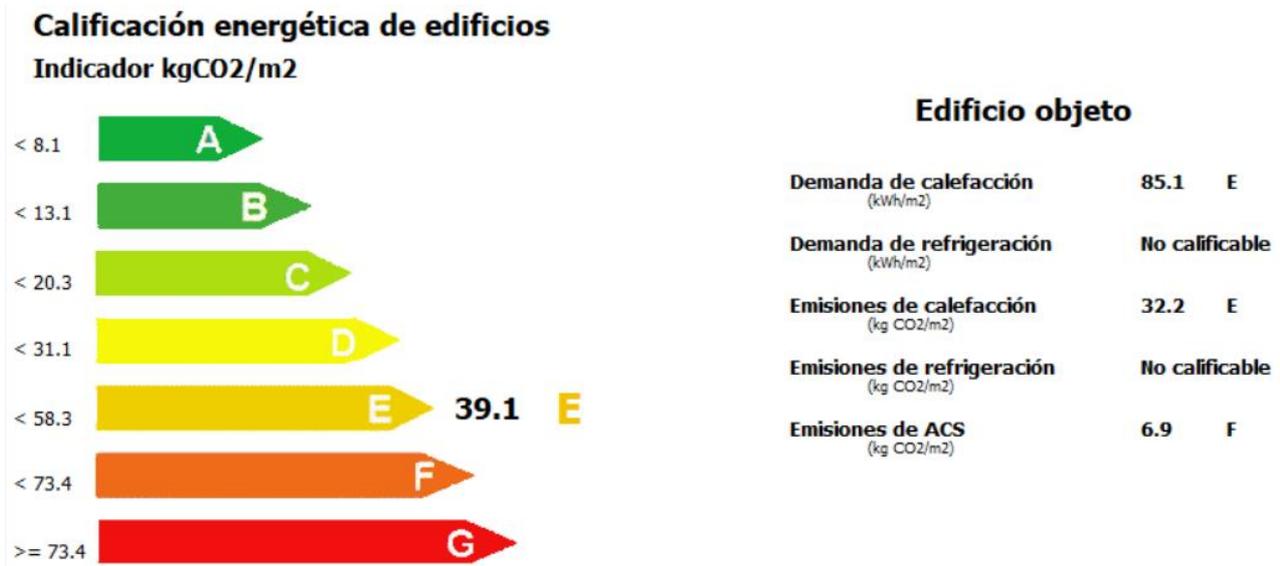


Ilustración 17: Resultado de la calificación energética de la vivienda

6. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

Una vez realizada la valoración energética del inmueble y obtenida su correspondiente etiqueta, se pasará a la realización de un estudio de viabilidad sobre una serie de posibles mejoras. Dichas mejoras contribuirán al aumento de la eficiencia energética tanto de la envolvente térmica como de las instalaciones que hemos definido con anterioridad.

El programa CE3X propone una serie de medidas de mejora de manera automática en función de calificación obtenida. Sin embargo, el usuario también puede definir sus propias medidas de mejora basándose en las ofrecidas por el programa como bien se ha realizado.

6.1. Opción 1: Cambio del tipo de instalación

A continuación, se propone como medida de mejora la instalación de una caldera de biomasa, en concreto una caldera de pellet fabricada en acero con programador de modelo INNOFIRE LINOSA de potencia nominal 28kW para la producción de agua caliente sanitaria y calefacción doméstica. Es capaz de cubrir una superficie calefactable de hasta 250 m² con un rendimiento del 90,4% y un consumo estimado entre 1,9 y 6,5 kg de combustible a la hora.

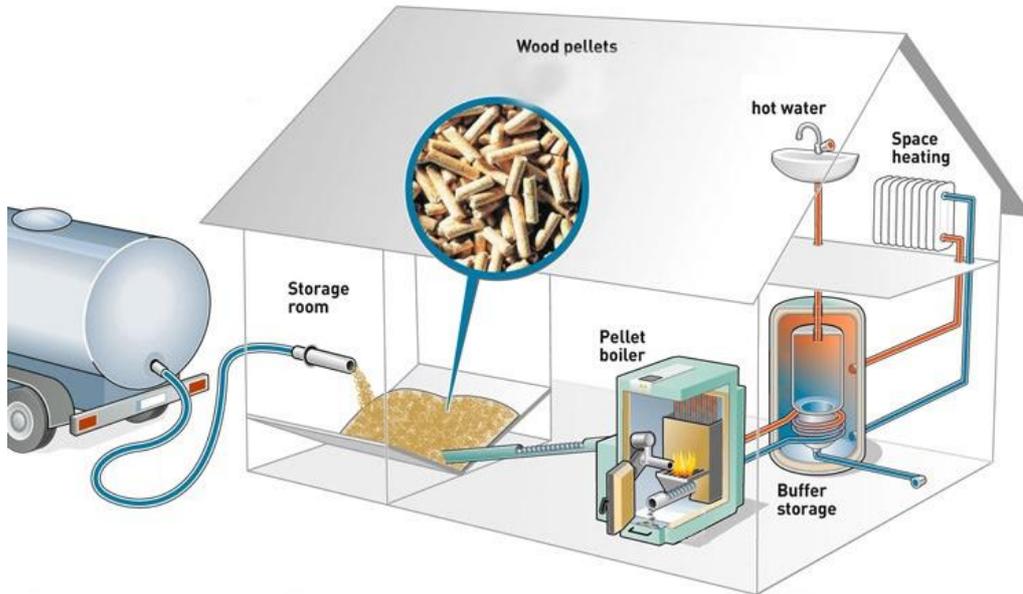


Ilustración 18: Instalación caldera de biomasa

Tal y como podemos apreciar en la ilustración 19 la calificación energética mejora considerablemente a raíz de implantación de una caldera de biomasa hasta una letra A. En resumidas cuentas, supondría una reducción de un 93,9% tanto en las emisiones de ACS como en las emisiones de calefacción.



Ilustración 19: Resultado cambio del tipo de instalación

6.2. Opción 2: Mejora de la envolvente térmica

En este caso en particular una de las medidas a valorar es el sistema SATE. (Sistema de Aislamiento Térmico Exterior). Su relación calidad precio y su fácil instalación la convierten en uno de los sistemas de aislamiento térmicos más recomendados. En la ilustración 20 puede verse la composición de un aislamiento mediante un sistema SATE aplicado sobre el cerramiento.

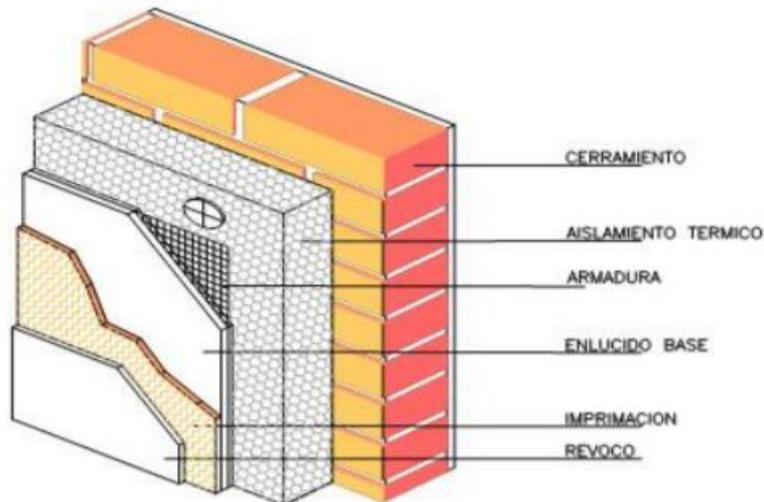


Ilustración 20: composición del sistema de aislamiento tipo SATE

A la hora de definir el sistema de aislamiento exterior en el programa se ha ejecutado de la siguiente manera. En primer lugar, se ha colocado una capa de mortero de 2cm de grosor sobre la piedra de la fachada. Después, sobre el mortero se ha colocado el aislante de poliestireno expandido (EPS) con un grosor de 6 cm. El poliestireno es un estupendo aislante térmico debido a su baja conductividad ($\lambda=0,029$ W/mk). Sobre el EPS se coloca un mallado de fibra de vidrio para sostener la posterior capa de enlucido de yeso que se aplica sobre ella de un espesor de 2 cm. Por último, se da un revoco con mortero acrílico.

El programa CE3X no incluye este tipo de mortero por lo que se ha aproximado con mortero de cemento o cal para albañilería para revoco/enlucido de espesor 2 cm.

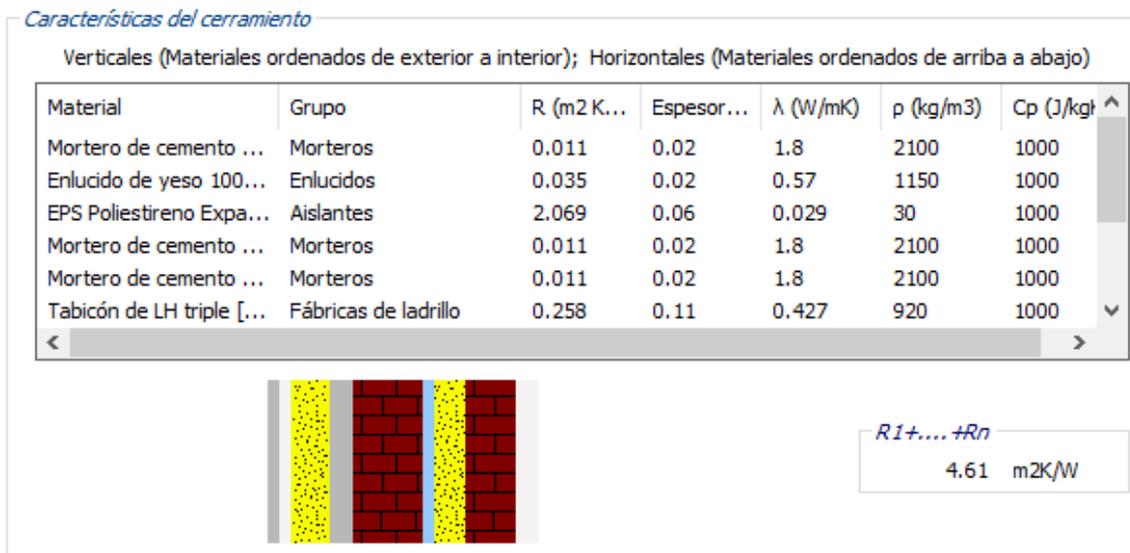


Ilustración 21: Características del nuevo cerramiento asociado a la fachada después de la mejora de la envolvente térmica.

Si comparamos la resistencia térmica del nuevo cerramiento con la situación base de la fachada se aprecia una mejora notoria. En su conjunto la resistencia térmica de la fachada después de colocar el aislante será de 4,61 m²k/W. De esta manera, se deduce que la resistencia térmica del aislante en su totalidad es de 2,09 m²k/W.

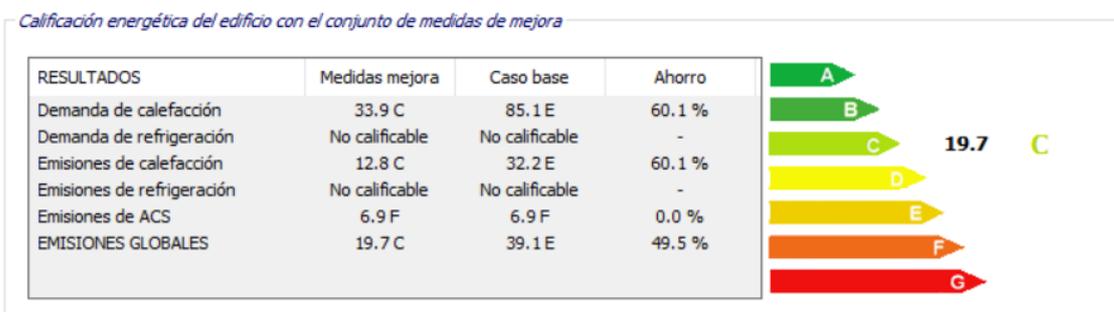


Ilustración 22: Resultado mejora de la envolvente térmica

El resultado obtenido tras aplicación de esta medida de mejora puede observarse en ilustración 22. A simple vista destaca la mejora en dos letras de la calificación energética del edificio obteniendo una letra C. Esto se debe a la reducción de las emisiones globales de CO₂ en un 49,5%. Sin embargo, también destaca que la variación nula que sufren las emisiones de ACS respecto del caso base. Pero la demanda de calefacción se reduce notablemente en un 60,1%.

6.3. Opción 3: Sustitución de marcos y vidrios en huecos de la fachada

La siguiente medida de mejora afecta a los huecos. La propuesta consiste en sustituir tanto los vidrios como los marcos de todos los huecos lucernarios que conforman las fachadas de la vivienda objeto de estudio.

El tipo de vidrio elegido para sustituir al actual, ha sido el mismo para todas las ventanas de las diferentes orientaciones. En concreto, se ha optado por triple acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS, formado por un vidrio exterior flotado incoloro SGG PLANICLEAR de 4mm, con capa de baja emisividad SGG PLANITHERM XN en cara 2 del triple acristalamiento; vidrio intermedio flotado incoloro SGG PLANICLEAR de 4 mm; y vidrio interior flotado incoloro SGG PLANICLEAR de 4 mm, con capa de baja emisividad SGG PLANITHERM XN en cara 5 del triple acristalamiento; separados por cámara de argón 90% de concentración de 12 mm de espesor con perfil separador de aluminio de color a definir y doble sellado perimetral.

Vidrio exterior <input checked="" type="radio"/> De baja emisividad térmica PLANITHERM XN		Espesor (mm) <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 8
Cámara nº 1 <input checked="" type="radio"/> Gas argón	Espesor de la cámara nº 1 (mm) <input checked="" type="radio"/> 16	
Vidrio intermedio <input checked="" type="radio"/> PLANICLEAR incoloro		Espesor (mm) <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6
Cámara nº 2 <input checked="" type="radio"/> Gas argón		Espesor de la cámara nº 2 (mm) <input checked="" type="radio"/> 16
Vidrio interior <input checked="" type="radio"/> De baja emisividad térmica PLANITHERM XN		Espesor (mm) <input checked="" type="radio"/> 4 <input type="radio"/> 6 <input type="radio"/> 8
Superficie de la hoja de vidrio (m ²)		
<input checked="" type="radio"/> Menor de 2	<input type="radio"/> Entre 2 y 3	<input type="radio"/> Entre 3 y 4
<input type="radio"/> Entre 4 y 5	<input type="radio"/> Entre 5 y 6	<input type="radio"/> Entre 6 y 7
<input type="radio"/> Entre 7 y 8	<input type="radio"/> Entre 8 y 9	<input type="radio"/> Mayor de 9



Ilustración 23: triple acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS

Por otro lado, los marcos actuales son de madera con barnizado traslucido. Se propone sustituirlos por unos más modernos de PVC. En total en la casa hay 18 ventanas a las cuales aplicaría dicha medida de mejora. Los marcos seleccionados tienen las siguientes características: marco: $U_{h,m} = 1,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$; espesor máximo del acristalamiento: 40 mm, con clasificación a la permeabilidad al aire clase 4, según UNE-EN 12207.

En la ilustración 23 puede apreciarse que pese a que la letra de la calificación no varía, se reducen las emisiones de CO₂. Las emisiones de ACS no han variado respecto del caso base y el ahorro tanto en la demanda de calefacción como en las emisiones de calefacción es ínfimo. Por tanto, a falta de la realización del estudio económico

podríamos decir que este conjunto de mejora supondrá una inversión demasiado elevada para el pequeño ahorro energético que ofrece.

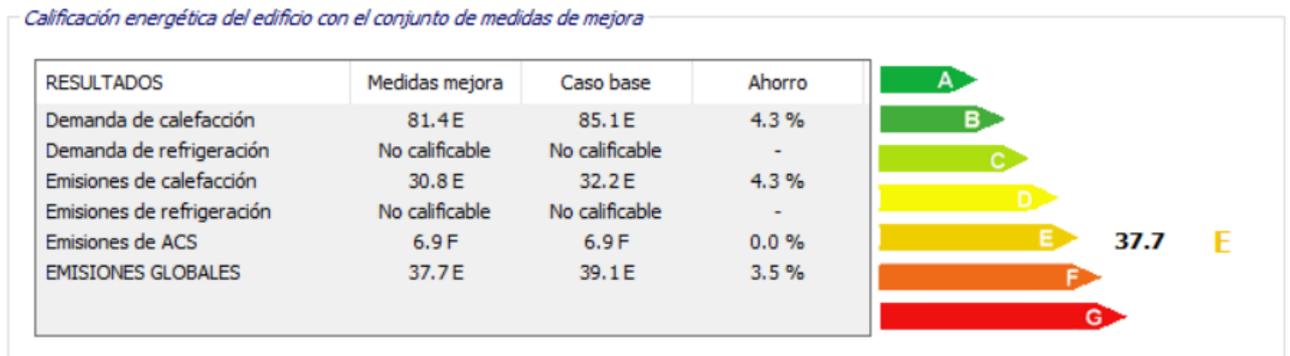


Ilustración 24: Resultado de sustitución de marcos y vidrios en huecos de la fachada

6.4. Análisis económico de las medidas de mejora

A continuación, se procede a realizar un estudio para estimar la viabilidad de las mejoras propuestas con antelación. Para ello, se ha utilizado por un lado el programa CE3X mediante el cual se ha realizado el análisis económico de la implantación de las alternativas; y por otro lado, el generador de precios CYPE que genera automáticamente un presupuesto que incluye el precio de cada uno de los elementos que conforman la instalación, la mano de obra y el transporte de la misma.

En primer lugar, el programa solicita calcular el consumo anual de gas natural de la vivienda para poder efectuar una comparación directa y ver el ahorro que supondría la implantación de esta nueva mejora. Los datos del consumo anual de gas se obtienen haciendo el promedio de las facturas de gas de un año. Concretamente desde febrero de 2018 hasta febrero de 2019. También es importante diferenciar la demanda anual de ACS y la de la calefacción porque esta influirá en los resultados obtenidos. En concreto, en el cambio del tipo de instalación no es necesario precisar esta diferenciación puesto que ambas dos afectan en el consumo total de la caldera.

Datos factura Gas Natural						
	Feb- Abr	Abr- Jun	Jun- Ago	Ago- Oct	Oct- Dic	Dic- Feb
Consumo real (Kwh)	2771	876	284	272	2407	3811
Consumo anual	10421					
Consumo anual ACS	1668					
Consumo anual calefacción	8753					
Precio €/Kwh	0.04747	0.04559	0.04559	0.04775	0.0529	0.0529
Media €/Kwh	0.04871					

Tabla 7: Datos factura de gas natural de la vivienda

A su vez el programa solicita que se introduzcan los parámetros económicos de los combustibles, tanto del que emplea la caldera actual como el de la nueva caldera que se quiere instalar. Esta información se adjunta en la siguiente tabla junto con el porcentaje del incremento anual de la energía y tipo de interés o coste de oportunidad. Estos dos últimos datos se han obtenido del análisis realizado por eurostat sobre los precios del gas para consumo doméstico en la UE. [9]

Definición de los parámetros económicos	
Gas natural (€/Kwh)	0,04871
Biomasa densificada /pelets (€/Kwh)	0,0347
Incremento anual del precio de la energía (%)	4,5
Tipo de interés o tipo de oportunidad (%)	2,1

Tabla 8: Parámetros económicos

Los precios de ejecución del material de cada una de las medidas se ha calculado como bien se ha citado con anterioridad mediante el generador de precios CYPE. Pero se le tiene que añadir los gastos adicionales que se presentan a continuación en las tablas 10, 11 y 12 para cada una de las 3 alternativas de mejora.

Cambio del tipo de instalación	
Precio ejecución del material	5062,47
Gastos generales (%13)	658,1211
Beneficio industrial (%6)	303,7482
IVA (%21)	1063,1187
TOTAL	7087,458

Tabla 9: Gastos adicionales del cambio del tipo de instalación

Mejora del aislamiento térmico de la fachada mediante sistema SATE	
Precio ejecución del material	8962,07
Gastos generales (%13)	1165,0691
Beneficio industrial (%6)	537,7242
IVA (%21)	1882,0347
TOTAL	12546,898

Tabla 10: Gastos adicionales de la medida de mejora del sistema SATE

Sustitución de marcos y vidrios por otros más aislantes	
Precio ejecución del material	12469,14
Gastos generales (%13)	1620,9882
Beneficio industrial (%6)	748,1484
IVA (%21)	2618,5194
TOTAL	17456,796

Tabla 11: Gastos adicionales de la sustitución de marcos y vidrios

Una vez calculados los importes totales de cada medida de mejora se introducirán en el software acompañadas de la vida útil estimada para cada una de ellas. Tabla 13.

Valoración económica de las medidas de mejora		
Nombre	Vida util	Coste de la medida (€)
Cambio del tipo de instalación	25	7087,46
Mejora del aislamiento térmico de la fachada mediante sistema SATE	50	12546,9
Sustitución de vidrios por otros más aislantes	50	17456,8

Tabla 12: Valoración económica final de cada medida de mejora

Para finalizar, el CE3X genera un resultado final en el que compara los resultados de la amortización teórica basándose en los datos introducidos por el mismo usuario y la amortización real basada en las facturas. El cambio de tipo de instalación es sin duda alguna es la medida más rentable, ya que en 11,7 años teóricos se recuperaría la inversión inicial. La mejora de la envolvente térmica de la vivienda también es una buena opción puesto que el periodo de tiempo que transcurriría para la total recuperación de la inversión inicial es de 15,8 años. Por el contrario, la sustitución de vidrios y marcos de los huecos de la fachada es ineficiente porque supone un elevado desembolso de dinero para la poca mejoría que proporciona respecto del caso base. Por lo tanto, viendo que la amortización de esta última medida es de 319 años se descarta rotundamente por su inviabilidad económica.

Resultado				
Nombre	Amortización [facturas] (años)	VAN [facturas] (€)	Amortización [teórica] (años)	VAN [teórico] (€)
Cambio del tipo de instalación	35,7	-282,1	11,7	13670,7
Mejora del aislamiento térmico de la fachada mediante sistema SATE	47,3	12818,1	15,8	63319,3
Sustitución de vidrios por otros más aislantes	954,1	-15707,8	319	-12225,6

Tabla 13: Resultado análisis económico

7. DIAGRAMA DE TAREAS (GANTT)

A la hora de introducir los datos en el programa, primero se define la fecha de inicio del proyecto y el calendario que se seguirá; en este caso el estándar que da el programa Project. Posteriormente, se ha procedido a la definición de las tareas con sus correspondientes periodos de duración. En el diagrama de Gantt la barra roja indica la duración de la tarea y como puede verse la siguiente empieza cuando finaliza la anterior. En ciertas ocasiones esto no se cumple del todo ya que se pueden realizar varias tareas al unísono; sin embargo, se ha procedido de esta manera para simplificarlo.

Se pueden ver 3 fases del proyecto: una fase inicial en la que se obtiene toda la documentación del estado actual de la casa y se introduce en el programa CE3X para la obtención de la eficiencia; una segunda fase, en la que se analizan las posibles mejoras y su viabilidad técnica y económica; y una fase final que se centra en la redacción del proyecto.

A su vez, también se muestran al final las tutorías concertadas con el director del proyecto las cuales se encuentran espaciadas semanalmente a lo largo del periodo de realización del trabajo.

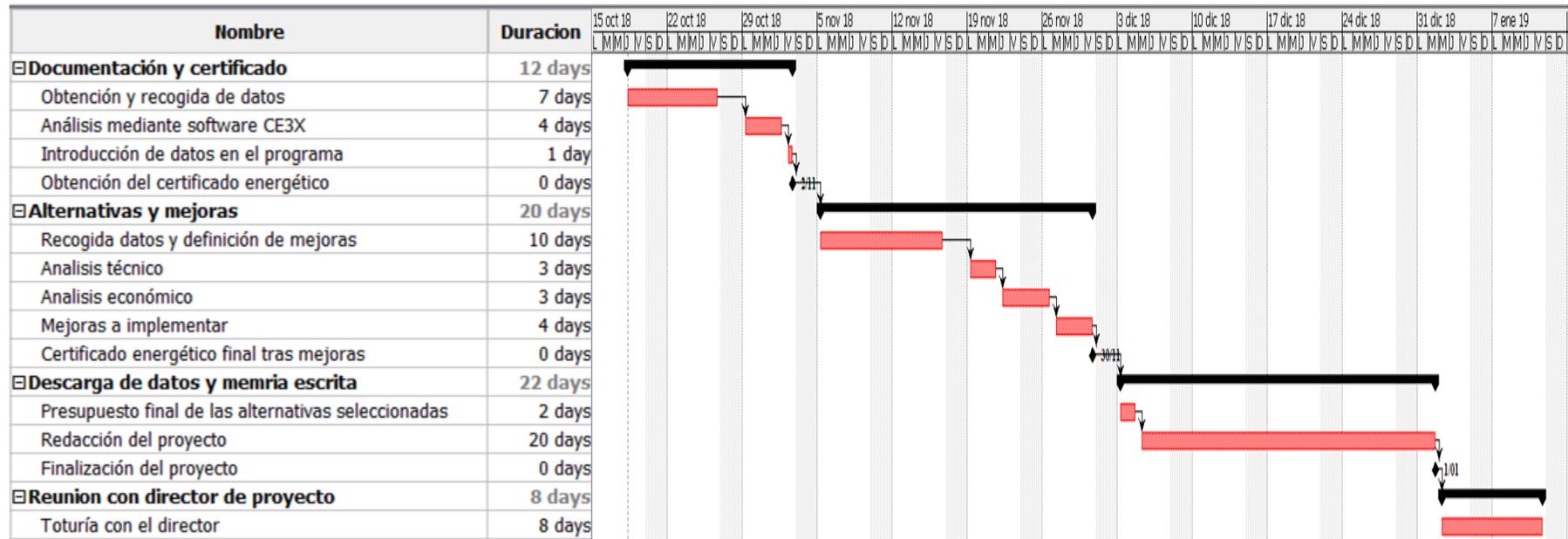


Ilustración 25 : Diagrama de Gantt del proyecto

8. PRESUPUESTO

En siguiente lugar se precisa el presupuesto necesario para la realización de este proyecto. Para ello, se cuantifican las horas y los gastos invertidos para la realización. Todo ello se recoge en la siguiente tabla de horas internas del proyecto. Para los cálculos, se va a suponer que las horas útiles de un año son 1800.

Horas Internas			
Operarios	Horas	Tasa Horaria	Total
Autor TFG	186	25,00 €	4.650,00 €
Director TFG	10,4	40,00 €	416,00 €
SUBTOTAL			5.066,00 €

Tabla 14: Horas internas del personal implicado en la realización del TFG

Los únicos operarios del proyecto serán el mismo autor del TFG y el director encargado de dirigir y supervisar el trabajo. En la tabla superior se indica la suma de horas totales empleadas por cada uno de los operarios y el coste unitario de cada uno de ellos para así obtener un subtotal de 5066 .

Amortizaciones				
Productos	Precio	Vida útil (años)	Utilización (h)	Coste
Ordenador	1.500,00 €	10	140	11,67 €
SUBTOTAL				11,67 €

Tabla 15: Amortización de los equipos utilizados en el TFG

En el caso de las amortizaciones el único producto de valor cuantificable en el proyecto es el ordenador el cual tiene una vida útil aproximada de 10 años y un precio de mercado de 1500 . A lo largo del trabajo también cabe resaltar el uso del software CE3X, pero como este es de descarga

gratuita no se ha cuantificado en la tabla de amortizaciones como tampoco se han cuantificado los planos e información de la vivienda ni el software Project libre . Este último se ha utilizado única y exclusivamente para definir las tareas y duración del proyecto.

Gastos	
Concepto	Coste
Material de oficina	50,00 €
SUBTOTAL	50,00 €

Tabla 16: Gastos adicionales

Además de lo anterior, el gasto del material de oficina también es necesario de contabilizar, el cual supone un desembolso de 50 .

Por último, en la tabla 17 se detalla un resumen del presupuesto contabilizando por un lado todos los gastos anteriormente citados. De esta manera, obtenemos un primer subtotal 1. A este valor habrá que sumarle los imprevistos y costes indirectos que supone sacar adelante un proyecto de esta escala. Después de realizar los cálculos, se concluye que la inversión necesaria para la realización del estudio de este TFG es de 5922,46 .

Resumen	
	coste
Horas internas	5.066,00 €
Amortizaciones	11,67 €
Gastos	50,00 €
SUBTOTAL 1	5.127,67 €
Imprevistos (10%)	512,77 €
SUBTOTAL 2	5.640,43 €
Costes indirectos (5%)	282,02 €
TOTAL	5.922,46 €

Tabla 17: Resumen del presupuesto

9. CONCLUSIONES

El principal objetivo de este TFG ha sido el de calificar energéticamente una vivienda unifamiliar. Una vez logrado el objetivo se han obtenido una serie de conclusiones las cuales se expondrán a continuación.

La eficiencia energética de cualquier edificio o sector industrial está ligada a la gestión del consumo de energía y al uso que se hace de la misma., de manera que el uso de la energía se minimice para un determinado uso. [10]

Para mantener esta nueva dirección, desde la Unión Europea se han promovido diferentes normativas para la mejora de la eficiencia energética, entre las que destacan las aplicadas a los edificios. De este modo se establece para toda vivienda construida o nueva que precisen en estos momentos de una certificación energética.

Además, la obtención de la etiqueta energética proporciona información de especial interés acerca del inmueble tales como las emisiones globales de CO₂ y demanda de ACS y calefacción de las mismas

En el presente Trabajo de Fin de Grado el resultado de la calificación energética obtenida concuerda perfectamente con la media de viviendas que comparten la fecha de construcción. También es destacable la notoria mejoría que tendría el inmueble con alternativas de mejora propuestas. Dentro de estas medidas, la alternativa del cambio de instalación por una más sostenible como viene siendo una caldera de biomasa con combustible de pelet resulta la alternativa más eficiente tanto energética como económicamente. Ya que de esta manera se consigue reducir las emisiones globales del inmueble en un 93,9% cambiando la letra de la etiqueta de una E a una A.

Por otro lado, la alternativa de la envolvente térmica mediante la aplicación de un aislante de poliestirino expandido resulta interesante también ya que supone un ahorro energético

considerable reduciendo las emisiones globales en un 49,5% respecto del caso base. Por consiguiente, ambas dos mejoras propuestas serán aplicadas con un alto rendimiento a la vivienda.

No ocurre lo mismo con la medida de sustitución de marcos y vidrios en huecos de la fachada. Pese a ser una de las medidas de mejora más empleadas en la actualidad, en este caso en particular ha quedado evidenciado que no siempre es tan efectiva como se cree. En la vivienda objeto de estudio se pretendía aplicar un triple acristalamiento con un marco moderno y actual de PVC. Aunque a priori se pensaba que iba a suponer un ahorro económico importante, la realidad ha sido otra totalmente distinta. Las pérdidas reales se elevan a 10720,5 y esta medida tan solo supone un ahorro anual de 15,73 por lo que la amortización se lograra en 681,6 años lo que descarta rotundamente la viabilidad de esta opción.

10. BIBLIOGRAFÍA

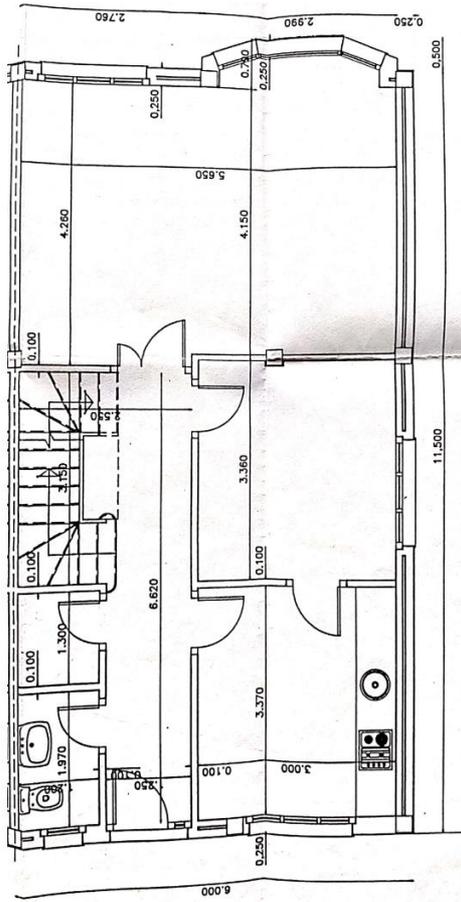
- [1] MEDLOCK, K. B.«Economics of Energy Demand», Encyclopedia of Energy, 2: 65-78 (2004).
http://www.energiaysociedad.es/manenergia/1-1-que-es-la-eficiencia-energetica/#_ftn2
- [2] «Análisis del consumo energético del sector residencial en España» ,IDAE (16 de julio de 2011).
https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Informe_SPAHOUSEC_ACC_f68291a3.pdf
- [3]«documentos_Documentacion_Basica_Residencial_Unido_c93da537.pdf».
https://www.idae.es/uploads/documentos/documentos_Documentacion_Basica_Residencial_Unido_c93da537.pdf.
- [4] «Documento básico HE (ahorro de energía) » (junio de 2017).
https://www.apabcn.cat/Documentacio/areatecnica/legislacio/CTE_DB_HE.pdf
- [5] «BOE.es - Documento BOE-A-2007-15820»
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2007-15820>.
- [6] «BOE.es – Documento BOE-A-2007-2007»
<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2007-2007>
- [7] «BOE.es – Documento BOE-A-2017-6350»
<https://www.boe.es/eli/es/rd/2017/06/02/564/con>
- [8] « Los beneficios de la certificación energética » [Publicación en un blog]. (9 de mayo de 2013).
<https://www.certificadosenergeticos.com/beneficios-certificacion-energetica>

[9] « Estadísticas de los precios del gas natural » Eurostat, statistics explained (mayo de 2018).

https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Natural_gas_price_statistics/es#Precios_del_gas_natural_para_los_consumidores_dom.C3.A9sticos

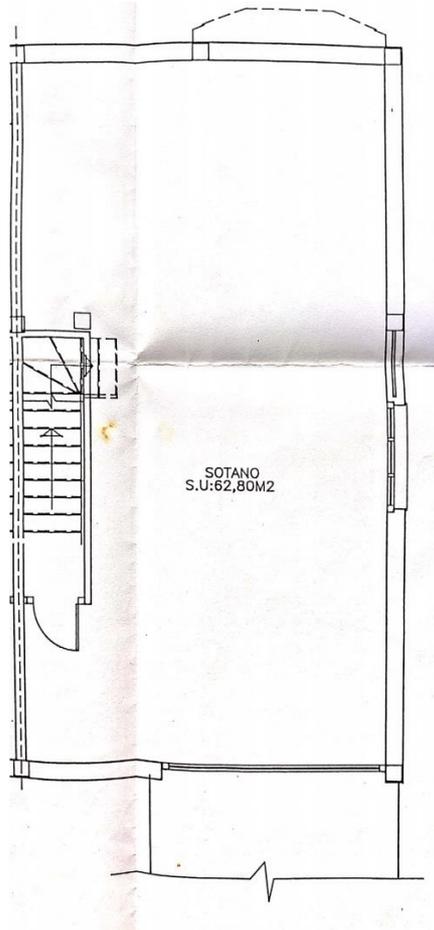
[10] «Marcos et al. - 2012 - ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA EN ESPAÑA.pdf». Accedido 9 de julio de 2019. http://oa.upm.es/16221/1/INVE_MEM_2012_132865.pdf. Marcos, Manuel Enrique Islán, Marta Serrano Pérez, y Manuel García García. «ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ENERGÉTICA EN ESPAÑA», 2012, 20.

11. ANEXO I: PLANOS DE LA VIVIENDA



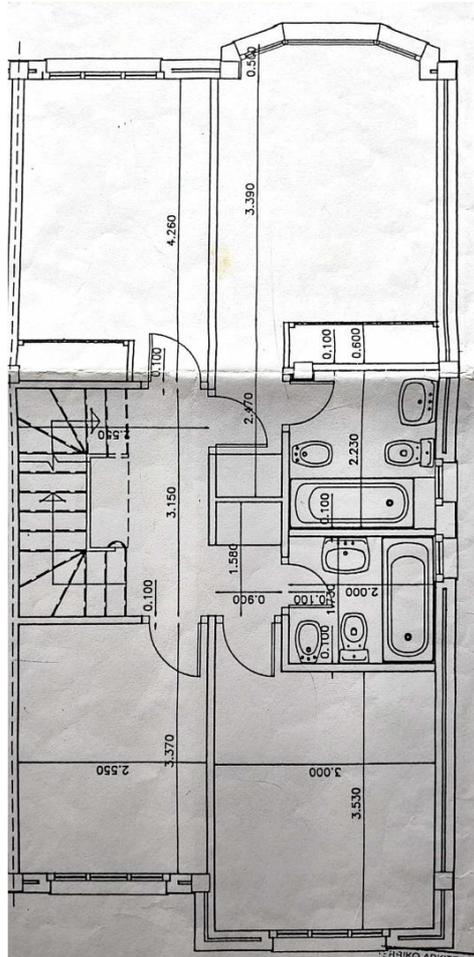
Scanned by CamScanner

Ilustración 26: Plano de la planta baja del edificio



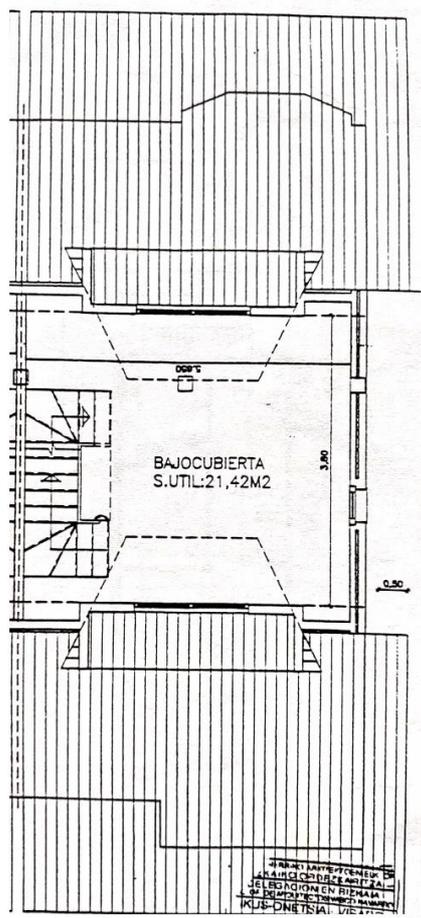
Scanned by CamScanner

Ilustración 27: Plano de la planta sótano del edificio



Scanned by CamScanner

Ilustración 28: Plano de la planta primera del edificio



Scanned by CamScanner

Ilustración 29: Plano de la planta bajo cubierta

12 ANEXO II: PRESUPUESTO Y FICHAS TÉCNICAS

ICQ015 Ud Caldera para la combustión de pellets.

Caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 6,2 a 30 kW, base de apoyo antivibraciones, sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 1" de diámetro y bomba de circulación, regulador de tiro de 150 mm de diámetro, con clapeta antiexplosión, limitador térmico de seguridad, tarado a 95°C, base de apoyo antivibraciones.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt38cbh012cc	Ud	Caldera para la combustión de pellets, potencia nominal de 6,2 a 30 kW, con cuerpo de acero soldado y ensayado a presión, de 1230x590x940 mm, aislamiento interior, cámara de combustión con sistema automático de limpieza del quemador mediante parrilla basculante, intercambiador de calor de tubos verticales con mecanismo de limpieza automática, sistema de extracción de humos con regulación de velocidad, cajón para recogida de cenizas del módulo de combustión, aprovechamiento del calor residual, equipo de limpieza, control de la combustión mediante sonda integrada, sistema de mando integrado con pantalla táctil, para el control de la combustión y del acumulador de A.C.S.	1,000	9585,23	9585,23
mt38cbh099a	Ud	Base de apoyo antivibraciones, para caldera.	1,000	36,08	36,08
mt38cbh097a	Ud	Limitador térmico de seguridad, tarado a 95°C, formado por válvula y sonda de temperatura.	1,000	79,95	79,95
mt38cbh085aaa	Ud	Sistema de elevación de la temperatura de retorno por encima de 55°C, compuesto por válvula motorizada de 3 vías de 1" de diámetro y bomba de circulación para evitar condensaciones y deposiciones de hollín en el interior de la caldera.	1,000	557,70	557,70
mt38cbh096a	Ud	Regulador de tiro de 150 mm de diámetro, con clapeta antiexplosión, para caldera.	1,000	312,00	312,00
mt38cbh105a	Ud	Montaje del sistema de alimentación por sinfín flexible, para caldera para la combustión de pellets.	1,000	324,68	324,68
mt38cbh100a	Ud	Puesta en marcha y formación en el manejo de caldera de biomasa.	1,000	341,25	341,25
				Subtotal materiales:	11236,89
2		Mano de obra			
mo004	h	Oficial 1ª calefactor.	3,300	19,11	63,06
mo103	h	Ayudante calefactor.	3,300	17,50	57,75
				Subtotal mano de obra:	120,81
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	11357,70	227,15
Coste de mantenimiento decenal: 5.213,18€ en los primeros 10 años.				Costes directos	11584,85
				(1+2+3):	

Ilustración 30: Presupuesto de la caldera de biomasa



Ilustración 31: Tipo de aislamiento empleado en la mejora de la envolvente térmica

NAS002 m² Sistema ETICS de aislamiento térmico por el exterior de fachadas.

Aislamiento térmico por el exterior de fachadas, con sistema ETICS, compuesto por: panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 60 mm de espesor, fijado al soporte con mortero, aplicado manualmente y fijaciones mecánicas con taco de expansión de polipropileno capa de regularización de mortero, aplicado manualmente, armado con malla de fibra de vidrio, antiálcalis, de 5x4 mm de luz de malla, de 0,6 mm de espesor y de 160 g/m² de masa superficial; capa de acabado de mortero acrílico color blanco, sobre imprimación acrílica. Incluso perfiles de arranque de aluminio, perfiles de cierre superior de aluminio, perfiles de esquina de PVC con malla, perfiles de cierre lateral de aluminio, masilla selladora monocomponente y cordón de espuma de polietileno expandido de celdas cerradas para sellado de juntas. El precio incluye la ejecución de remates en los encuentros con paramentos, revestimientos u otros elementos recibidos en su superficie.

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt28mop080f	m	Perfil de arranque de aluminio, de 60 mm de anchura, con goterón, para nivelación y soporte de los paneles aislantes de los sistemas de aislamiento térmico por el exterior sobre la línea de zócalo.	0,170	4,43	0,75
mt28mop085f	m	Perfil de cierre superior, de aluminio, de 60 mm de anchura, para coronación de los paneles aislantes de los sistemas de aislamiento térmico por el exterior.	0,170	15,55	2,64
mt28mop030g	kg	Mortero compuesto de cemento blanco, cal aérea, áridos ligeros, áridos calizos seleccionados, fibras naturales, aditivos y resinas en polvo, impermeable al agua de lluvia, permeable al vapor de agua y con resistencia al envejecimiento,	10,800	1,01	10,91

		para aplicar con lana, para adherir los paneles aislantes y como capa base, previo amasado con agua.			
mt16pep010ad	m ²	Panel rígido de poliestireno expandido, según UNE-EN 13163, de superficie lisa y mecanizado lateral recto, de color blanco, de 60 mm de espesor, con resistencia al envejecimiento y permeable al vapor de agua, resistencia térmica 1,58 m ² K/W, conductividad térmica 0,038 W/(mK), Euroclase E de reacción al fuego.	1,050	10,19	10,70
mt16pep100b	Ud	Taco de expansión de polipropileno de 110 mm de longitud, para fijación de placas aislantes.	8,000	0,21	1,68
mt28mop050a	m ²	Malla de fibra de vidrio, antiálcalis, de 5x4 mm de luz de malla, de 0,6 mm de espesor, de 160 g/m ² de masa superficial y de 1x50 m, para armar morteros.	1,100	1,55	1,71
mt28mop070b	m	Perfil de esquina de PVC con malla, para refuerzo de cantos.	0,300	1,23	0,37
mt28mop075f	m	Perfil de cierre lateral, de aluminio, de 60 mm de anchura.	0,300	5,34	1,60
mt28mop320a	kg	Imprimación acrílica compuesta por resinas acrílicas, pigmentos minerales y	0,200	3,69	0,74

mt28mop310ma	kg	aditivos orgánicos e inorgánicos, impermeable al agua de lluvia y permeable al vapor de agua, para aplicar con brocha, rodillo o pistola, para regularizar la absorción e incrementar la adherencia de morteros acrílicos. Mortero acrílico color blanco, compuesto por resinas acrílicas, pigmentos minerales y aditivos orgánicos e inorgánicos, antimoho y antiverdín, permeable al vapor de agua y con resistencia al envejecimiento, a la contaminación urbana y a los rayos UV, para revestimiento de paramentos exteriores.	2,000	3,72	7,44
mt15bas010a	m	Cordón de polietileno expandido de celdas cerradas, de sección circular de 6 mm de diámetro, para el relleno de fondo de junta.	0,170	0,06	0,01
mt15bas035a	Ud	Cartucho de masilla elastómera tixotrópica, monocomponente, a base de polímeros híbridos (MS), de color gris, de 600 ml, de alta adherencia, con elevadas propiedades elásticas, resistencia al envejecimiento y a los rayos UV,	0,020	8,24	0,16

dureza Shore A aproximada de 25 y alargamiento en rotura > 600%, según UNE-EN ISO 11600.

			Subtotal materiales:	38,71
2		Mano de obra		
mo054	h	Oficial 1ª montador de aislamientos.	0,101	19,11
mo101	h	Ayudante montador de aislamientos.	0,101	17,53
mo039	h	Oficial 1ª revocador.	0,606	18,56
mo079	h	Ayudante revocador.	0,606	17,53
			Subtotal mano de obra:	25,57
3		Costes directos complementarios		
	%	Costes directos complementarios	2,000	64,28
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> Coste de mantenimiento decenal: 7,27€ en los primeros 10 años. </div>			Costes directos (1+2+3):	65,57

Ilustración 32: Presupuesto de sistema ETICS de aislamiento térmico por el exterior de fachadas

LVE010 m² Triple acristalamiento "SAINT GOBAIN".

Triple acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS PLANISTAR ONE F2 PLANITHERM XN F5 44.1/(16 argón 90%)/4/(16 argón 90%)/44.2 "SAINT GOBAIN", conjunto formado por vidrio exterior PLANISTAR ONE laminar de 4+4 mm, con capa de control solar y baja emisividad térmica incorporada en la cara interior, compuesto por dos lunas de vidrio laminar de 4 mm unidas mediante una lámina incolora de butiral de polivinilo, dos cámaras deshidratadas rellenas de gas argón con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 16 mm de espesor cada una, vidrio intermedio PLANICLEAR incoloro de 4 mm y vidrio interior PLANITHERM XN laminar de 4+4 mm, con capa de baja emisividad térmica incorporada en la cara exterior, compuesto por dos lunas de vidrio laminar de 4 mm unidas mediante dos láminas incoloras de butiral de polivinilo, para hojas de vidrio de superficie menor de 2 m²; 52 mm de espesor total, fijado sobre carpintería con acañado mediante calzos de apoyo perimetrales y laterales, sellado en frío con silicona Sikasil WS-305-N "SIKA" compatible con el material soporte, en la cara exterior, y con perfil continuo de neopreno en la cara interior, para hojas de vidrio de superficie menor de 2 m².

Código	Unidad	Descripción	Rendimiento	Precio unitario	Importe
1		Materiales			
mt21vsg055aa	m ²	Triple acristalamiento SGG CLIMALIT PLUS PLANISTAR ONE F2 PLANITHERM XN F5 44.1/(16 argón 90%)/4/(16 argón 90%)/44.2 "SAINT GOBAIN", conjunto formado por vidrio exterior PLANISTAR ONE laminar de 4+4 mm, con capa de control solar y baja emisividad térmica incorporada en la cara interior, compuesto por dos lunas de vidrio laminar de 4 mm unidas mediante una lámina incolora de butiral de polivinilo, dos cámaras deshidratadas rellenas de gas argón con perfil separador de aluminio y doble sellado perimetral, de 16 mm de espesor cada una, vidrio intermedio PLANICLEAR incoloro de 4 mm y vidrio interior PLANITHERM XN laminar de 4+4 mm, con capa de baja emisividad térmica incorporada en la cara exterior, compuesto por dos lunas de vidrio laminar de 4 mm unidas mediante dos láminas incoloras de butiral de polivinilo, para hojas de vidrio de superficie menor de 2 m ² ; 52 mm de espesor total.	1,006	208,67	209,92
mt21sik010	Ud	Cartucho de 310 ml de silicona sintética incolora Elastosil WS-305-N "SIKA" (rendimiento aproximado de 12 m por cartucho).	0,290	2,47	0,72
mt21vva025	m	Perfil continuo de neopreno para la colocación del vidrio.	1,667	0,90	1,50
mt21vva021	Ud	Material auxiliar para la colocación de vidrios.	1,000	1,26	1,26
				Subtotal materiales:	213,40
2		Mano de obra			
mo055	h	Oficial 1º cristalero.	0,344	19,85	6,83
mo110	h	Ayudante cristalero.	0,344	18,75	6,45
				Subtotal mano de obra:	13,28
3		Costes directos complementarios			
	%	Costes directos complementarios	2,000	226,68	4,53
Coste de mantenimiento decenal: 48,55€ en los primeros 10 años.			Costes directos		231,21
				(1+2+3):	

Ilustración 33: Presupuesto sustitución de vidrios en huecos de la fachada

Se presentan los datos de comparación de la evolución de precios (c€/kWh) también en formato tabla:

Precios en c€/kWh	2T 2015	3T 2015	4T 2015	1T 2016	2T 2016	3T 2016	4T 2016	1T 2017	2T 2017	3T 2017	4T 2017	1T 2018
GASOIL C	5,69	5,11	4,71	3,82	4,31	4,63	4,74	5,44	4,96	4,74	4,81	5,39
Pellet certificado A1 a granel	3,78	3,68	3,51	3,55	3,52	3,49	3,58	3,68	3,59	3,74	3,66	3,76
Pellet no certificado a granel	3,69	3,45	3,51	3,60	3,51	3,61	3,63	3,60	3,63	3,54	3,52	3,47
Astilla elaborada	2,84	2,76	2,71	2,47	2,52	2,64	2,60	2,74	2,43	2,53	2,46	2,35
Hueso aceituna a granel	2,27	2,62	2,42	2,03	1,84	1,86	1,87	2,08	1,94	2,09	2,29	2,55
Orujillo térmico	0,93	0,88	0,93	0,75	0,52	0,44	0,34	0,34	0,30	0,35	0,43	0,31

Ilustración 34: Evolución de precios

Nombre:

Tipo:

Características del cerramiento asociado:

Seleccionar características ya definidas:

Propiedades

ϕ W/mK

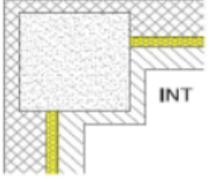


Ilustración 35: Pilar en esquina

Nombre

Tipo

Características del cerramiento asociado

Seleccionar características ya definidas

Propiedades

φ W/mK

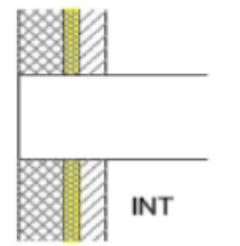


Ilustración 36: Encuentro de fachada con forjado

Nombre

Tipo

Características del cerramiento asociado

Seleccionar características ya definidas

Propiedades

φ W/mK

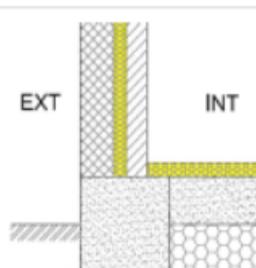


Ilustración 37: Encuentro de fachada con solera

Nombre

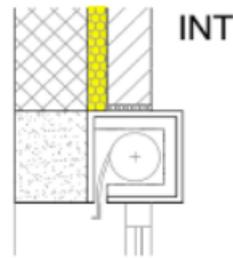
 Tipo

 Características del cerramiento asociado

 Seleccionar características ya definidas

Propiedades

φ W/mK



Cargar Imagen

Ilustración 38: Caja de persianas

Nombre

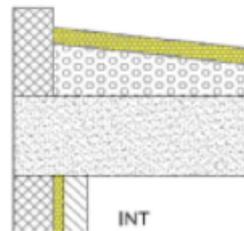
 Tipo

 Características del cerramiento asociado

 Seleccionar características ya definidas

Propiedades

φ W/mK



Cargar Imagen

Ilustración 39: Encuentro de fachada con cubierta plana/inclinada

Nombre

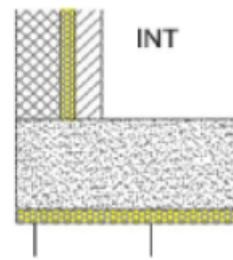
Tipo

Características del cerramiento asociado

Seleccionar características ya definidas

Propiedades

φ W/mK



Cargar Imagen

Ilustración 40: Encuentro de fachada con suelo en contacto con el aire

13.ANEXOS III: CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

CERTIFICADO DE EFICIENCIA ENERGÉTICA DE EDIFICIOS

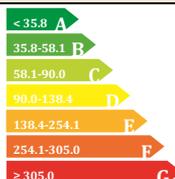
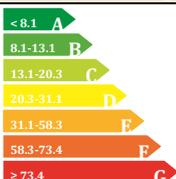
IDENTIFICACIÓN DEL EDIFICIO O DE LA PARTE QUE SE CERTIFICA:

Nombre del edificio	Mi vivienda		
Dirección	Aresti Bidea 22		
Municipio	Sondica	Código Postal	48150
Provincia	Vizcaya	Comunidad Autónoma	País Vasco
Zona climática	C1	Año construcción	1997
Normativa vigente (construcción / rehabilitación)	NBE-CT-79		
Referencia/s catastral/es	N0279471B		
Tipo de edificio o parte del edificio que se certifica:			
<input type="radio"/> Edificio de nueva construcción		<input checked="" type="radio"/> Edificio Existente	
<input checked="" type="radio"/> Vivienda <input checked="" type="radio"/> Unifamiliar <input type="radio"/> Bloque <input type="radio"/> Bloque completo <input type="radio"/> Vivienda individual		<input type="radio"/> Terciario <input type="radio"/> Edificio completo <input type="radio"/> Local	

DATOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR:

Nombre y Apellidos	Ibon Bilbao Solaegi	NIF(NIE)	78950873S
Razón social	Ibon Bilbao Solaegi	NIF	78950873S
Domicilio	Calle Aresti 22		
Municipio	Sondica	Código Postal	48150
Provincia	Vizcaya	Comunidad Autónoma	País Vasco
e-mail:	ibon.bilbaosolaegi@gmail.com	Teléfono	670272273
Titulación habilitante según normativa vigente	Ingeniero en tecnología industrial		
Procedimiento reconocido de calificación energética utilizado y versión:	CEXv2.3		

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA OBTENIDA:

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]	
	184.5 E		39.1 E

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

Fecha: 05/07/2019

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.

SUPERFICIE, IMAGEN Y SITUACIÓN

Superficie habitable [m²]	205.0
Imagen del edificio	Plano de situación
	

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² ·K]	Modo de obtención
Muro en contacto con terreno NE	Fachada	13.2	0.55	Estimadas
Suelo con terreno	Suelo	31.4	0.36	Estimadas
Muro de fachada NO	Fachada	30.8	0.37	Conocidas
Muro de fachada NE	Fachada	71.209	0.37	Conocidas

Muro de fachada SE	Fachada	34.88	0.37	Conocidas
Cubierta plana	Cubierta	22.23	0.18	Estimadas
Cubierta inclinada	Cubierta	23.94	0.19	Estimadas
Suelo con aire	Suelo	2.34	0.37	Conocidas
Partición vertical	Partición Interior	31.4	0.35	Estimadas

Huecos y lucernarios

Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
V1-NE	Hueco	2.13	3.28	0.74	Estimado	Estimado
V3-NE	Hueco	3.12	3.27	0.73	Estimado	Estimado
V4-NE	Hueco	1.19	3.29	0.74	Estimado	Estimado
V1-NO	Hueco	6.38	3.23	0.71	Estimado	Estimado
V2-NO	Hueco	6.24	3.23	0.71	Estimado	Estimado
V1-SE	Hueco	6.38	3.23	0.40	Estimado	Estimado
V3-SE	Hueco	0.78	3.29	0.35	Estimado	Estimado
V5-SE	Hueco	0.41	5.69	0.19	Estimado	Estimado
Nombre	Tipo	Superficie [m ²]	Transmitancia [W/m ² -K]	Factor solar	Modo de obtención. Transmitancia	Modo de obtención. Factor solar
puerta trasera	Hueco	1.64	2.20	0.08	Estimado	Estimado
Puerta Principal	Hueco	2.67	2.20	0.05	Estimado	Estimado

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	28	66.6	Gas Natural	Estimado
TOTALES	Calefacción				

Generadores de refrigeración

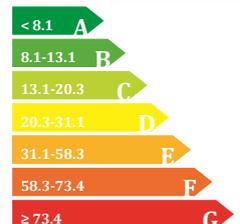
Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención

TOTALES		Refrigeración							
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria									
Demanda diaria de ACS a 60° (litros/día)		112.0							
Nombre	Tipo	Potencia nominal [kW]	Rendimiento Estacional [%]	Tipo de Energía	Modo de obtención				
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	28	66.6	Gas Natural	Estimado				
TOTALES		ACS							

ANEXO II CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO

Zona climática	C1	Uso	Residencial
----------------	----	-----	-------------

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN EMISIONES

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Emisiones calefacción [kgCO2/m² año]</i>	E	<i>Emisiones ACS [kgCO2/m² año]</i>	F
		32.18		6.89	
		REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
<i>Emisiones globales [kgCO2/m² año]</i>		<i>Emisiones refrigeración [kgCO2/m² año]</i>	-	<i>Emisiones iluminación [kgCO2/m² año]</i>	-
		0.00		-	

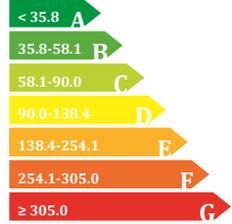
La calificación global del edificio se expresa en términos de dióxido de carbono liberado a la atmósfera como consecuencia del consumo energético del mismo.

	kgCO2/m² año	kgCO2/año
<i>Emisiones CO2 por consumo eléctrico</i>	0.00	0.00
<i>Emisiones CO2 por otros combustibles</i>	39.07	8010.26

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA DEL EDIFICIO EN CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE

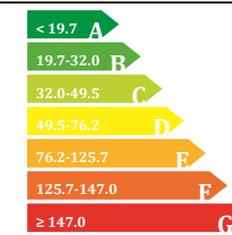
Por energía primaria no renovable se entiende la energía consumida por el edificio procedente de fuentes no renovables que no ha sufrido ningún proceso de conversión o transformación.

INDICADOR GLOBAL		INDICADORES PARCIALES			
		CALEFACCIÓN		ACS	
		<i>Energía primaria calefacción</i>	E	<i>Energía primaria ACS</i>	G
184.5 E					

	[kWh/m ² año]		[kWh/m ² año]	
	151.98		32.54	
	REFRIGERACIÓN		ILUMINACIÓN	
Consumo global de energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	Energía primaria refrigeración [kWh/m ² año]	-	Energía primaria iluminación [kWh/m ² año]	-
	0.00		-	

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.

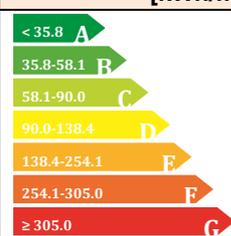
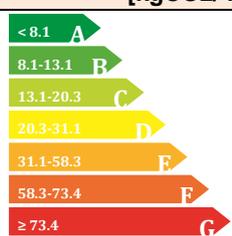
DEMANDA DE CALEFACCIÓN	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN
	No calificable
Demanda de calefacción [kWh/m ² año]	Demanda de refrigeración [kWh/m ² año]
85.1 E	

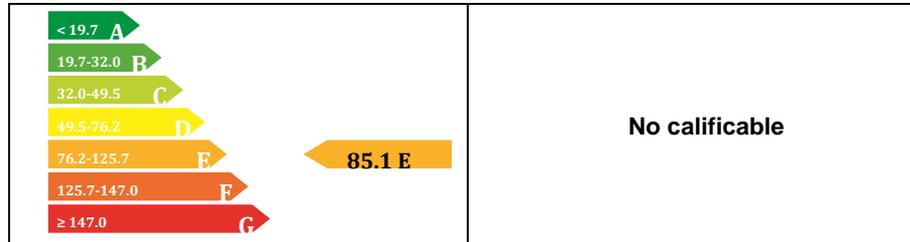
El indicador global es resultado de la suma de los indicadores parciales más el valor del indicador para consumos auxiliares, si los hubiera (sólo ed. terciarios, ventilación, bombeo, etc...). La energía eléctrica autoconsumida se descuenta únicamente del indicador global, no así de los valores parciales

ANEXO III

RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA

cambio de tipo de instalación

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL			
CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]	
	11.3 A		2.4 A
CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES			
DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/m ² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]		



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m ² año]	109.19	14.5%	0.00	-%	23.37	14.5%	-	-%	132.56	14.5%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	9.28	A 93.9%	0.00	- -%	1.99	A 93.9%	-	- -%	11.27	A 93.9%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m ² año]	1.97	A 93.9%	0.00	- -%	0.42	A 93.9%	-	- -%	2.39	A 93.9%
Demanda [kWh/m ² año]	85.06	E 0.0%	0.00	- -%						

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)

Caldera de pellet fabricada en acero con programador. Con una potencia de 28 kW para la producción de agua caliente sanitaria y calefacción doméstica. Cubre una superficie calefactable de hasta 250 m². Con un rendimiento del 90,4% y un consumo entre 1,9 y 6,5 kg de combustible a la hora.

Coste estimado de la medida

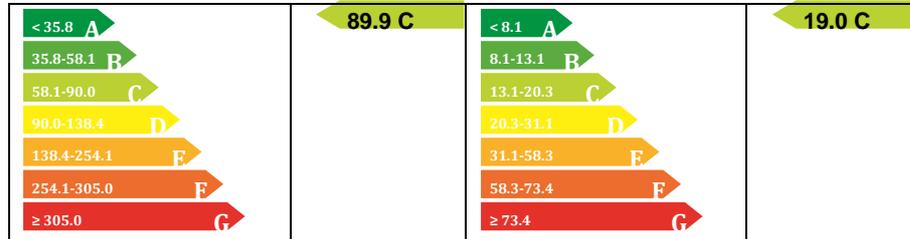
5062.47 €

Otros datos de interés

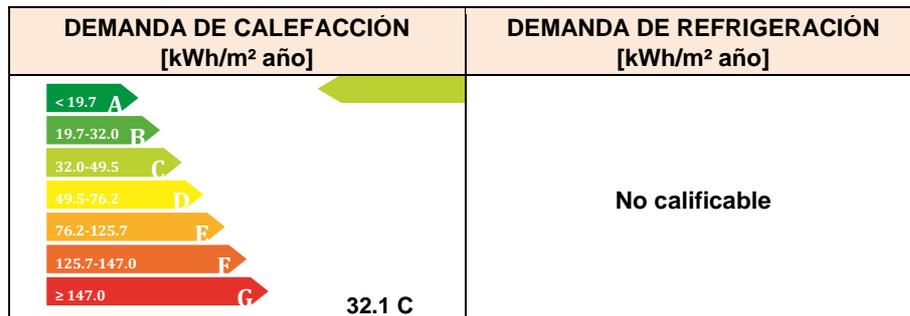
Mejora del aislamiento térmico en fachada mediante sistema SATE

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO2/ m ² año]
--	--



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	48.24	62.2%	0.00	-%	27.34	0.0%	-	-%	75.58	51.3%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	57.40 C	62.2%	0.00 -	-%	32.54 G	0.0%	-	-%	89.94 C	51.3%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	12.16 C	62.2%	0.00 -	-%	6.89 F	0.0%	-	-%	19.05 C	51.3%
Demanda [kWh/m² año]	32.13 C	62.2%	0.00 -	-%						

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) se añade un sistema de aislamiento de tipo SATE con aislante de poliestireno expandido (EPS) de conductividad térmica ($\lambda=0,029$ W/mk).

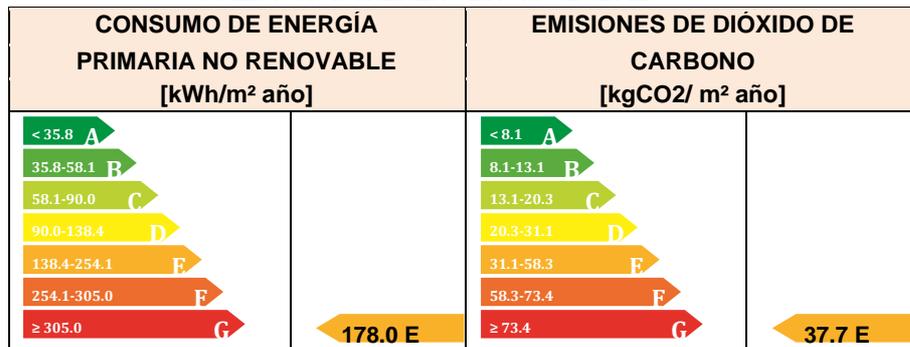
Coste estimado de la medida

8962.07 €

Otros datos de interés

Sustitución de marcos y vidrios en huecos de fachada

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL



CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES



ANÁLISIS TÉCNICO

Indicador	Calefacción		Refrigeración		ACS		Iluminación		Total	
	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original	Valor	ahorro respecto a la situación original
Consumo Energía final [kWh/m² año]	122.24	4.3%	0.00	-%	27.34	0.0%	-	-%	149.58	3.5%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m² año]	145.46 E	4.3%	0.00	-%	32.54 G	0.0%	-	-%	178.00 E	3.5%
Emisiones de CO2 [kgCO2/m² año]	30.80 E	4.3%	0.00	-%	6.89 F	0.0%	-	-%	37.69 E	3.5%
Demanda [kWh/m² año]	81.41 E	4.3%	0.00	-%						

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 12469.14 €
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	05/07/2019
---	------------

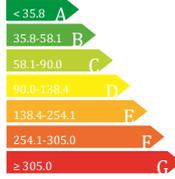
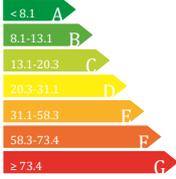
COMENTARIOS DEL TÉCNICO CERTIFICADOR

14: ANEXO IV: INFORME DE LAS MEDIDAS DE MEJORA

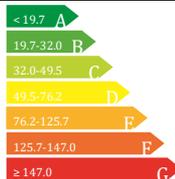
Informe descriptivo de la medida de mejora 1

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
cambio de tipo de instalación
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) Caldera de pellet fabricada en acero con programador. Con una potencia de 28 kW para la producción de agua caliente sanitaria y calefacción doméstica. Cubre una superficie calefactable de hasta 250 m ² . Con un rendimiento del 90,4% y un consumo entre 1,9 y 6,5 kg de combustible a la hora.
Coste estimado de la medida 5062.47 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]	EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ / m ² año]
 11.27 A	 2.39 A

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m ² año]	DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]
 85.06 E	No calificable

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 ² año]	109.19	14.5%	0.00	-%	23.37	14.5%	-	-%	132.56	14.5%		
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	9.28	A 93.9%	0.00	-	-%	1.99	A 93.9%	-	-	-%	11.27	A 93.9%
Emissiones de CO2 [kgCO2/m ² año]	1.97	A 93.9%	0.00	-	-%	0.42	A 93.9%	-	-	-%	2.39	A 93.9%
Demanda [kWh/m ² año]	85.06	E 0.0%	0.00	-	-%							

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual del hueco [W/m ² K]	Transmitancia actual del vidrio [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia a post mejora [W/m ² K]	Transmitancia a post mejora del vidrio [W/m ² K]
V1-NE	Hueco	2.13	3.28	3.30	2.13	3.28	3.30

V3-NE	Hueco	3.12	3.27	3.30	3.12	3.27	3.30
V4-NE	Hueco	1.19	3.29	3.30	1.19	3.29	3.30
V1-NO	Hueco	6.38	3.23	3.30	6.38	3.23	3.30
V2-NO	Hueco	6.24	3.23	3.30	6.24	3.23	3.30
V1-SE	Hueco	6.38	3.23	3.30	6.38	3.23	3.30
V3-SE	Hueco	0.78	3.29	3.30	0.78	3.29	3.30
V5-SE	Hueco	0.41	5.69	5.70	0.41	5.69	5.70

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]
Muro en contacto con terreno NE	Fachada	13.20	0.55	13.20	0.55
Suelo con terreno	Suelo	31.40	0.36	31.40	0.36
Muro de fachada NO	Fachada	30.80	0.37	30.80	0.37
Muro de fachada NE	Fachada	71.21	0.37	71.21	0.37
Muro de fachada SE	Fachada	34.88	0.37	34.88	0.37
Cubierta plana	Cubierta	22.23	0.18	22.23	0.18
Cubierta inclinada	Cubierta	23.94	0.19	23.94	0.19
Suelo con aire	Suelo	2.34	0.37	2.34	0.37
Partición vertical	Partición Interior	31.40	0.35	31.40	0.35

Huecos y lucernarios

puerta trasera	Hueco	1.64	2.20	0.00	1.64	2.20	0.00
Puerta Principal	Hueco	2.67	2.20	0.00	2.67	2.20	0.00

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m ² año]		[kW]	[%]	[kWh/m ² año]	[kWh/m ² año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	28	66.6%	-	Caldera Estándar	28	77.9%	-	-

TOTALES									
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES		-		-		-		-	-

Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

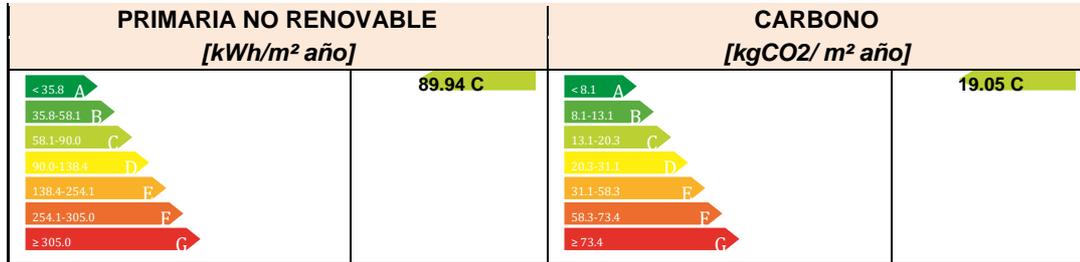
Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento o estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	28	66.6%	-	Caldera Estándar	28	77.9%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

Informe descriptivo de la medida de mejora 2

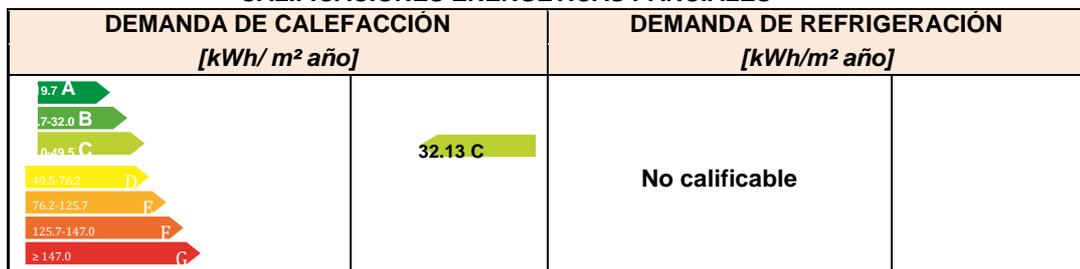
DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Mejora del aislamiento térmico en fachada mediante sistema SATE
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos) se añade un sistema de aislamiento de tipo SATE con aislante de poliestireno expandido (EPS) de conductividad térmica ($\lambda=0,029$ W/mk).
Coste estimado de la medida 8962.07 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA	EMISIONES DE DIÓXIDO DE
--------------------	-------------------------



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 ² año]	48.24	62.2%	0.00	-%	27.34	0.0%	-	-%	75.58	51.3%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	57.40 C	62.2%	0.00 -	-%	32.54 G	0.0%	-	-%	89.94 C	51.3%
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	12.16 C	62.2%	0.00 -	-%	6.89 F	0.0%	-	-%	19.05 C	51.3%
Demanda [kWh/m ² año]	32.13 C	62.2%	0.00 -	-%						

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual del hueco [W/m ² K]	Transmitancia a actual del vidrio [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia a post mejora [W/m ² K]	Transmitancia a post mejora del vidrio [W/m ² K]
V1-NE	Hueco	2.13	3.28	3.30	2.13	3.28	3.30

V3-NE	Hueco	3.12	3.27	3.30	3.12	3.27	3.30
V4-NE	Hueco	1.19	3.29	3.30	1.19	3.29	3.30
V1-NO	Hueco	6.38	3.23	3.30	6.38	3.23	3.30
V2-NO	Hueco	6.24	3.23	3.30	6.24	3.23	3.30
V1-SE	Hueco	6.38	3.23	3.30	6.38	3.23	3.30
V3-SE	Hueco	0.78	3.29	3.30	0.78	3.29	3.30
V5-SE	Hueco	0.41	5.69	5.70	0.41	5.69	5.70

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]
Muro en contacto con terreno NE	Fachada	13.20	0.55	13.20	0.29
Suelo con terreno	Suelo	31.40	0.36	31.40	0.36
Muro de fachada NO	Fachada	30.80	0.37	30.80	0.29
Muro de fachada NE	Fachada	71.21	0.37	71.21	0.29
Muro de fachada SE	Fachada	34.88	0.37	34.88	0.29
Cubierta plana	Cubierta	22.23	0.18	22.23	0.18
Cubierta inclinada	Cubierta	23.94	0.19	23.94	0.19
Suelo con aire	Suelo	2.34	0.37	2.34	0.37
Partición vertical	Partición Interior	31.40	0.35	31.40	0.35

Huecos y lucernarios

puerta trasera	Hueco	1.64	2.20	0.00	1.64	2.20	0.00
Puerta Principal	Hueco	2.67	2.20	0.00	2.67	2.20	0.00

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m ² año]		[kW]	[%]	[kWh/m ² año]	[kWh/m ² año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	28	66.6%	-	Caldera Estándar	28	66.6%	-	-

TOTALES									
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
TOTALES		-		-		-		-	-

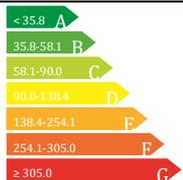
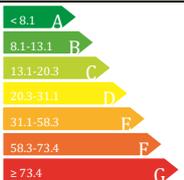
Instalaciones de Agua Caliente Sanitaria

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/m²año]		[kW]	[%]	[kWh/m²año]	[kWh/m²año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	28	66.6%	-	Caldera Estándar	28	66.6%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-

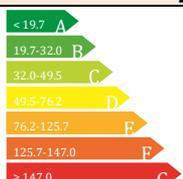
Informe descriptivo de la medida de mejora3

DENOMINACIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Sustitución de marcos y vidrios en huecos de fachada
DESCRIPCIÓN DE LA MEDIDA DE MEJORA
Características de la medida (modelo de equipos, materiales, parámetros característicos)
Coste estimado de la medida 12469.14 €
Otros datos de interés

CALIFICACIÓN ENERGÉTICA GLOBAL

CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA NO RENOVABLE [kWh/m ² año]		EMISIONES DE DIÓXIDO DE CARBONO [kgCO ₂ /m ² año]	
	178.0 E		37.69 E

CALIFICACIONES ENERGÉTICAS PARCIALES

DEMANDA DE CALEFACCIÓN [kWh/ m ² año]		DEMANDA DE REFRIGERACIÓN [kWh/m ² año]	
	81.41 E	No calificable	

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 ² año]	122.24	4.3%	0.00	-%	27.34	0.0%	-	-%	149.58	3.5%
Consumo Energía primaria no renovable [kWh/m ² año]	145.46 E	4.3%	0.00	-%	32.54 G	0.0%	-	-%	178.00 E	3.5%
Emisiones de CO ₂ [kgCO ₂ /m ² año]	30.80 E	4.3%	0.00	-%	6.89 F	0.0%	-	-%	37.69 E	3.5%
Demanda [kWh/m ² año]	81.41 E	4.3%	0.00	-%						

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual del hueco [W/m ² K]	Transmitancia a actual del vidrio [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia a post mejora [W/m ² K]	Transmitancia a post mejora del vidrio [W/m ² K]
V1-NE	Hueco	2.13	3.28	3.30	2.13	1.08	0.60

V3-NE	Hueco	3.12	3.27	3.30	3.12	1.08	0.60
V4-NE	Hueco	1.19	3.29	3.30	1.19	1.08	0.60
V1-NO	Hueco	6.38	3.23	3.30	6.38	1.08	0.60
V2-NO	Hueco	6.24	3.23	3.30	6.24	1.08	0.60
V1-SE	Hueco	6.38	3.23	3.30	6.38	1.08	0.60
V3-SE	Hueco	0.78	3.29	3.30	0.78	1.08	0.60
V5-SE	Hueco	0.41	5.69	5.70	0.41	1.08	0.60

ENVOLVENTE TÉRMICA

Cerramientos opacos

Nombre	Tipo	Superficie actual [m ²]	Transmitancia actual [W/m ² K]	Superficie post mejora [m ²]	Transmitancia post mejora [W/m ² K]
Muro en contacto con terreno NE	Fachada	13.20	0.55	13.20	0.55
Suelo con terreno	Suelo	31.40	0.36	31.40	0.36
Muro de fachada NO	Fachada	30.80	0.37	30.80	0.37
Muro de fachada NE	Fachada	71.21	0.37	71.21	0.37
Muro de fachada SE	Fachada	34.88	0.37	34.88	0.37
Cubierta plana	Cubierta	22.23	0.18	22.23	0.18
Cubierta inclinada	Cubierta	23.94	0.19	23.94	0.19
Suelo con aire	Suelo	2.34	0.37	2.34	0.37
Partición vertical	Partición Interior	31.40	0.35	31.40	0.35

Huecos y lucernarios

puerta trasera	Hueco	1.64	2.20	0.00	1.64	2.20	0.00
Puerta Principal	Hueco	2.67	2.20	0.00	2.67	2.20	0.00

INSTALACIONES TÉRMICAS

Generadores de calefacción

Nombre	Tipo	Potencia nominal	Rendimiento Estacional	Estimación Energía Consumida anual	Tipo post mejora	Potencia nominal post mejora	Rendimiento estacional post mejora	Estimación Energía Consumida anual Post mejora	Energía anual ahorrada
		[kW]	[%]	[kWh/m ² año]		[kW]	[%]	[kWh/m ² año]	[kWh/m ² año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	28	66.6%	-	Caldera Estándar	28	66.6%	-	-

TOTALES									
----------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--

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 ² año]		[kW]	[%]	[kWh/m ² año]	[kWh/m ² año]
TOTALES		-		-		-		-	-

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 ² año]		[kW]	[%]	[kWh/m ² año]	[kWh/m ² año]
Calefacción y ACS	Caldera Estándar	28	66.6%	-	Caldera Estándar	28	66.6%	-	-
TOTALES		-		-		-		-	-